



Gigabit Readiness

Was heißt "Gigabit Readiness"?

Mit der Einführung unseres **Gigabitproduktes im Kabel-Festnetz** verdoppeln wir nicht nur die bisherige maximale Anschlussgeschwindigkeit von 500 Mbit/s, sondern wir nähern uns auch einigen **technischen Grenzen** in vielerlei Hinsicht. Diese Grenzen könnten sich auch im Bereich Ihrer Geräte (Laptops, PCs, Netzwerkgeräte) befinden.

Um Ihnen ein maximales Gigabit-Erlebnis zu gewährleisten, haben wir in diesem Dokument wichtige Beispiele zusammengestellt wie Sie Ihre Geräte optimal auswählen und konfigurieren können. Zu den Bereichen gehören dabei zum Beispiel leistungsfähige Rechner, sehr gutes WLAN und aktuelle Netzkomponenten.

Diese Optimierung Ihrer Geräte fassen wir unter dem Begriff **Gigabit-Readiness** zusammen.

Welche Bereiche können Sie optimieren?

Unser Kabelnetz und die Vodafone-Station (Gigabit-Kabelrouter) bringen bereits alles mit, was Sie für ein schnelles Gigabit-Erlebnis benötigen.

Alle Geräte, die Sie an die Vodafone-Station anschließen, sollten für Gigabit geeignet sein. Die Funktionen der Geräte können dabei wie folgt unterteilt werden:

1. das schnurlose Netzwerk (WLAN)
2. das drahtgebundene Netzwerk (LAN)
3. die Leistungsfähigkeit der Endgeräte (PC, Laptop, Tablet)
4. die Speedtests

Wir stellen Ihnen in den einzelnen Bereichen alle benötigten Grundlagen und geeignete Optimierungen vor.

Die Optimierungen sind ausschließlich für Laptops oder PCs gedacht, da hier das Optimierungspotenzial besonders groß ist. Smartphone oder Tablets sind in der Regel nicht geeignet um die volle Gigabitgeschwindigkeit nutzen zu können.

Wir wünschen Ihnen nun viel Erfolg und interessante Einblicke in die Gigabitwelt!



Inhaltsverzeichnis

GIGABIT READINESS	1
WAS HEIßT "GIGABIT READINESS"?.....	1
WELCHE BEREICHE KÖNNEN SIE OPTIMIEREN?	1
DAS SCHNURLOSE NETZWERK (WLAN).....	4
GRUNDLAGEN.....	4
<i>Frequenzbereich</i>	4
<i>Kanalbandbreite</i>	5
<i>Streams:</i>	5
ÜBERTRAGUNGSGESCHWINDIGKEITEN.....	6
<i>Reichweite / Signalstärke</i>	6
<i>Störungen / Störsignal</i>	6
<i>Signalqualität</i>	6
ÜBERPRÜFUNG.....	7
OPTIMIERUNG	8
<i>Aufstellort der Vodafone-Station</i>	8
<i>Verwendung von Endgeräten mit mehreren Antennen / Streams</i>	8
<i>Nutzung des 5 GHz Frequenzbereiches</i>	8
<i>Richtige Wahl von störungsfreien Kanälen</i>	8
<i>Maximierung der Kanalbandbreite</i>	9
<i>Keine Verwendung von Repeatern oder Power-LAN</i>	9
<i>Videoanleitung</i>	9
DAS DRAHTGEBUNDENE NETZWERK (LAN).....	10
GRUNDLAGEN.....	10
<i>Protokoll</i>	10
<i>Kabelarten</i>	10
ÜBERPRÜFUNG.....	11
OPTIMIERUNG	12
<i>Verwendung der richtigen Kabel</i>	12
<i>Ausreichender Netzwerkanschluss</i>	12
<i>Indirekter Anschluss des Endgerätes an die Vodafone-Station</i>	12
<i>Verwendung von Netzwerkswitchen und Netzwerkroutern</i>	12
<i>Power-LAN</i>	12
<i>Videoanleitung</i>	12
DIE ENDGERÄTE (PC, LAPTOP, TABLET)	13
GRUNDLAGEN.....	13
<i>Leistungsfähigkeit der Endgeräte</i>	13



<i>Hintergrundaktivitäten</i>	13
<i>Massenspeicher</i>	13
<i>Anbieter, Programme und Protokolle</i>	14
OPTIMIERUNG	14
<i>Geeignete LAN/WLAN-Verbindungen</i>	14
<i>Leistungsfähigkeit der Endgeräte</i>	14
<i>Hintergrundaktivitäten</i>	14
<i>Massenspeicher</i>	15
<i>Anbieter, Programme und Protokolle</i>	15
SPEEDTESTS	16
GRUNDLAGEN	16
ÜBERPRÜFUNG	16
<i>Anbieter von Speedtests</i>	16
<i>Browserauswahl</i>	17
<i>Messmethoden</i>	17



Das schnurlose Netzwerk (WLAN)

Grundlagen

Protokoll

Die Daten zwischen der Vodafone-Station und Ihren Endgeräten kann schnurlos mittels WLAN übertragen werden. Für WLAN gibt es eine Reihe an unterschiedlichen Protokollstandards.

Die wichtigsten sind:

- IEEE802.11n (etwas älterer Standard)
- IEEE802.11ac (aktueller Standard)
- IEEE802.11ac Wave 2 (neuester Standard)

Die Verfahren unterscheiden sich in der **Art der Übertragung** und damit verbunden in der Geschwindigkeit mit der die Daten übertragen werden können.

Frequenzbereich

Die WLAN-Daten können in Deutschland in **zwei Frequenzbereichen** übertragen werden:

- 2,4 GHz (in Verwendung bei 802.11n)
- 5 GHz (in Verwendung bei 802.11n und 802.11ac / Wave2)

Die beiden Frequenzbereiche unterscheiden sich hinsichtlich Ihrer Übertragungsgeschwindigkeit und Ihrer Reichweite voneinander.

Der 2,4 GHz Frequenzbereich ist hinsichtlich der maximalen Übertragungsgeschwindigkeit schwächer als das 5 GHz-Netz. Es verfügt jedoch über eine größere Reichweite und kann Hindernisse (z.B. Mauern, verschlossene Türen) besser durchdringen.

Der 5 GHz Frequenzbereich überwindet Hindernisse weniger gut und hat daher eine kleinere Reichweite im Vergleich zum 2,4 GHz Bereich.

Der vermeintliche Nachteil ist aber auch Vorteil zugleich: Der 5 GHz Bereich wird durch die geringere Reichweite von anderen 5 GHz WLAN-Netzen weniger häufig gestört. Hinzu kommt, dass der 5 GHz Bereich im Vergleich zum 2,4 GHz Bereich weniger genutzt wird. Auch hinsichtlich der maximalen Übertragungsgeschwindigkeit ist der 5 GHz Bereich klar im Vorteil.

Beide Bereiche haben eines gemein: Die eigene Übertragungsgeschwindigkeit wird immer von anderen WLAN-Netzen (z.B. Nachbarn, Haushaltsgeräte) beeinträchtigt wenn diese die gleichen Kanäle verwenden.

Für Experten: Sogenannte DFS-Kanäle sind Kanäle im 5 GHz Frequenzbereich, die primär für den Radar der Flugsicherung verwendet werden. Diese Kanäle können nur genutzt werden, wenn die Endgeräte keine Radarsignale auf diesen Frequenzen entdecken. Je nach Standort (Flughafennähe!) stehen diese Kanäle also nicht für WLAN zur Verfügung. In Deutschland können ohne diese Prüfung nur die Kanäle 36, 40, 44 und 48 frei genutzt werden¹. Die Vodafone-Station wird die zusätzlichen DFS-Kanäle zukünftig auch unterstützen.

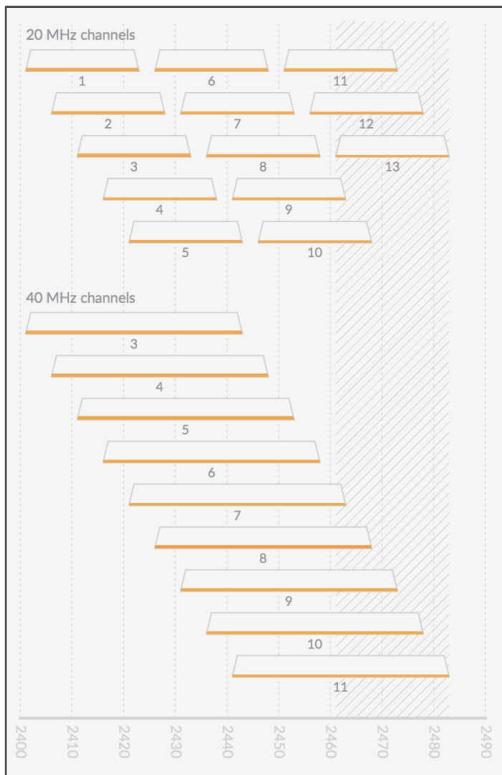
¹ https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_WLAN_channels



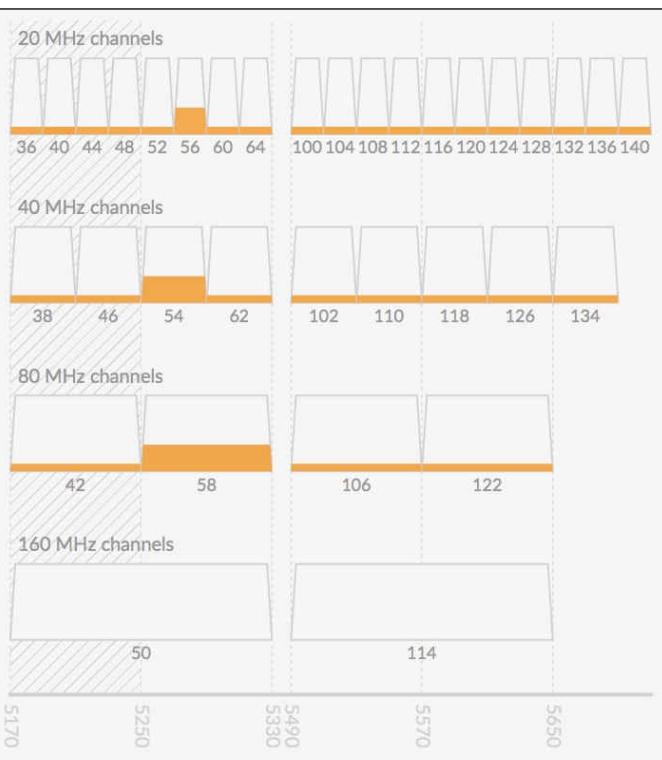
Kanalbandbreite

Die Übertragungsgeschwindigkeit ist auch von der **verwendeten Kanalbandbreite** (gemessen in MHz) abhängig. Eine doppelte Kanalbandbreite führt zu einer doppelten Übertragungsgeschwindigkeit.

Aufteilung / Auslastung 2,4 GHz (Beispiel)



Aufteilung / Auslastung 5 GHz (Beispiel)



Streams:

Moderne Endgeräte sind in der Lage, **mehrere Kanäle gleichzeitig** zwischen der Vodafone-Station und Ihrem Endgerät für die Übertragung zu nutzen. Diese Art der Übertragung wird als Übertragung mit „Streams“ bezeichnet.

Jeder Stream bedeutet, dass eine zusätzliche Antenne im Gerät genutzt wird. Je nach Größe und Ausstattung des Gerätes ist daher auch nur eine gewisse Anzahl an Streams möglich.

Eine Verdoppelung der Anzahl der Streams bedeutet dabei auch eine Verdoppelung der Übertragungsgeschwindigkeit.



Übertragungsgeschwindigkeiten

In Abhängigkeit der zuvor genannten Parameter sind theoretisch folgende maximalen Übertragungsgeschwindigkeiten möglich:

Protokoll	Kanalbreite	Streams	Bereich	Maximalbandbreite
802.11ac Wave 2	20, 40, 80, 160 MHz	max. 4	5 GHz	1700 Mbit/s (4 Streams / 80 MHz)
802.11ac	20, 40, 80 MHz	max. 3	5 GHz	1300 Mbit/s (3 Streams / 80 MHz)
802.11n	20, 40 MHz	max. 4	5 GHz	600 Mbit/s (4 Streams / 40 MHz)
802.11n	20, 40 MHz	max. 3	2,4 GHz	450 Mbit/s (3 Streams / 40 MHz)

Der reale Datendurchsatz (Nettodatarate) liegen in der Praxis nur bei ca. 40-50% der genannten maximalen Übertragungsgeschwindigkeiten.

Der Grund dabei sind die sog. Steuerdaten (engl. Overhead), die von der max. Übertragungsgeschwindigkeit abgezogen werden müssen. Auch schwankende Signalstärken und Störungen können den realen Datendurchsatz stark beeinflussen.

Reichweite / Signalstärke

Die Vodafone-Station und Ihr Endgerät können unterschiedlich stark senden (gemessen in dBm). Da das Signal je nach Länge der Übertragungsstrecke geschwächt wird, besitzt ein stärkeres Signal auch eine größere Reichweite. Die Qualität des Signals wird an Ihrem Endgerät ständig gemessen und kann als **Signalstärke** oder **RSSI-Wert** angezeigt werden.

Störungen / Störsignal

Die über WLAN übertragenen Signale können durch zahlreiche Effekte gestört werden, so dass die oben genannten Parameter oftmals selbstständig zwischen der Vodafone-Station und Ihrem Endgerät angepasst werden um eine optimale Übertragungsgeschwindigkeit zu erreichen.

Diese Störungen sind zum Beispiel:

- andere WLAN-Sender (z.B. von Nachbarn)
- Powerline
- Bluetooth
- Haushaltsgeräte (z.B. Mikrowelle)

Der Grad der Störung wird an Ihrem Endgerät als sog. **Störsignal** ständig gemessen.

Signalqualität

Die Signalqualität (die als Wert in dBm oder nur als „Empfangsbalken“ angezeigt wird) wird häufig auf Basis der Signalstärke abzüglich des Störsignales berechnet. Eine Signalstärke von -45 dBm und ein Störsignal von -93 dBm führen zu einem verwertbaren Signal von -48 dBm. (-93 dBm minus -45 dBm = -48 dBm).



Überprüfung

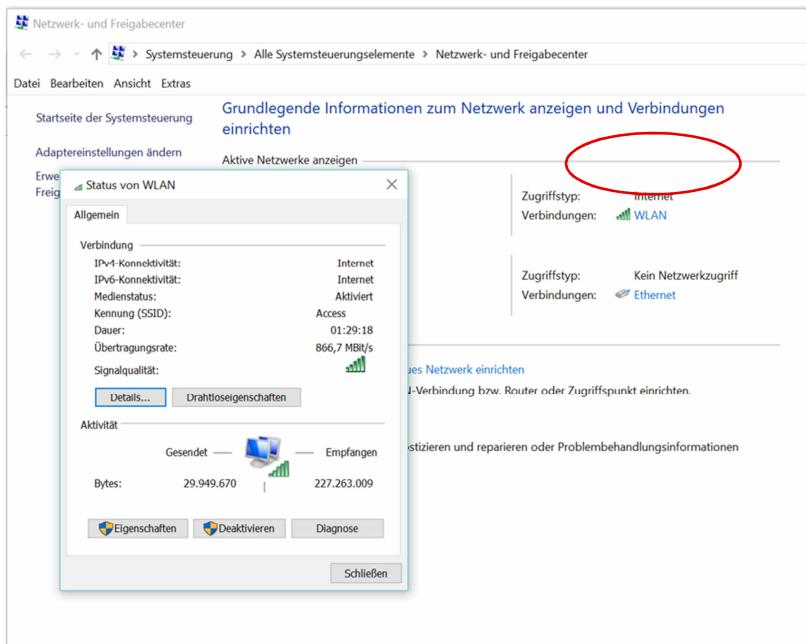
Die Überprüfung, welche Parameter für die Übertragung verwendet werden, kann je nach Endgerät an unterschiedlichen Stellen eingesehen werden:



Apple Mac OS: Durch ein Alt-/Option-Klick auf das WLAN-Symbol in der Menüleiste (rechts oben im Bildschirm) können alle Angaben zum Kanal, zum Frequenzbereich, der Kanalbandbreite, zur Signalstärke RSSI zum Störsignal sowie der theoretischen maximalen Übertragungsbandbreite („Tx Rate“) und zum Protokoll („PHY-Mode“) geprüft werden.

Der zeitliche Verlauf von Übertragungsbandbreite („Rate“), Signalqualität („Qualität“) und Signalstärke („Signal“) kann im Programm „Diagnose für drahtlose Umgebungen“ unter Fenster/Leistungen eingesehen werden.

Für Experten: Der MCS-Index gibt die Modulationsart wieder, der direkten Einfluss auf die Übertragungsbandbreite hat². Bei schlechten Empfangsbedingungen werden stabilere Modulationsarten verwendet, die jedoch niedrigere Übertragungsbandbreiten zur Folge haben.



Microsoft Windows:

Windows „START-Menü“ / Systemsteuerung / Netzwerk- und Freigabecenter / **Verbindungen: WLAN**

Für Windows 10 gibt es auch die WiFi Analyzer APP, die alle erforderlichen Daten anzeigt. Sie können das Programm hier abrufen: <https://www.microsoft.com/de-de/store/p/wifi-analyzer/9nblggh33n0n>

² Siehe https://en.wikipedia.org/wiki/IEEE_802.11n-2009 (für 802.11n) und

https://de.wikipedia.org/wiki/IEEE_802.11ac für 802.11ac



Optimierung

Folgende Optimierungen können getroffen werden, um die WLAN-Bandbreite zu erhöhen:

Aufstellort der Vodafone-Station

Die Vodafone-Station sollte zentral zu allen genutzten Laptops oder PCs stehen. Tablets oder Smartphones sind für diese Betrachtung weniger relevant, da diese in der Regel nicht über mehr als zwei Antennen verfügen und daher bezüglich der Übertragungsbandbreite sowieso eingeschränkt sind. Es sollten möglichst wenige Mauern das WLAN-Signal abschwächen. Ein Einfluss von Hindernissen kann mittels der Anzeige von Signalstärke und Störsignal (siehe bei „Überprüfung“) überprüft werden.

Verwendung von Endgeräten mit mehreren Antennen / Streams

Die Zahl der Antennen / Streams beeinflusst direkt die Übertragungsbandbreite. Es sollten Geräte bevorzugt werden, die 3 oder sogar 4 Streams unterstützen. Laptops haben derzeit üblicherweise nur 2 Streams, maximal jedoch 3 Streams. Separate Einschubkarten für stationäre PCs oder externe USB-Antennen sind auch mit 4 Streams verfügbar. Beachten Sie, dass Smartphones und Tablets im Normalfall nur über eine Antenne verfügen und daher nur einen Stream nutzen können. Sollten Sie den Datendurchsatz maximieren wollen, achten Sie beim Kauf von Endgeräten auf die Zahl der vorhandenen Antennen und der damit unterstützten Streams.

Für Experten: Leider wird häufig bei der Angabe der maximalen Bandbreite von WLAN die mögliche Übertragungsgeschwindigkeit im 2,4 GHz Bereich und im 5 GHz Bereich zusammen addiert. Da ein WLAN Endgeräte meistens immer nur einen Bereich gleichzeitig nutzen kann, ist dies nur ein theoretischer Wert und spielt für die nutzbare Geschwindigkeit an einem Rechner nur eine indirekte Rolle.

Nutzung des 5 GHz Frequenzbereiches

Der 5 GHz-Bereich ist noch wenig frequentiert und sollte daher bevorzugt genutzt werden. Dies gilt insbesondere für die sogenannten DFS-Kanäle. Der Nachteil einer geringeren Reichweite kann durch den Aufstellort der Vodafone-Station oftmals kompensiert werden. Es sollten möglichst wenige Mauern das WLAN-Signal abschwächen. 5 GHz Signale haben schon fast eine ähnliche Ausbreitung wie Licht (würde man den Lichtschein einer Glühbirne (=Vodafone-Station) am Endgerät noch sehen können?).

Für Experten: Die Vodafone-Station nutzt beide Frequenzbereiche (konfigurierbar), so dass ein Endgerät je nach Empfangsbedingungen entweder eine Verbindung im 2,4 GHz oder im 5 GHz Bereich auswählen kann. Wollen Sie einen Frequenzbereich explizit nutzen, so können sie unterschiedliche SSID-Namen auf der Vodafone-Station vergeben und den gewünschten Namen bei der Verbindung am Endgerät auswählen.

Richtige Wahl von störungsfreien Kanälen

Die Vodafone-Station verwendet im AUTO-Modus bereits bei der Inbetriebnahme die optimalen Kanäle. Welche Kanäle die Vodafone-Station aktuell verwendet, kann in der Weboberfläche der Vodafone-Station unter „Status & Hilfe / WLAN 2,4 & 5GHz / Bandbreite“ angezeigt werden.

Verwenden Sie viele, unterschiedliche Geräte/-generationen in Ihrem WLAN, ist der AUTO-Modus der sinnvollste.



Für Experten: Sollten Sie den Empfang für einige wenige Geräte optimieren wollen, so kann mittels eines Kanalscans (mit der Vodafone-Station ist dies im Expertenmodus unter WLAN/WLAN-Radar möglich) die Kanalbelegung und Signalstärke benachbarter WLAN-Netze herausgefunden werden. Dies muss für 2,4 GHz und 5 GHz jeweils separat gemacht werden. Es sollten die am wenigsten verwendeten Kanäle mit den niedrigsten Signalstärken verwendet werden, da hier auch Störungen geringer sind.

Im Bereich 2,4 GHz sollten generell die Kanäle 1, 6 und 11 verwendet werden da diese drei Kanäle sich im Frequenzspektrum nicht gegenseitig überlappen.

Die verwendeten Kanäle können im Expertenmodus unter WLAN/Einstellungen geändert werden.

Maximierung der Kanalbandbreite

Die Vodafone-Station verwendet im AUTO-Modus bereits zum Zeitpunkt der Inbetriebnahme die optimale Kanalbandbreite. Welche das ist, kann in der Benutzeroberfläche der Vodafone-Station unter „Status & Hilfe / WLAN 2,4 & 5GHz / Bandbreite“ angezeigt werden. Verwenden Sie viele unterschiedliche Geräte/-generationen im WLAN, ist der AUTO-Modus der sinnvollste.

Für Experten: Sollten Sie den Empfang für einige, wenige Geräte optimieren wollen, so sollte die Kanalbandbreite auf 2,4 GHz auf 40 MHz gesetzt werden. Dies ist jedoch nur dann sinnvoll/möglich, wenn der gesamte (40 MHz-)Bereich ohne Störungen ist.

Sollte der Router auf 20 MHz verbleiben, kann er 40 MHz nicht nutzen. Hier hilft ggf. die Auswahl eines anderen Kanals (siehe „Richtige Wahl von störungsarmen Kanälen“).

Im 5 GHz Bereich gilt dies analog - hier kann jedoch auch eine Kanalbandbreite von 80 MHz verwendet werden.

Die Kanalbandbreite kann in der Weboberfläche der Vodafone-Station im Expertenmodus unter WLAN/Einstellungen geändert werden.

Keine Verwendung von Repeatern oder Power-LAN

WLAN-Repeater reduzieren üblicherweise die WLAN-Leistung wesentlich und sollten auf jeden Fall vermieden werden.

Falls sie WLAN-Repeater unbedingt einsetzen müssen, so beachten Sie den geeigneten Aufstellort des WLAN-Repeaters. Der Repeater sollte nicht an der Stelle des schlechtesten Empfanges aufgestellt werden (also dort wo Sie Ihr Endgerät verwenden wollen), sondern ungefähr in der Mitte zwischen der Vodafone-Station und der Stelle, an der Sie den Empfang verbessern wollen.

Power-LAN kann das Kabelnetz stören und kann damit auch zu niedrigeren Übertragungsbandbreiten führen.

Videoanleitung

Überprüfen Sie auch alle Tipps in unserem Hilfevideo zur WLAN-Optimierung:

4 Tipps zur Optimierung der WLAN-Verbindung

(https://videos.vodafone.de/vsc_7269_4653_1_vid_946004/4-tipps-zur-optimierung-der-wlan-verbindung.html)



Das drahtgebundene Netzwerk (LAN)

Grundlagen

Der zuverlässigeren Weg, Ihr Endgerät mit der Vodafone-Station und damit mit dem Internet zu verbinden, ist die Nutzung eines Netzwerkkabels. Mit der Nutzung des Kabels werden gegenseitige Störungen ausgeschlossen, wie sie bei WLAN zwangsläufig auftreten. Außerdem bietet ein Kabel auch eine Übertragungsbandbreite, die (fast) unabhängig von der Entfernung zwischen der Vodafone-Station und Ihrem Endgerät ist.

Protokoll

Das heute verwendete Verfahren der Datenübertragung mittels (Netzwerk-) Kabel ist die Übertragung nach 1000BASE-T. Diese bietet die Möglichkeit bis zu 1 GBit/s über ein Kabel zu übertragen. Die Anschlüsse werden oftmals als Gigabit-Ethernet-Anschlüsse oder kurz „GE“-Anschlüsse bezeichnet.

Das frühere Verfahren nach 100BASE-T erreichte nur 100 Mbit/s, die Anschlüsse heißen hier Fast-Ethernet-Anschlüsse oder kurz „FE“-Anschlüsse.

Kabelarten

Die für die Netzwerkverbindung genutzten Kabel werden als Ethernetkabel, Netzwerkkabel oder Twisted Pair (TP) bezeichnet³. Die Bezeichnung Twisted Pair (TP) beruht auf der Tatsache, dass jeweils zwei der im Kabel enthaltenen Adern als Pärchen verdrillt sind.

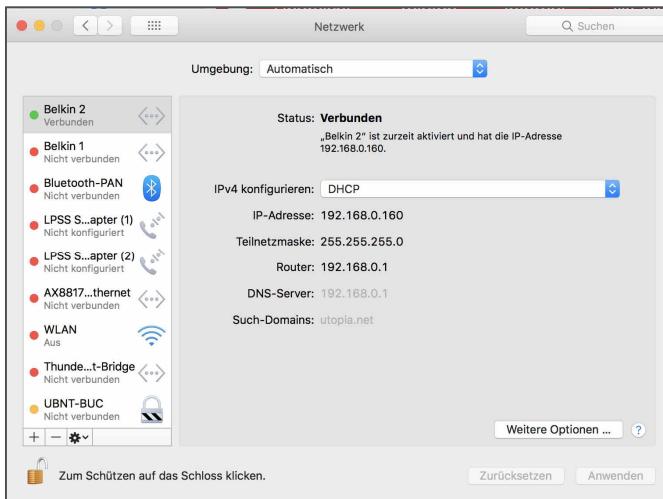
Die Güte der Kabel sowie der Anschlussdosen wird durch die sogenannte Kategorie bezeichnet. Die Mindestgüte der Kabel für die Gigabitübertragung muss der Kategorie 5e oder höher entsprechen. Diese Kabel werden daher auch mit Cat5e, Cat6 oder Cat7 entsprechend ihrer Kategorie bezeichnet.

³ <https://de.wikipedia.org/wiki/Twisted-Pair-Kabel>

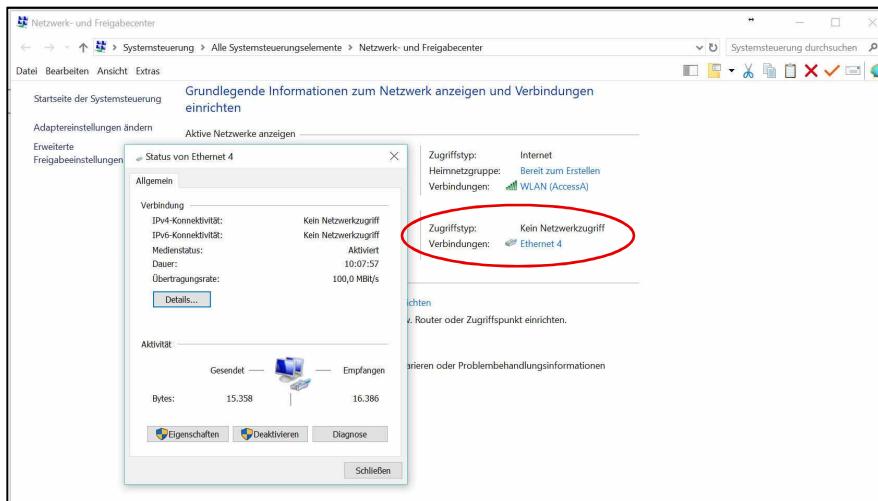
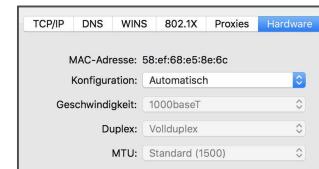


Überprüfung

Sie können das verwendete Übertragungsprotokoll und damit die erreichbare Übertragungsbandbreite für die Verbindung mit einem Netzwerkkabel direkt an Ihrem Endgerät einsehen. Je nach Endgerät finden Sie diese Information an unterschiedlichen Stellen:



Apple MacOS: Rufen Sie das Programm Systemeinstellungen auf und wählen Sie den Bereich Netzwerk aus. Im nächsten Dialog können Sie links den Netzwerkanschluss auswählen, bei aktiver Netzwerkverbindung ist dieser grün. Unter „Weitere Optionen“/„Hardware“ erhalten Sie alle Angaben zum Netzwerkanschluss. Bei Geschwindigkeit steht das verwendete Protokoll (1000BaseT, 100BaseT).



Microsoft Windows:

Windows „START-Menü“ / Systemsteuerung / Netzwerk- und Freigabecenter / Verbindungen: **Ethernet oder LAN-Verbindung** / Übertragungsrate



Optimierung

Folgende Optimierungen können getroffen werden um die LAN-Bandbreite sicher zu stellen:

Verwendung der richtigen Kabel

Die Netzwerkabläufe müssen unbeschädigt sein und sollten nicht zu stark gebogen oder geknickt sein. Die Kabel müssen der Kategorie Cat5e besser Cat6 oder höher entsprechen. Die Kategorie Cat5 oder niedriger ist nicht ausreichend!

Ausreichender Netzwerkanschluss

Überprüfen Sie, dass Ihr Endgerät über einen 1000BaseT (Gigabit-Ethernet, GE) Netzwerkanschluss verfügt. Ein Anschluss nach 100BaseT (Fast-Ethernet, FE) ist nicht ausreichend!

Beachten Sie, dass beim 1000BaseT Gigabit-Ethernet-Anschluss die Brutto-Datenrate zwar 1000 Mbit/s beträgt, die durch Sie nutzbare Netto-Datenrate jedoch auf maximal etwa 960 MBit/s begrenzt ist. Der Grund hierfür ist, dass neben Ihren Nutzdaten bei der Übertragung im Internet auch Verwaltungsinformationen transportiert werden müssen. Diese bezeichnet man als „Protokoll-Overhead“ und reduziert die Brutto-Datenrate entsprechend⁴.

Indirekter Anschluss des Endgerätes an die Vodafone-Station

Ist Ihr Endgerät nicht direkt an der Vodafone-Station angeschlossen, sondern nur indirekt über andere Netzwerkschalter oder Netzwerkrouten, stellen Sie bitte sicher, dass jedes der beteiligten Geräte über einen aktiven 1000BaseT Anschluss verfügt. Es sollten nur neueste Netzwerkschalter oder Netzwerkrouten verwendet werden, die auch bei kleinen Paketgrößen einen Durchsatz von mindestens mehreren GBit/s haben.

Verwendung von Netzwerkschaltern und Netzwerkroutern

NAT auf den Netzwerkrouten sollte verhindert werden, da bereits die Vodafone-Station über eine aktive NAT-Funktion verfügt.

Mehrere Kaskaden (Hintereinanderschaltung) von Netzwerkschaltern oder Netzwerkrouten können die Übertragungsbandbreite verringern und sollten vermieden werden.

Beachten Sie: Alle Endgeräte, die an einem Netzwerkschalter/Netzwerkrouter angeschlossen sind, müssen sich die Bandbreite von 1 GBit/s der Verbindung zwischen Netzwerkschalter/Netzwerkroute und der Vodafone-Station teilen.

Power-LAN

Power-LAN, also die Datenübertragung über das Stromnetz, kann zu niedrigeren Übertragungsbandbreiten führen und sollten daher vermieden werden.

Power-LAN kann die Übertragung im Kabel-Internetanschluss stören, was wiederum zu niedrigeren Übertragungsbandbreiten führt.

Videoanleitung

Überprüfen Sie auch alle Tipps in unserem Hilfevideo zur Verbesserung der Internetgeschwindigkeit: [**Internetgeschwindigkeit verbessern**](#)

(https://videos.vodafone.de/vsc_7269_4653_1_vid_661821/internetgeschwindigkeit-verbessern.html)

⁴ Siehe folgende Informationen zur maximal möglichen Nettodatenrate:
https://kb.netapp.com/app/answers/answer_view/a_id/1003832



Die Endgeräte (PC, Laptop, Tablet)

Grundlagen

Aktuelle Endgeräte wie ein PC oder ein Laptop verfügen normalerweise über genügend Geschwindigkeitsreserven, um einen Datenstrom von 1 GBit/s über das Netzwerk zu übertragen und damit aus dem Internet zu empfangen.

Bedenken Sie bitte, dass bei der heute am weitesten verbreiteten Schnittstelle, dem Gigabit-Ethernet-Anschluss eine maximale Netto-Nutzdatenrate von etwa 960 MBit/s erreicht werden kann. Dies ist dem Ethernet Protokoll geschuldet und ist damit eine physikalisch/logische Begrenzung für Einzelverbindungen auf Basis der Gigabit-Ethernet- Schnittstelle.

Auch an den Endgeräten gibt es einige Einflussfaktoren, welche die Übertragungsbandbreite einschränken können. Dazu zählen andere Programme, die im Hintergrund Rechenkapazität benötigen, Massenspeicher, die schnell genug sein müssen die Daten zu speichern und letzten Endes auch geeignete Anbieter, Programme und Protokolle um das Gigabit optimal ausnutzen zu können.

Leistungsfähigkeit der Endgeräte

Einige ältere PCs und Laptops sind aufgrund der niedrigen Prozessorleistung nicht in der Lage, ein Gigabit/s zu übertragen und vor allem zu verarbeiten. Auch wenn die Netzwerkschnittstelle 1000 Mbit/s unterstützt, müssen die Daten in kleinen Paketen empfangen werden, ggf. korrigiert oder bei Fehlübertragung nachgefordert werden. Bei der Bearbeitung der Daten müssen diese Daten interpretiert (z.B. Webseite), analysiert (z.B. Content-Firewall, Virenscanner) oder zumindest auf Massenspeichern abgelegt werden.

Daher sind in der Regel nur Laptops mit der aktuellen Hochleistungsprozessor-Generation wie einem Intel Core i7, i5 und i3 für die Nutzung der vollen Gigabitgeschwindigkeit geeignet.

Beispiele sind der Intel i5 Prozessor 5200U oder der AMD A8-3870K.

Sehr stromsparende und Low-Cost-Prozessoren wie Intel Atom und Celeron hingegen können deutlich leistungsärmer sein.

Empfehlenswert ist neben einer leistungsstarken Hardware auch ein aktuelles (64 Bit-) Betriebssystem.

Hintergrundaktivitäten

Die Leistungsfähigkeit von PCs und Laptops wird durch eine Vielzahl an Programm und Prozessen geschränkt, die im Hintergrund arbeiten. Zum einen können diese Programme selber den Internetzugang nutzen, um z.B. Updates aus dem Internet zu laden, zum anderen verbrauchen diese Programme auch Rechenkapazität.

Massenspeicher

Bei der Speicherung von Daten auf Massenspeichern (diese können im Endgerät eingebaut sein, kritischer sind hier jedoch externe Massenspeicher) gibt es Geschwindigkeitsbeschränkungen, die durch das Medium vorgegeben sind (z.B. Festplatten in Laptops übersteigen aufgrund ihrer Bauform selten die 100 Mbyte/s, dies entspricht 800 Mbit/s) oder durch die Anbindung des Massenspeichers an das Endgerät (z.B. USB 2.0 überträgt theoretisch nur maximal 480 Mbit/s).



Anbieter, Programme und Protokolle

Der Großteil der heutigen Internetanbindungen für private Endkunden ist mit Anschlussbandbreiten kleiner oder gleich 200 Mbit/s ausgestattet.

Viele Internet-Dienstanbieter (Facebook, Google, Amazon etc.) dimensionieren auf dieser Basis Ihre Dienste oder versuchen aktiv durch Verkehrssteuerung möglichst vielen Kunden eine optimale Bandbreite zuzuweisen.

Internetanschlüsse mit höheren Anschlussbandbreiten können daher abhängig vom Anbieter und deren Lastsituation die maximale Anschlussgeschwindigkeit mit einem Anbieter sehr oft alleine nicht erreichen.

Sind Programme und Protokolle so gestaltet, dass diese mehrere parallele Übertragungen nutzen, so kann leichter die maximale Anschlussbandbreite erreicht werden.

Optimierung

Folgende Optimierungen können bei den Endgeräten getroffen werden:

Geeignete LAN/WLAN-Verbindungen

Ihre Endgeräte sollten Sie am besten drahtgebunden (mit Netzwerkkabel) an die Vodafone-Station anschließen (LAN-Verbindung). Notfalls können Sie auch eine Verbindung mittels schnurloser Verbindung (WLAN-Verbindung) nutzen. Beide Verbindungsarten sollten Sie wie beschrieben optimiert haben.

Leistungsfähigkeit der Endgeräte

Ihr Endgerät (PC, Laptop) sollte über eine aktuelle Prozessor-Generation verfügen. In der Regel sind dies Prozessoren ab der Leistungsklasse eines Intel i5 Prozessors 5200U oder eines AMD A8-3870K. Hat Ihr PC/Endgeräte mindestens einen USB 3.0-Anschluss (z.B. USB-C)? Dann sollte Ihr Endgerät häufig auch in der Lage sein, Geschwindigkeiten von 1 GBit/s zu verarbeiten.

Hintergrundaktivitäten

Überprüfen Sie, ob es Programme gibt, die im Hintergrund aktiv sind und eine hohe Systemlast erzeugen. Diese Programme könnten z.B. aufgrund von Fehlern oder unvollständiger Installationen oder Updates die Geschwindigkeit des Endgerätes wesentlich einschränken. Deinstallieren Sie das Programm und führen Sie eine Neuinstallation des Programms durch.

Haben Sie einen Virensucher im Einsatz? Überprüfen Sie auch hier, ob dieser eine übermäßige Last erzeugt. Dies könnte z.B. in einer alten Version begründet liegen oder darin, dass regelmäßige Überprüfungen (sogenannten Scans) auch während der Zeit durchgeführt werden, in der sie den PC/Laptop nutzen und diesen verlangsamt. Auch gibt es Virensuchere die die Überprüfung übertragener Daten schneller durchführen können und daher die Datenübertragung weniger beeinflussen. Überprüfen Sie auch, ob mehr als nur ein Virensucher aktiv ist.

Wir empfehlen beim Einsatz von Windows7 bis Windows10 den Microsoft-eigenen Virensucher „Windows Defender“. Dieser erzeugt bei Downloads eine relativ geringe zusätzliche CPU-Last im Vergleich zu anderen Virensuchern.



Massenspeicher

Überprüfen Sie auf welche Massenspeicher Sie Dateien bei Download speichern. Sind diese in der Lage, mehr als 125 Mbyte/Sekunde zu schreiben? Günstige SSD-Massenspeicher sind zwar schneller, aber auch kein Garant dafür, dass diese schnell genug sind.

Stellen Sie sicher, dass externe Massenspeicher über eine adäquate Verbindung (z.B. USB 3.0, USB-C, Thunderbolt) an Ihr Endgerät angeschlossen sind.

Führen Sie diese Prüfung auch für NAS-Systeme durch oder vermeiden Sie deren Nutzung für Downloads. Bei NAS-Systemen kann auch die Netzwerkanbindung ein Flaschenhals sein: Das NAS und Ihr Endgerät sollten über eine Netzwerkanbindung von grösser 1 GBit/s (z.B. 2x1 GBit/s oder mehr) verfügen, denn Downloads müssen zuerst auf Ihr Endgerät übertragen werden, um im gleichen Zuge wieder zurück auf das NAS übertragen (und gespeichert) zu werden.

Anbieter, Programme und Protokolle

Überprüfen Sie, ob der von Ihnen genutzte Dienstanbieter (z.B. Facebook, Google) für eine einzelne Verbindungen überhaupt die Datenübertragungsrate einräumt, die Sie an Ihrem Anschluss erreichen können (z.B. 1 GBit/s).

Je nach Anbieter und Dienst gibt es auch (Dritt-) Programme, die mehrere Verbindungen aufbauen und damit ein Übertragungslimit umgehen können.

Einige Anbieter sind generell aufgrund deren Auslastung, ihrer Dimensionierung oder ihrer Anbindung an das Internet nicht in der Lage, die von Ihnen geforderte Bandbreite zu liefern. Achten Sie bei der Auswahl Ihres Dienstanbieters (z.B. VPN-Anbieter) auf dieses Merkmal.



Speedtests

Grundlagen

Speedtests können der Ermittlung von Bandbreiten dienen, die für Verbindungen in das Internet erreicht werden. Diese Tests sind entweder über Webseiten erreichbar (Web-basierte Speedtests) oder über eigenständigen Programme oder Apps, die installiert werden müssen.

Die heute üblichen Speedtests sind in der Mehrzahl Web-basierte Speedtests. Dabei werden für die Messung einer Download- und einer Upload-Bandbreite in beide Richtungen Dateien zwischen dem Webbrower des Endgerätes und einem Server im Internet übertragen und die hierzu benötigte Übertragungszeit gemessen.

Die Geschwindigkeit der Übertragung ist über den Zeitraum jedoch nicht konstant. Am Anfang des Tests nähert sich zum Beispiel die Geschwindigkeit erst nach und nach dem Maximum an („Ramp-Up“ Time), weiterhin kann durch unterschiedliche Auslastungen der Internetverbindungen zu den Servern im Internet die Geschwindigkeit stark schwanken.

Hinzu kommen weitere Einflussfaktoren für Schwankungen wie sehr kurze Messzeiten, die Leistungsfähigkeit der Endgeräte, die Auslastung der Endgeräte sowie der Internetanbindung durch Hintergrundprozesse.

Aus diesen Gründen kann ein Speedtest die reale Anschlussbandbreite nur unzureichend messen.

Die neuen Gigabit Anschlussgeschwindigkeiten der Kabelanschlüsse führen noch zu weiteren Abhängigkeiten. Ähnlich wie bei den Internet-Dienstanbietern (siehe Kapitel Endgeräte) müssen auch die Testserver und deren Anbindung an das Internet die neuen Geschwindigkeiten unterstützen, was in der Mehrzahl heute noch nicht gegeben ist. Diese sind üblicherweise selber nur mit 1 GBit/s angebunden und müssen mehrere parallele Messungen unterstützen. Eine repräsentative Messung der Anschlussgeschwindigkeit von 1 GBit/s ist hierbei nicht möglich.

Überprüfung

Anbieter von Speedtests

Aufgrund der genannten Gründe ist die Auswahl der Speedtests sehr kritisch durchzuführen. Es sollten nur Anbieter von Speedtests genutzt werden, deren Testserver sowohl über eine Anbindung von 10 GBit/s oder mehr verfügen als auch möglichst regional zum Internetanschluss Ihres Standortes liegen.

Zu diesem Zweck stellt Vodafone bundesweit geeignete 10 GBit/s Testserver zur Verfügung, die für folgende Anbieter an Speedtests genutzt werden können:

- Vodafone Speedcheck (speedcheck.vodafone.de)
- Ookla Speedtest (speedtest.net)⁵
- NPerf (nperf.com)

⁵ Ookla hat eine eigene Sammlung an Tipps rund um das Thema Gigabit-Readiness:
<https://www.speedtest.net/insights/blog/are-you-gigabit-ready-17-tips-to-help/>



Selbst bei einer optimalen Auswahl ist es unabdingbar, viele Messungen zu unterschiedlichen Zeiten durchzuführen um andere Einflüsse zu minimieren.

Browserauswahl

Die Geschwindigkeitsmessung ist auch vom verwendeten Web-Browser (z.B. Internet Explorer, Mozilla Firefox, Safari) abhängig. Da die Web-Browser abhängig von der verwendeten Speedtesttechnologie (Flash oder HTML5) sind, empfehlen sich unterschiedliche Web-Browser für die Speedtest:

- Flash-Speedtest (z. B. Vodafone-Speedcheck):
Cliqz-Browser oder Mozilla Firefox im Safe-Mode
- HTML5-Speedtest (z. B. nperf.com, Breitbandmessung.de):
Google-Chrome

Überprüfen Sie auch ob Browser Plug-Ins aktiviert sind, die viel Rechenzeit benötigen.

Alle in diesem Dokument genannten Aspekte zu Optimierungen und Limits sind der vorigen Kapitel sind ebenso zu berücksichtigen.

Messmethoden

Eine Aussage zur Anschlussgeschwindigkeit kann nur durch sehr viele zeitgleiche Messungen von möglichst unterschiedlichen Endgeräten getroffen werden. Dabei sollten auch unterschiedliche Testserver der einzelnen Speedtestanbieter ausgewählt werden. Die Summe aller Bandbreiten ergibt dabei ungefähr die reale Anschlussgeschwindigkeit.

Die genutzte Bandbreite eines Rechners kann am besten über die in den Betriebssystemen enthaltene Anzeigen der Übertragungsgeschwindigkeit (z.B. Windows Performance-Meter) ermittelt werden. Der Vorteil in den Betriebssystemen enthaltene Anzeigen ist, dass auch laufende Hintergrundprozesse mit berücksichtigt werden resp. auch alle übertragenen Daten (inkl. Overheads) berücksichtigt wird (siehe folgende Grafik):

