

# FESTNETZ-ERSATZ

Internet per Mobilfunk-Homespot wird vor allem dort angeboten, wo es keine echten Breitbandanschlüsse gibt. connect und zafaco haben untersucht, was Nutzer von solchen Lösungen erwarten dürfen.



Die Rahmenbedingungen und Strategien beim Breitbandausbau haben zur Folge, dass es sowohl in Deutschland als auch in Österreich Orte gibt, an denen DSL, Kabel und/oder Glasfaser nicht verfügbar sind – wo aber LTE-Mobilfunk recht gut zu empfangen ist. Kunden an solchen Standorten bieten die Netzbetreiber gerne an, ihre heimische Breitbandanbindung per LTE über einen sogenannten Homespot oder „LTE-Cube“ herzustellen. Dabei handelt es sich um LTE-Modems für stationären (sprich: an eine Stromsteckdose gebundenen) Betrieb.

Populär sind Homespots darüber hinaus auch für den Einsatz in Ferienwohnungen und bei Campern – gerade in Wohnmobilen dienen sie häufig dazu, unterwegs eine Internetverbindung bereitzustellen.

## Leistung im Mobilfunknetz hängt auch von anderen Nutzern ab

Für stationäre Nutzer ist die Anbindung per LTE in der Regel „besser als nichts“, hat aber auch Schattenseiten. Zum einen verzichten nur die teuersten Homespot-Tarife auf eine Limitierung des Datenvolumens – in günstigeren Tarifen erfolgt nach Verbrauch des Inklusivvolumens eine Drosselung (siehe auch Seite 64). Zum anderen sind die Mobilfunknetze in ihrer Leistung davon abhängig, wie viele Nutzer gleichzeitig in einer Funkzelle aktiv sind und was sie dort aus dem Netz abrufen. Findet etwa in den Abendstunden viel Streaming gleichzeitig statt oder laden viele Nutzer ein gerade erschienenenes Betriebssystem-Update herunter, können Datenraten und Reaktionszeiten in den Keller gehen.

Die Firma zafaco mit Hauptsitz in Ismaning, mit der connect für unsere Breitband- und Festnetztests sowie viele weitere netzbasierte Leistungstests zusammenarbeitet, hat deshalb die Internetnutzung über LTE-Homespots unter die Lupe genommen. Zu diesem Zweck sind an ei-

nigen zafaco-Standorten neben den leitungsbasierten Breitbandanschlüssen auch Homespots im Betrieb. Diese Geräte hat zafaco zwischen Mitte Juli und Mitte August durch einen umfangreichen Testparcours in den Disziplinen Web-Services und Web-TV geschickt. Insgesamt wurden in diesem Zeitraum 455 524 Messungen bewertet.

Als Referenz verglichen wir außerdem einen konventionellen 100-Mbit/s-DSL-Anschluss sowie einen DSL-Hybrid-Anschluss (also das Zusammenwirken aus eher schwacher ADSL-Leitung und Mobilfunk) mit den Ergebnissen der LTE-basierten Festnetzersatz-Produkte. Wie gut die einzelnen Angebote abgeschnitten haben, lesen Sie auf den folgenden Seiten. Wie wir beim Testen genau vorgegangen sind, ist ausführlich auf Seite 62 beschrieben. Auf die Erfassung und Bewertung von Datenraten haben wir dabei bewusst verzichtet, da diese im Mobilfunk sowohl vom Standort als auch von anderen Nutzern in derselben Funkzelle abhängen.

## Das Nutzererlebnis steht bei diesem Test im Vordergrund

Beim vorliegenden Test steht vielmehr das Nutzererlebnis bei realen Internetanwendungen im Vordergrund. Es handelt sich also weder um einen Hardware-Test der für den Internetzugang genutzten Modem-Boxen noch um eine Bewertung der verwendeten Tarife (zu denen es, wie ab Seite 64 zu sehen, teilweise bereits Nachfolgeangebote gibt). Im Zentrum der vorliegenden Betrachtung steht vielmehr, wie Internetzugänge via LTE beim Laden von Webseiten, beim Gaming, bei Uploads zu Fotobuchdiensten und beim Web-TV-Empfang abschneiden. Damit wollen wir Kunden, für die diese Art von Breitbandnutzung infrage kommt, eine Entscheidungshilfe bieten und sie darüber informieren, was sie von solchen Angeboten erwarten dürfen – und was nicht. **Hannes Rügheimer**

## Telekom Speedbox

Mit sehr guten Leistungen sowohl bei den Web-Services als auch bei Web-TV erzielt die Telekom den Spitzenplatz.

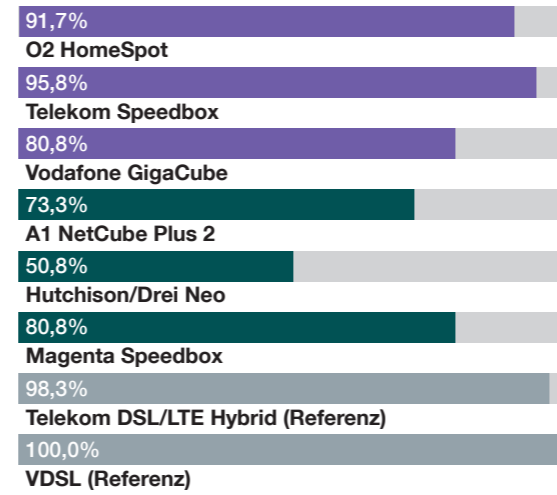
Der nach wie vor aktuelle Homespot-Tarif „MagentaMobil Speedbox“ bietet maximale Datenraten von 300 Mbit/s im Downlink und 50 Mbit/s im Uplink und beinhaltet ein Inklusivvolumen von 100 Gigabyte im Monat. Für 75 statt 40 Euro pro Monat gibt es die Variante „Speedbox XL“ ohne Volumenbegrenzung, alternativ kann zum Tarif „Speedbox“ auch Zusatzvolumen gebucht werden (siehe Seite 64). Als LTE-Router dient die von Huawei zugelieferte Telekom Speedbox.

Die von der Telekom im Test gezeigten Leistungen sind durch die Bank überzeugend – in beiden Testkategorien Web-Services und Web-TV liefern die Bonner die besten Ergebnisse unter allen getesteten Homespot-Angeboten. Beim Aufruf der ETSI-Kepler-

Referenz-Webseite erzielt die Speedbox die schnellste DNS-Auflösungszeit (52 ms) und gemeinsam mit A1 die schnellste HTTP-Session-Duration. Auch die DNS-Auflösungszeit von zehn Webseiten aus der Top-1000-Alexa-Liste ist mit 54 ms die kürzeste aller getesteten Homespot-Angebote. Ebenso erzielt das Telekom-Produkt die kürzeste Upload-Zeit bei den Fotobuchmessungen. Bei den Web-TV-Messungen überzeugen kurze Videoantwort- und Pufferzeiten sowie geringe Fehlerraten.

Unter den berücksichtigten deutschen Anbietern, aber auch im Gesamtvergleich inklusive der österreichischen Mitbewerber erzielt die Telekom somit mit klarem Abstand das beste Ergebnis in diesem Vergleichstest.

**Starker Würfel:** Die für die Telekom-Homespot-Anschlüsse genutzte Speedbox machte im Test eine sehr gute Figur.



Bei der prozentualen Verteilung der Punkte für die Messungen von ETSI-Kepler-Referenz-Webseiten führt die Telekom Speedbox.

connect -Urteil: sehr gut (933 Punkte)



**Zukunftskompatibel:** Der jüngste GigaCube unterstützt bereits 5G, wovon er im Test mangels 5G-Abdeckung aber noch nicht profitierte.

## Vodafone GigaCube

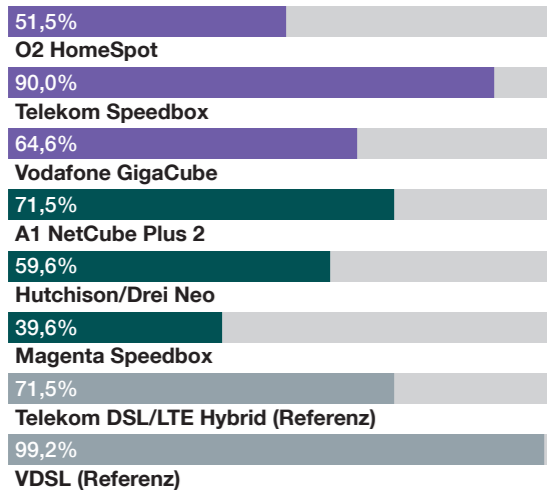
Vodafone zeigt zwar in einigen Disziplinen ein durchwachsendes Bild, erzielt aber insgesamt ein gutes Ergebnis.

Vodafone tritt mit der neuesten, 5G-tauglichen Version seines Gigacube an. Der zugehörige Tarif „GigaCube Max“ erlaubt bis zu 500 Mbit/s im Downlink, bis zu 50 Mbit/s im Uplink und enthält ein Inklusivdatenvolumen von 125 Gigabyte. Auch bei Vodafone stehen gegen deutliche Aufpreise Tarife mit unbegrenztem Datenvolumen zur Wahl (siehe Seite 64). Hardware und Tarif würden auch 5G unterstützen, an den Teststandorten gab es zum Zeitraum unserer Messungen aber noch keine entsprechende Abdeckung.

Insgesamt zeigen die Düsseldorf im vorliegenden Test ein gemischtes Bild. In der Kategorie Web-Services erzielt Vodafone zwar noch ein gutes Ergebnis, liegt damit allerdings gemeinsam mit Telefónica/O2 und vor dem

österreichischen Anbieter Hutchison/Drei auf dem zweitletzten Platz. Auffällig sind vergleichsweise langen DNS-Auflösungszeiten sowie beim Abrufen der ETSI-Kepler-Referenzseiten leicht erhöhte Fehlerraten. Bei den Ping-Tests zu Gaming-Servern zeigt Vodafone mit 45 Millisekunden den langsamsten Wert im Test und zudem mit 2,24 Prozent fehlerhafter Aufrufe auch die mit Abstand höchste Fehlerrate.

Ähnlich sieht es in der Kategorie Web-TV aus: Auch hier sind die Leistungen zwar insgesamt gut, doch fallen stark erhöhte Antwortzeiten beim Aufruf von YouTube-Videos und zudem recht lange Antwortzeiten bei Videos der unterschiedlichen Video-Content-Provider auf. Gut sind dabei hingegen die Pufferzeiten.



Bei den Punkten für Reaktions- und Pufferzeiten mit unterschiedlichen Video-Content-Providern liegt Vodafone im Mittelfeld.

connect -Urteil: gut (781 Punkte)

## Referenz: VDSL und DSL Hybrid

Um die über LTE-Homespots erzielten Leistungen besser einschätzen zu können, vergleichen wir sie mit Referenzmessungen, die wir über einen 100-Mbit/s-DSL- und einen DSL-Hybrid-Anschluss vorgenommen haben.

Vielleicht mit Ausnahme von Wohnmobilreisenden und den Besitzern oder Nutzern von Ferienwohnungen dürfte wohl jeder Internetkunde, der die Wahl hat, einen „echten“ Festnetzanschluss gegenüber dem stationären Surfen per LTE bevorzugen. Um beurteilen und vergleichen zu können, wie viel besser solche „echten“ Festnetzanschlüsse im Vergleich zu den getesteten Homespots abschneiden, haben wir parallel zu den Messungen der LTE-basierten Anschlüsse auch zwei Referenzanschlüsse mitgemessen: zum einen einen „klassischen“ VDSL-Anschluss mit 100 Mbit/s im Downlink und 40 Mbit/s im Uplink, zum anderen einen Telekom-DSL-Hybridanschluss. Letzteren bieten die Bonner Kunden an, an deren Adresse nur vergleichsweise schwache Standard-ADSL-Anschlüsse verfügbar sind, während es dort gleichzeitig guten LTE-Empfang gibt. Der als Referenz mitgemessene Hybridanschluss basiert auf einer ADSL-Leitung mit 16 Mbit/s im Downlink und 2,4 Mbit/s im Uplink. Der an diesem Testanschluss verwendete Telekom-Router Speedport Pro kombiniert die über diese Festnetzleitung übertragenen Datenströme mit LTE und stellt so eine Gesamtdatenrate von 300 Mbit/s im Downlink und 50 Mbit/s im Uplink zur Verfügung. Dabei ist zu betonen, dass diese beiden Anschlüsse im vorliegenden Test allein als Referenz dienen. Da jeweils nur einer von ihnen gemessen wurde und das angewandte Bewertungsschema auf die Homespot-Anschlüsse ausgelegt ist, handelt es bei den Ergebnissen nicht um Testurteile für den VDSL-Anschluss beziehungsweise Telekom DSL-Hybrid.

### „Echtes“ VDSL hat fast überall die Nase vorn

Erwartungsgemäß liefert der reine VDSL-Festnetzanschluss in fast allen getesteten Kategorien bessere Ergebnisse als die LTE-basierten Anschlüsse. Besonders deutlich wird dies bei den DNS-Auflösungszeiten, die mit 13 bis 16 Millisekunden in ei-

ner anderen Leistungsliga spielen als die Ergebnisse der LTE-Homespots, die zwischen 34 und über 100 Millisekunden liegen. Auch die gemessenen Gaming-Pings sind mit durchschnittlich 20 Millisekunden fast doppelt so schnell wie die zwischen durchschnittlich 33 und 45 Millisekunden rangierenden Ergebnisse der Homespot-Anschlüsse. Nur zum Laden der zehn populären Webseiten braucht der VDSL-Anschluss im Durchschnitt minimal länger als die LTE-Angebote von Telekom und Vodafone. Mit 2,98 Sekunden gegenüber 2,71 bzw. 2,88 Sekunden ist der Abstand aber nur gering. Zudem fallen mit dem GigaCube von Vodafone die Fehlerraten in diesem Prüfpunkt etwas höher aus als über die VDSL-Leitung.

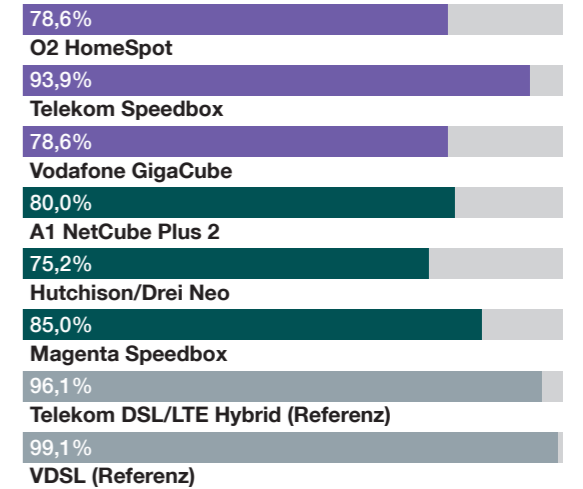
### Meist gute bis sehr gute Ergebnisse für DSL-Hybrid

Im Idealfall sollte „Magenta Zuhause M Hybrid LTE“ die besten Eigenschaften von ADSL und LTE verbinden – schnelle Laufzeiten bei DNS- und Ping-Anfragen über die Festnetzleitung mit hohen Datenraten per LTE. Tatsächlich liegen die gemessenen DNS-Auflösungszeiten mit Werten zwischen 23 und 36 Millisekunden im Durchschnitt zwischen den Top-Ergebnissen der VDSL-Referenz und den über die LTE-Homespots ermittelten Zeiten. Auch die Ladezeiten der ETSI-Kepler-Referenzseite und der zehn populären Webseiten können sich sehen lassen. Nicht ganz perfekt klappt das Zusammenspiel offenbar bei den getesteten Photobook-Uploads. Hier liegt das Durchschnittsergebnis des DSL-Hybridanschlusses nur im Mittelfeld – neben der VDSL-Referenz bieten hier Telekom, A1, Hutchison/Drei und mit hauchdünnem Abstand Vodafone schnellere Uploads als der Speedport Pro via ADSL-LTE-Hybrid.

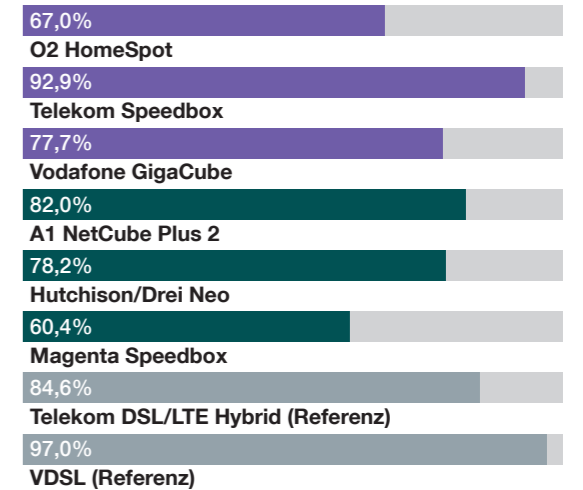
Dennoch ist auf Basis der Kontrollmessungen auch die DSL-Hybridvariante durchaus an Orten zu empfehlen, wo die entsprechenden Voraussetzungen gegeben sind, – vor allem wenn schnelle Pings und DNS-Auflösungen im Fokus stehen.



Vermittler: Das Telekom-Router-Topmodell Speedport Pro kombiniert im Hybridbetrieb die Datenströme von DSL- und LTE-Verbindungen.



Bei der prozentualen Verteilung der Gesamtpunkte in der Kategorie Web-Services liegen die Referenzanschlüsse vorn.



Bei der prozentualen Verteilung der Punkte bei den Web-TV-Messungen schneidet die VDSL-Referenzleitung am besten ab.

## Telefónica/O2 HomeSpot

O2 gefällt im Vergleich mit attraktiven Tarifangeboten. Allerdings reichen die Leistungen nur zur Gesamtnote „befriedigend“ aus.

Bei den Produktofferten macht O2 seinem Ruf alle Ehre und bietet den Homespot-Tarif „My Data Spot“ für vergleichsweise kleines Geld „unlimited“ an – also ohne Volumenbegrenzung. Die Datenrate ist dabei auf bis zu 225 Mbit/s im Downlink und 50 Mbit/s im Uplink begrenzt. Als LTE-Modem dient der von der Firma Askey zugelieferte, LTE-taugliche „O2 HomeSpot“. Wer beim Tarif sparen will, kann ein günstigeres Angebot mit einem Volumenlimit von 100 GB oder einen Flex-Tarif mit Abrechnung nach tatsächlichen Nutzungswochen wählen (siehe Seite 64/65).

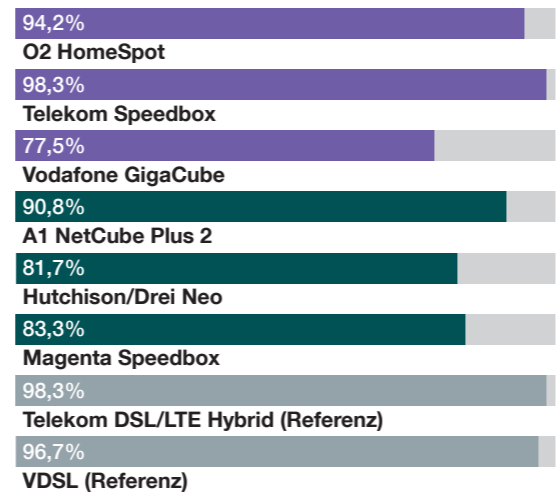
Während die Gesamtleistungen bei den getesteten Web-Services noch gut sind, fallen sie in der Kategorie Web-TV nur befriedigend aus. In beiden Fällen erzielt O2 die

zweitschlechtesten Ergebnisse im Testumfeld – bei den Web-Services gemeinsam mit Vodafone.

Auffällig sind die langen DNS-Auflösungszeiten sowohl der standardisierten ETSI-Kepler-Referenzseiten als auch der Test-Webseiten aus der Top-1000-Alexa-Liste. Auch die Downloadzeit für die Kepler-Seite ist recht lang. Hinzu kommen die zweitlangsamsten Gaming-Pings (nach Vodafone) und ein stark erhöhter Anteil an Gaming-Ping-Zeiten über 70 Millisekunden (8,66 Prozent). Bei den Fotobuch-Uploads ist O2 Schlusslicht.

Auch beim Web-TV gibt es Kritikpunkte: die langen Antwortzeiten bei Youtube und den Angeboten der Video-Content-Provider sowie hohe Fehlerraten (21,03 Prozent) bei Youtube.

Aktualisiert: Seit 2019 gibt es den „O2 HomeSpot“ mit modernisierter Ausstattung. Die erzielten Leistungen liegen aber nur im Mittelfeld.



Bei der prozentualen Verteilung der Punkte für die Messungen aller getesteten Webseiten schneidet O2 recht gut ab.

connect -Urteil: befriedigend (721 Punkte)

## Hutchison/Drei Neo

Mit insgesamt guten Leistungen, aber klarem Abstand zum Austria-Sieger A1 belegt Drei im Alpenland den zweiten Platz.

Der im Test genutzte Homespot-Tarif EasyNet XXL bietet unbegrenztes Datenvolumen und erlaubt Datenraten bis zu 150 Mbit/s im Downlink und 20 Mbit/s im Uplink. Soll es günstiger sein, müssen Drei-Kunden keine Abstriche beim Datenvolumen machen – das bleibt in allen Tarifen unlimitiert –, sondern bei den maximal nutzbaren Datenraten. Definitiv ein Hingucker ist der zugehörige, von ZTE gelieferte LTE-Router.

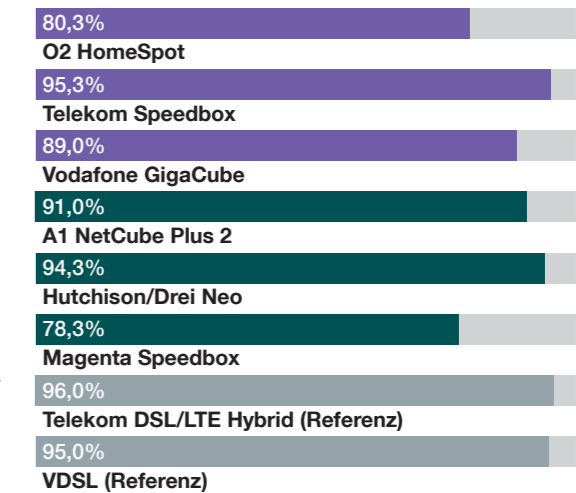
Die Leistungen von Drei in der Kategorie Web-Services sind zwar noch gut, aber die schlechtesten im Testumfeld. Die Ergebnisse der Web-TV-Tests liegen im Mittelfeld, bieten jedoch auch noch Verbesserungspotenzial. Im Detail: Bei den DNS-Auflösungszeiten erzielt die Hutchison-Marke mit 95 ms das zweitschlechteste

Ergebnis im Testfeld für URLs aus der Top-1000-Alexa-Liste. Ein erhöhter Anteil (4,59 Prozent) dieses Werts liegt sogar über 200 ms. Auch zum Download der ETSI-Kepler-Referenzseite braucht Drei Neo auffällig lang. Erfreulich hingegen: Gemeinsam mit Magenta Telekom bietet Drei die kürzesten Antwortzeiten bei den Gaming-Ping-Tests.

Gut schneidet Drei Neo auch beim Abruf von Videos der unterschiedlichen Video-Content-Provider ab. Dies verdankt der Anbieter vor allem der besten Video-Antwortzeit in dieser Disziplin. Einem besseren Ergebnis stehen allerdings lange Antwortzeiten und erhöhte Fehlerraten beim Abruf von Youtube-Videos sowie erhöhte Pufferzeiten beim Video-Streaming gegenüber.



Schönheitspreis: Der von ZTE gelieferte „Drei Neo“ ist mit Abstand der eleganteste LTE-Router im vorliegenden Testfeld.



Bei Bildqualität und Fehlerraten der Messungen unterschiedlicher Video-Content-Provider liegt Drei recht weit vorne.

connect -Urteil: gut (769 Punkte)



Beliebter Lieferant: Der in unserem Test verwendete A1 NetCube Plus 2 wird – wie die LTE-Cubes vieler anderer Anbieter – von Huawei geliefert.

## A1 NetCube Plus 2

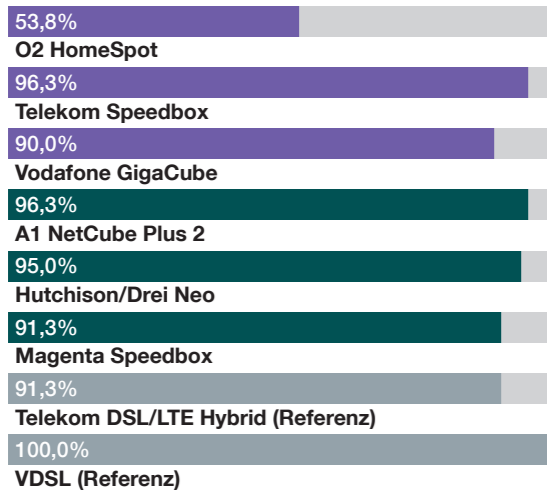
Mit insgesamt guten Leistungen erzielt A1 Telekom den Testsieg in Österreich – trotz kleinerer Schwächen.

A1 Telekom tritt mit dem Homespot-Tarif „A1 NetCube Internet L“ an, der bis zu 150 Mbit/s im Downlink und 50 Mbit/s im Uplink erlaubt und unlimitiertes Datenvolumen bietet. Das zugehörige LTE-Modem „A1 NetCube Plus 2“ stammt, wie bei vielen weiteren Kandidaten in diesem Vergleich, von Huawei.

A1-Kunden, die an ihrem Standort bereits 5G empfangen, können Tarif und Hardware auf den neuen Standard aufrüsten.

Insgesamt sind sowohl die ermittelten Leistungen in der Kategorie Web-Services als auch die im Bereich Web-TV gut, was auch zur Gesamtnote „gut“ und dem Testsieg in Österreich führt. Im Detail zeigen die gemessenen Leistungen aber Licht und Schatten: Der kürzesten DNS-Auflö-

sungszeit bei allen getesteten Webseiten (34 ms) stehen auffällig langsame Auflösungszeiten bei Webseiten aus der Top-1000-Alexa-Liste und der ETSI-Kepler-Referenzseite gegenüber. Die insgesamt besten Downloadzeiten (gemeinsam mit der Telekom in Deutschland) beim Abruf der Kepler-Seiten werden durch einen erhöhten Anteil (4,99 Prozent) von Kepler-Downloads relativiert, die länger als 6,5 Sekunden dauern. Dafür erzielt A1 die zweitschnellste Antwortzeit bei Gaming-Servern und die zweitbeste Upload-Dauer bei den Fotobuchmessungen. Dem besten Resultat bei den Youtube-Antwortzeiten und dem Zweitbesten bei Abrufen von Video-Content-Providern stehen in letzterer Disziplin wiederum erhöhte Pufferzeiten gegenüber.



Bei der prozentualen Verteilung der Punkte für die Fotobuchmessungen steht A1 gemeinsam mit der Telekom an der Spitze.

connect -Urteil: gut (811 Punkte)



Grenzgänger: Die von Magenta eingesetzte Speedbox ist mit dem gleichnamigen LTE-Router der deutschen Muttergesellschaft technisch identisch.

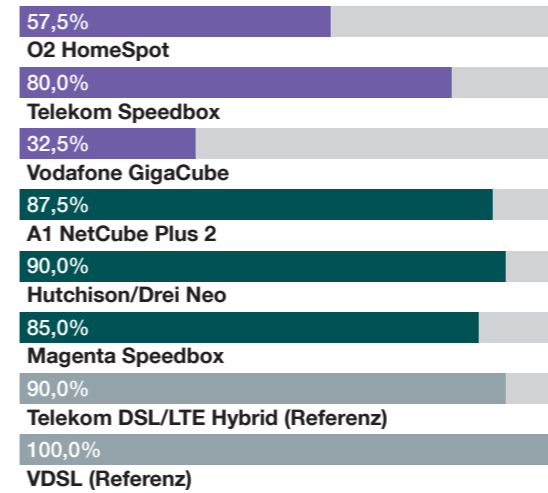
## Magenta Speedbox

Zweitbesten bei den Web-Services, aber Schlusslicht bei Web-TV – in der Summe ergibt dies die Note „befriedigend“.

Die enge Verwandtschaft zur deutschen Konzernmutter sieht man dem Homespot-Angebot von Magenta vor allem an der eingesetzten Hardware an: Der LTE-Router Speedbox ist identisch mit dem auf Seite 58 vorgestellten Gerät der Deutschen Telekom. Unterschiede gibt es jedoch bei den Tarifen: Der im Test genutzte „My HomeNet LTE Extreme“ unterstützt 150 Mbit/s im Downlink und 30 Mbit/s im Uplink und unlimitiertes Datenvolumen. Mittlerweile wurde er durch die neuen Magenta-Angebote „Internet Flex“ abgelöst, die es jeweils mit ebenfalls unlimitiertem Datenvolumen, aber unterschiedlichen Maximal-Datenraten gibt. Optional unterstützt Magenta 5G, wozu dann auch ein 5G-tauglicher Router erforderlich wird.

Im Test mit den von uns genutzten Produkten sind die Ergebnisse von Magenta durchwachsen: Bei den Web-Services ist der Anbieter Zweitbesten im Testfeld und liefert gute Ergebnisse. Zwar fallen zum Teil lange Ladezeiten bei den Webseiten auf, dem stehen aber schnelle DNS-Auflösungszeiten und zusammen mit Hutchison/Drei die kürzesten Antwortzeiten zu Gaming-Servern gegenüber.

Dafür verliert Magenta überdurchschnittlich viele Punkte in der Web-TV-Kategorie. Hier sind die Leistungen nur ausreichend, was unter anderem an langen Antwortzeiten und stark erhöhten Fehlerraten bei Youtube-Aufrufen (besonders ausgeprägt in den Abendstunden) sowie erhöhten Pufferzeiten und Fehlerraten bei den Video-Streaming-Tests liegt.



Prozentuale Verteilung der Punkte der Gaming-Tests: Hier zählt Magenta zu den Top-Anbietern, liegt in Österreich aber hinten.

connect -Urteil: befriedigend (712 Punkte)

# So haben wir getestet



Die vom Ismaninger Netztest-Spezialisten zafaco im Auftrag von connect durchgeführten Tests von LTE-Homespots konzentrieren sich auf das Nutzererlebnis bei Web-Services und Web-TV-Empfang.

Der vorliegende Test von LTE-Homespots fand von Montag, dem 20.07., bis Sonntag, dem 16.08.2020, statt. Insgesamt wurden aus diesem Zeitraum 455 524 Messungen bewertet. Um unaufschiebbar Wartungen durchführen zu können, ohne die Testergebnisse zu beeinträchtigen, haben wir ein Wartungsfenster vorgesehen, das täglich zwischen 2.00 Uhr morgens und 6.00 Uhr morgens lag. Messwerte aus diesem Wartungsfenster wurden bei der Bewertung nicht berücksichtigt.

Bei der Auswahl der getesteten Produkte haben wir als Mindestvoraussetzung eine Datenrate von 150 Mbit/s im Downlink definiert. Die gewählten Tarife und die verwendete Hardware sehen Sie in nebenstehender Tabelle. Mit seiner Multi-Play- und Benchmarking-Plattform führt zafaco sowohl leistungsorientierte QoS-Messungen (Quality of Service) als auch anwenderorientierte QoE-Messungen (Quality of Experience) durch.

Da DNS-Auflösungszeiten sich auf eine große Anzahl von Internetdiensten auswirken, erfolgte diese QoS-Messung als eigenständiger Teil unseres Tests. Im Rahmen der DNS-Messung wurden zu jeder Stunde 40 DNS-Requests versendet und die Antwortzeit gemessen. Um DNS-Caching-Mechanismen weitestgehend auszuschließen und Messungen zu den DNS-Servern im Anbieternetz zu forcieren, wurden jede Stunde wechselnd 40 DNS-Requests aus der Top-1000-Alexa-Liste für Deutschland bzw. Österreich ausgewählt. Die Liste der Top 1000 URLs wurden einmal pro Woche neu bestimmt und täglich in eine zufällige Reihenfolge sortiert. Zusätzlich haben wir die DNS-Auflösungszeiten bei den Aufrufen der ETSI-Kepler-Referenzseite und bei zehn populären Webseiten aus unterschiedlichen Kategorien erfasst. Zu den QoS-Tests zählte zudem der Aufruf von Gaming-Servern. Dazu wurden im Rahmen eines Testdurchlaufs hintereinander zehn ICMP Echo Requests im Abstand von jeweils einer Sekunde und mit einem Timeout von einer Sekunde verschickt. Ermittelt

wurde dann die Zeit bis zum Eintreffen des ICMP Echo Reply. Bei den anwenderorientierten QoE-Messungen erfolgten Webseitenabrufe per Browser. Dabei wurde die standardisierte ETSI-Kepler-Referenzseite von fünf nationalen und vier internationalen Webhosting-Anbietern abgerufen und auf Transportlayer-Ebene die HTTP-Ladezeit gemessen. Zusätzlich erfolgte die Messung der Ladezeiten von unterschiedlichen, häufig genutzten Webseiten auf Applikationslayer-Ebene. Zur Ermittlung der Qualitätskennwerte setzen wir die beiden nach Marktanteilen führenden Browser in Europa ein: Firefox und Chrome. Die Messungen der Web-Services erfolgten abhängig vom Anbieterprodukt und vom OTT-Anbieter über IPv4 oder IPv6.

Für die Photobook-Messungen nahmen wir pro Land Uploads zu jeweils zwei populären Fotobuchanbietern vor. Dabei wurden mehrere Bilder innerhalb von 30 Sekunden hochgeladen und so die durchschnittliche Upload-Zeit pro Bild ermittelt. Ließ sich innerhalb von 30 Sekunden keine Bilddatei vollständig an den Fotobuchservice übertragen, wurde der Upload als nicht erfolgreich gewertet. Der Web-TV-Test führte Messungen im Over-the-Top-Ansatz bei unterschiedlichen Video-Content-Providern durch. Für den Abruf eines Videos kam je nach Voraussetzung auch hier Firefox oder Chrome zum Einsatz. Die Messungen wurden nach Möglichkeit mittels adaptive Streaming durchgeführt. Hierbei fand typischerweise der MP4-Video-Container mit H.264-Codierung und MP3-, AAC- oder OGG-Audio Codec Verwendung. Die Qualitätsanalyse erfolgte nach dem Verfahren Perceptual Evaluation of Streaming Video Quality (PEVQ-S) der Firma Opticom. Die neueste PEVQ-S-Version unterstützt dabei neben H.265 auch den Kompressionsstandard VP9 sowie UHD-Auflösungen. Eine detaillierte Dokumentation des umfangreichen Testverfahrens steht für alle Interessenten unter [www.zafaco.de/de/whitepaper](http://www.zafaco.de/de/whitepaper) zum Download bereit.



An verschiedenen Standorten mussten sich die Homespots der Anbieter vier Wochen lang im Alltagsbetrieb beweisen.

## Fazit

Hannes Rügheimer, connect-Autor



Die Erkenntnis aus unserem Test von LTE-Homespots ist klar: Wo immer ein traditioneller DSL-Anschluss zu bekommen ist, ist der zu bevorzugen. Auch DSL-Hybrid dient eher zum Tuning schwacher Leitungen. Dennoch können sich die Leistungen der per LTE realisierten Festnetz-Ersatzprodukte alles in allem sehen lassen. Dies trifft insbesondere für die Testsieger Deutsche Telekom und A1 Telekom Austria zu. Auch die jeweils Zweitplatzierten Vodafone und

Hutchison/Drei bieten mit ihren HomeSpot-Produkten insgesamt gute Leistungen. Die etwas abgeschlagenen Anbieter Telefónica/O2 und Magenta machen die nur befriedigenden Leistungen teilweise durch attraktivere Tarife wett. Zudem läuft bei allen Anbietern der 5G-Ausbau auf Hochtouren. Wo das neue Netz bereits zu empfangen ist, dürfte es auch stationären Internetkunden per Funk deutlich verbesserte Leistungen liefern.

Auffällig ist allerdings, dass die österreichischen Anbieter – die im Vergleich zu ihren nördlichen Nachbarn beim Mobilfunk in der Regel deutlich besser abschneiden – bei den Homespots etwas zurückliegen. Schnelle Gaming-Pings und andere, punktuell sehr gute Ergebnisse lassen allerdings vermuten, dass dies zum Teil auch dem Erfolg (sprich: der hohen Nachfrage und somit Nutzung) bei den getesteten Produkten geschuldet ist.

Ausstattung	Deutschland						Referenzen	
	Telekom	Vodafone	Telefónica/O2	A1	Hutchison/Drei	Magenta	VDSL	Telekom
Hardware	Speedbox (Huawei B529s-23a)	GigaCube 5G (Huawei H112-370)	HomeSpot (Askey Corp.)	A1 NetCube Plus 2 (Huawei B818-260)	Drei Neo (ZTE MF287)	Speedbox (Huawei B529s-23a)	Fritzbox 7590	Speedport Pro
Tarif	MagentaMobil Speedbox	GigaCube Max 125 GB	O2 My Data Spot Unlimited	Net Cube Internet L	EasyNet XXL	My HomeNet LTE Extreme	VDSL 100	Magenta Zuhause M Hybrid LTE
max. Datenrate Downlink / Uplink (Mbit/s)	300 / 50	500 / 50	225 / 50	150 / 50	150 / 20	150 / 30	100 / 40	300 / 50 <sup>1</sup>
<b>MESSWERTE WEB-SERVICES</b>								
<b>DNS</b>								
DNS-Auflösung (ms)/davon über 200 ms (%)/fehlerhafte Auflösung (%)	54/2,29/0,26	58/1,94/0,25	85/5,29/0,44	98/11,08/0,55	95/4,59/0,26	55/1,83/0,41	13/0,01/0,15	30/0,51/0,00
<b>ETSI-KEPLER-REFERENZSEITE</b>								
DNS-Auflösung (ms)/davon über 370 ms (%)/fehlerhafte Auflösung (%)	52/0,9/0,32	87/1,6/1,50	103/0,3/0,09	105/5,3/0,34	83/0,8/0,00	77/2,7/0,34	16/0,0/0,02	36/0,8/0,06
HTTP-Ladezeit (s)/davon über 6,5 Sek (%)/fehlerhafte Aufrufe (%)	1,73/0,60/0,14	2,01/1,76/0,41	2,06/0,83/0,10	1,73/4,99/0,87	4,22/17,89/1,32	2,04/1,55/0,97	1,37/0,14/0,06	1,67/0,42/0,00
<b>10 WEBSEITEN AUS TOP-1000-ALEXA-LISTE</b>								
DNS-Auflösung (ms)/davon über 125 ms (%)/fehlerhafte Auflösung (%)	36/1,0/0,26	64/13,6/1,83	55/0,5/0,23	34/2,6/0,14	74/1,1/0,00	43/0,5/0,72	14/0,0/0,29	23/0,1/0,00
Webseiten-Ladezeit (s)/davon über 6 s (%)/fehlerhafte Aufrufe (%)	2,71/0,15/0,05	2,88/0,93/0,25	3,01/1,12/0,08	3,00/3,13/0,07	3,03/2,96/0,88	3,22/4,43/0,07	2,98/0,58/0,07	2,91/0,43/0,00
<b>GAMING</b>								
durchschn. Ping-Zeit (ms)/davon über 70 ms (%)/fehlerhafte Aufrufe (%)	40/0,78/0,32	45/4,59/2,24	44/8,66/0,24	36/0,04/0,09	33/0,00/0,09	33/0,05/0,45	20/0,00/0,00	31/0,27/0,00
<b>PHOTOBOOK</b>								
HTTP-Upload-Zeit (s)/davon über 11 s (%)/fehlerhafter HTTP-Upload (%)	1,6/0,08/0,08	2,2/1,84/0,08	4,5/9,79/0,00	1,7/0,00/0,00	1,8/0,00/0,00	2,4/0,00/0,00	1,1/0,00/0,00	2,3/0,28/0,00
<b>MESSWERTE WEB-TV</b>								
Youtube-Videoantwortzeit (ms)/davon über 85 ms (%)/Fehler bei Youtube-Videoantwort (%)	47/2,10/0,92	49/3,08/9,41	57/7,20/21,03	43/2,80/3,77	52/5,99/5,90	57/9,48/24,74	16/0,48/0,48	46/6,53/0,00
Videoantwortzeit (ms)/davon über 190 ms (%)	50/0,55	58/1,78	67/2,18	37/0,00	36/0,08	49/0,91	16/0,11	41/0,46
Pufferzeit am Anfang (s)/davon über 7,5 s (%)	2,1/0,27	2,3/0,75	2,7/0,53	2,9/3,58	3,0/3,97	3,3/4,18	1,7/0,00	3,1/4,11
Bildqualität (PEVQ-S MOS) Durchschnitt / Initial / Stabil	3,8/3,5/4,0	3,8/3,4/3,9	3,7/3,4/3,9	3,9/3,6/4,0	3,9/3,7/4,0	3,8/3,6/3,9	3,8/3,5/4,0	3,8/3,4/3,9
fehlerhafter Web-TV-Abruf (%)	0,49	1,94	3,81	2,04	1,31	4,91	0,71	0,00
<b>Testergebnisse</b>								
DNS-Auflösung (max. 80)	71	71	57	43	60	70	80	78
ETSI-Kepler-Referenzseiten (max. 120)	115	97	110	88	61	97	120	118
Webseiten aus Top-1000-Alexa-Liste (max. 120)	118	93	113	109	98	100	116	118
Gaming-Server (max. 40)	32	13	23	35	36	34	40	36
Photobook-Service (max. 80)	77	72	43	77	76	73	80	73
<b>SUMME WEB-SERVICES max. 440</b>	<b>413</b>	<b>346</b>	<b>346</b>	<b>352</b>	<b>331</b>	<b>374</b>	<b>436</b>	<b>423</b>
Reaktions- u. Pufferzeiten (max. 260)	234	168	134	186	155	103	258	186
Bildqualität u. Fehlerraten (max. 300)	286	267	241	273	283	235	285	288
<b>SUMME WEB-TV max. 560</b>	<b>520</b>	<b>435</b>	<b>375</b>	<b>459</b>	<b>438</b>	<b>338</b>	<b>543</b>	<b>474</b>
<b>connect URTEIL max. 500</b>	<b>933 sehr gut</b>	<b>781 gut</b>	<b>721 befriedigend</b>	<b>811 gut</b>	<b>769 gut</b>	<b>712 befriedigend</b>	<b>979 überragend</b>	<b>897 sehr gut</b>

<sup>1</sup> basiert auf Festnetzanschluss ADSL 16 / 2,4 Mbit/s

