zafaco

Fachworkshop
Dienstequalität breitbandiger Internetzugänge

Bundesnetzagentur

Bonn, 04. Juni 2013

Agenda

- Hintergrund und Ziele
  - Messbarkeit der Qualität von Internetzugangsdiensten
  - Ziele der Qualitätsuntersuchung
- Methoden
  - Integriertes Messkonzept
  - Aufbau und Methodik der Messplattform
  - Aufbau und Methodik der Endkundenmessung
  - Aufbau der Daten-Referenz-Systeme
  - Messablauf
- Qualitätssicherung, statistische Aspekte und Monitoring
  - Qualitätssicherung
  - Statistische Aspekte der Studie
  - Statistisches Monitoring

Messbarkeit der Qualität von Internetzugangsdiensten

Die Qualität von Internetzugangsdiensten kann von einer Vielzahl unterschiedlicher Faktoren beeinflusst werden:

- Anbindung des Endkunden an die Infrastruktur des Anbieters
  (Technologie, Leitungslänge, Funkversorgung)
- Angebot von weiteren Dienstleistungen
  (Triple Play etc.)
- Infrastruktur des Anbieters
  (Konzentrations- und Kernnetz)
- Verkehrsmanagement des Anbieters
  (Unterschiedliche Priorität oder Geschwindigkeit)
- Endkundeninfrastruktur
  (Installierte Anwendungen, Endgeräte)

Ziele der Qualitätsuntersuchung

Betrachtung von Parametern, die maßgeblich die Qualität der Dienstleistung „Internetzugangsdienst“ gegenüber dem Endkunden beeinflussen:

- Verfügbare Datenübertragungsrate des Anschlusses
  Technologie, Produktklassen, Anbieter, Regionen
- Management der Verkehrslast im Konzentrations- und Kernnetz
  Zeitliche Verteilung, Laufzeiten, Web-Browsing
- Verfügbare Datenübertragungsrate bei Nutzung von Bündelprodukten

Agenda

- Hintergrund und Ziele
  - Messbarkeit der Qualität von Internetzugangsdiensten
  - Ziele der Qualitätsuntersuchung
- Methoden
  - Integriertes Messkonzept
  - Aufbau und Methodik der Messplattform
  - Aufbau und Methodik der Endkundenmessung
  - Aufbau der Daten-Referenz-Systeme
  - Messablauf
- Qualitätssicherung, statistische Aspekte und Monitoring
  - Qualitätssicherung
  - Statistische Aspekte der Studie
  - Statistisches Monitoring

Integriertes Messkonzept

Die beschriebenen Fragestellungen wurden im Rahmen der Studie durch ein integriertes Messkonzept verfolgt, das aus einer Kombination von zwei Komponenten mit einander ergänzenden, spezifischen Eigenschaften besteht.

Aufbau und Methodik der Messplattform

Stationäre Messungen

Die bundesweite Messplattform setzt sich aus Messeinheiten an 26 Standorten zusammen:

Verfügbarkeit einer hohen Anzahl von Anbietern an einem Standort durch Platzierung in größeren Städten.

Die „best-in-class“-Produkte wurden gemessen, also die hochwertigsten Anschlüsse, die an diesen Standorten verfügbar waren.

Messungen erfolgen 7 Tage pro Woche an 23 Stunden.

Aufbau und Methodik der Messplattform

Stationäre Messungen

Für die Plattform kommt leistungsfähige, auf diesen Einsatzzweck speziell zugeschnittene Hardware und Software zum Einsatz.

An den oben genannten Standorten ist mindestens eine Messeinheit mit State of the Art PC Architektur und ausreichend dimensionierten Prozessor und Speicher vorhanden.

Die Messeinheiten sind teilnehmergleich an das Anschlussnetz inklusive Router des Anbieters angeschlossen.

Indem nicht spezielle Testanschlüsse, sondern öffentlich verfügbare Teilnehmeranschlüsse gewählt wurden, ist eine Vergleichbarkeit der Anbieter gewährleistet.

Aufbau und Methodik der Messplattform

Mobile Messungen

Die Qualitätsparameter mobiler Breitbandanschlüsse wurden mit Hilfe der mobilen Messeinheiten der deutschlandweiten Messplattform gemessen.

Die stichpunktartigen Messungen erfolgten in Bereichen hohen Publikumsverkehrs in den Orten, an denen sich Standorte der Messplattform befinden.

Die „best-in-class“-Produkte der Anbieter wurden gemessen.

Hauptbahnhof

Universität

Zentrum

Flughafen

Messfahrten am Beispiel Berlin

Aufbau und Methodik der Messplattform

Mobile Messungen

Auch für den Einsatzzweck der mobilen Messungen kommt leistungsfähige, speziell zugeschnittene Hardware und Software zum Einsatz.

Die Ausstattung der Messeinheiten ist fast identisch mit denen für die stationären Messungen, nur dass diese für den mobilen Einsatz konzipiert sind.

An den Messeinheiten wurden handelsübliche USB-Stick für UMTS inklusive SIM-Karte und Anwendungssoftware des Netzbetreibers angeschlossen und installiert.

Die genutzten Datenvolumina wurden so bemessen, dass keine Drosselung der Datenübertragungsrate bei Überschreiten des vertraglich vereinbarten Datenvolumens auftrat („Speed Step Down“).

Aufbau und Methodik der Messplattform

Messplattform

Die eigentlichen Messaufgaben wurden in einer Mess-Software implementiert, die auf den beschriebenen Computersystemen installiert worden ist.

Dabei wurden die Messdaten nach den von dem **Deutsches Institut für Normung (**DIN 66274), dem **Europäischen Institut für Telekommunikationsnormen** (ETSI EG 202 057) und der **International Telecommunication Union** (ITU P.862) definierten Empfehlungen erhoben.

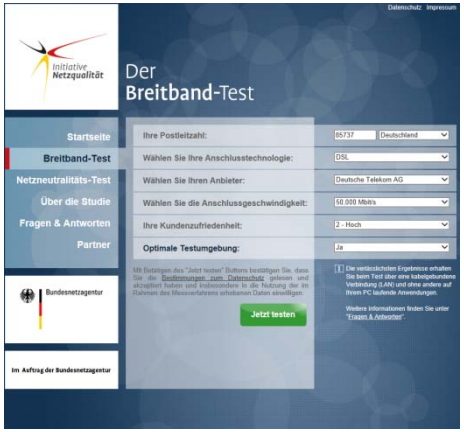
Die Daten wurden mittels Prüfverbindungen an den Kundenschnittstellen inklusive Router des Anbieters ermittelt.

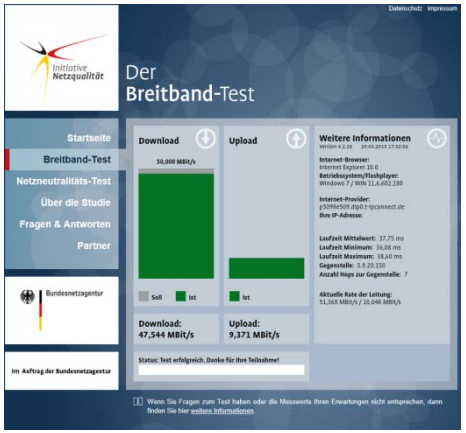
Dieser Ansatz gewährleistet zudem eine Beurteilung der Servicequalität aus Kundensicht, denn alle in einer Ende-zu-Ende-Verbindung beteiligten Systemkomponenten werden in den Test mit einbezogen.

Aufbau und Methodik der Endkundenmessung

Um eine möglichst hohe Anzahl von Teilnehmern zu erreichen musste die Implementierungstechnologie mehreren Anforderungen entsprechen:

- Keine spezifische Installation innerhalb der Endkundeninfrastruktur, um eine Teilnahme für Endnutzer nicht zu erschweren
- Unabhängigkeit von Browser- und Betriebssystemtyp
- Hoher Verbreitungsgrad und Robustheit





Aufbau und Methodik der Endkundenmessung

Messungen

Die Endkundenmessungen erfolgten zwischen der Software-Applikation, die als Flash PlugIn im Browser des Endgerätes ausgeführt wird, und Daten-Referenz-Systemen.

Vor dem Hintergrund das die Datenübertragungsrate durch im Hintergrund laufende Anwendungen beeinflusst werden kann, wurden die Endnutzer zunächst über diese Voraussetzungen informiert, und dann aufgefordert, alle anderen Anwendungen zu beenden und das Endgerät, von dem die Messung gestartet werden soll, direkt über ein LAN-Kabel an die vom Anbieter zur Verfügung gestellte Zugangs-Einheit anzuschließen.

Schließlich wurde vor der Messung abgefragt, ob bei der Messung eine solche optimale Testumgebung vorgelegen hat. In die Auswertung der Studie sind nur die Datensätze eingegangen, die bei optimaler Testumgebung ermittelt worden sind.

Aufbau der Daten-Referenz-Systeme

Für die Datenmessungen standen 10 Server (Daten-Referenz-System) mit einer Anbindung von jeweils 1 Gbit/s zur Verfügung.

Durch eine Vernetzung der Daten-Referenz-Systeme mit den wichtigsten und größten Peering- bzw. Internet-austauschknotenpunkten Europas wurde ein optimiertes und stabiles Routing erreicht.

Um zu verhindern, dass eine Beeinflussung der Messung durch Überlastung der Server und deren Anbindung erfolgt, ist eine monitoring-basierte Laststeuerung implementiert worden.

Durch die Laststeuerung konnte sichergestellt werden, dass die Daten-Referenz-Systeme bei jeder Messung über eine ausreichende Bandbreite verfügten. Dabei wurde durchgängig eine Sicherheitsreserve von 20% eingehalten.

Aufbau der Daten-Referenz-Systeme

Erfasste Parameter

	Endkundenmessungen	Messplattform
Datenübertragungsrate an stationären Anschlüssen (Up- und Download)	✓	Kontrollmessungen
Datenübertragungsrate bei mobilen Internetzugängen (Up- und Download)		✓
Einfluss der Tageszeit auf die Datenübertragungsrate (stationäre Anschlüsse)		✓
Laufzeiten		✓
Web Browsing		✓
Interdependenzen		✓

Messablauf

Messung der Datenübertragungsrate – Download

Hierzu wurden mehrere parallele HTTP-Datenströme initiiert, um pro Datenstrom jeweils eine 1 GB-Datei von dem Daten-Referenz-System auf die Messeinheit herunterzuladen.

Die Datenübertragung aller Datenströme wurde nach einer festgelegten Zeit von 20 Sekunden abgebrochen. Damit ist auch bei der maximal betrachteten Datenübertragungsrate sichergestellt, dass während des gesamten Messzeitraums ein Datentransfer stattfindet und die auf dieser Stecke maximal mögliche Datenübertragungsrate gemessen werden kann. Bei der Bestimmung des Zeitfensters wurden die Effekte der TCP Congestion Control (Überlaststeuerung) berücksichtigt.

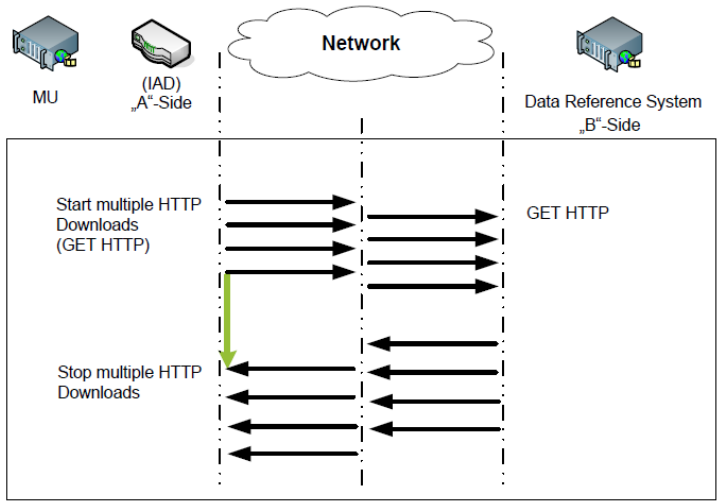
Die Initiierung mehrerer paralleler Datenströme verringert zugleich den Einfluss der TCP/IP-Konfiguration der Messeinheit auf die Messung.

Messablauf

Messung der Datenübertragungsrate – Download

Die Messung der Datenübertragungsrate im Download erfolgte sowohl auf der Messplattform als auch im Rahmen der Endkundenmessungen nach einem einheitlichen Verfahren.

Um eine realitätsnahe Nutzungssituation abzubilden, wurde das von Endkunden häufig angewandte HTTP-Protokoll eingesetzt.



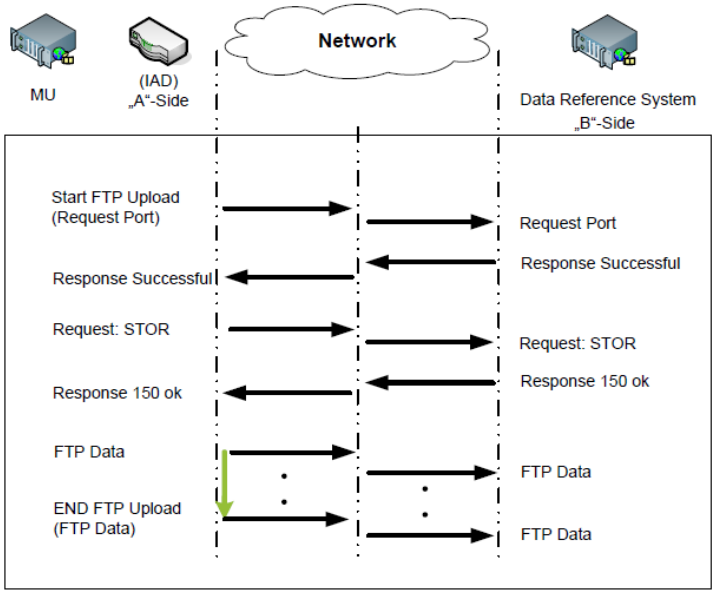
Messablauf

Messung der Datenübertragungsrate – Upload

Das gewählte Messverfahren unterscheidet sich im Detail je nachdem, ob die Messung auf der Messplattform oder im Rahmen der Endkundenmessungen vorgenommen wurde.

Auf der Messplattform wurde das zur Übertragung von Dateien weit verbreitete FTP-Protokoll eingesetzt.

Bei den Endkundenmessungen erfolgte die Erfassung der Upload-Datenübertragungsrate demgegenüber mit Hilfe eines standardisierten HTTP Uploads.



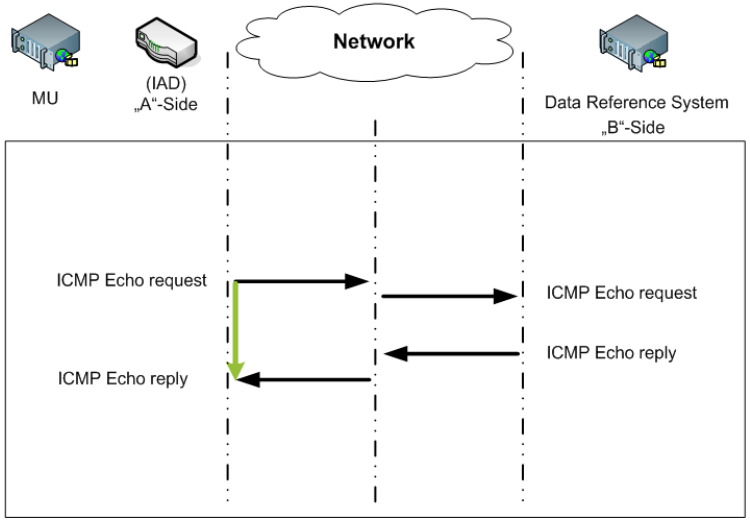
Messablauf

Messung der Laufzeit

Das Prinzip der Laufzeitmessung basiert auf der Versendung einer sogenannten „PING“-Anfrage an ein Daten-Referenz-System und wurde über die Messplattform erfasst.

Diese Anfrage wird von den auf der Übertragungsstrecke beteiligten Netzknoten weitergeleitet und vom angesprochenen System in umgekehrter Richtung beantwortet.

Die Laufzeit entspricht der Zeit, die vom Absenden der Anfrage bis zum Erhalt der Antwort vergangenen ist.



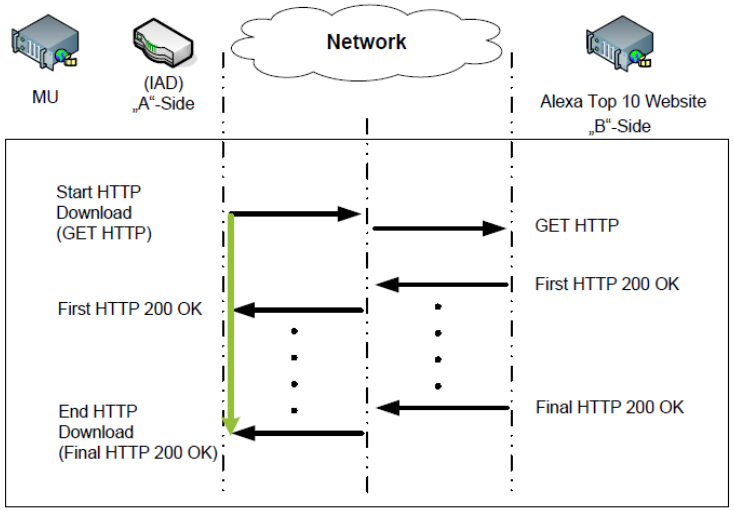
Messablauf

Messung der Webseiten-Downloadzeit

Die Messung der Webseiten-Downloadzeit wurde über die Messplattform erfasst.

Um ein typisches Nutzerverhalten nachzubilden, wurden die ersten 10 der laut Alexa Top Site Listing der im April 2012 am häufigsten besuchten Webseiten aufgerufen.

Im Rahmen des Nutzungsszenarios Web Browsing wird die Zeit ermittelt, die für das vollständige Laden einer Webseite benötigt wird.



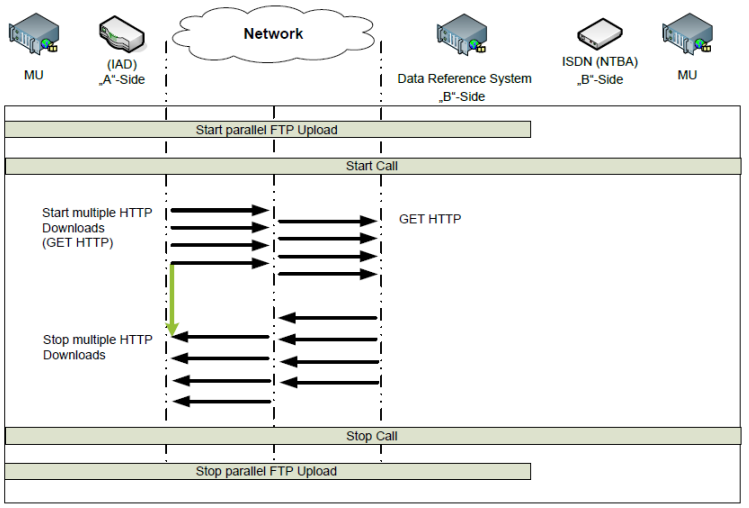
Messablauf

Interdependenzmessung

Die Interdependenzmessungen erfolgten über die Messplattform.

Ziel ist den Einfluss einer parallelen Nutzung von Bündeldiensten auf den Internetzugang zu erfassen.

Für die Interdependenzmessungen ist insbesondere die präzise und reproduzierbare Simulation der VoIP- und IPTV-Nutzung erforderlich. Dies setzt die kontrollierte Steuerung komplexer Abläufe und Einbindung von Endgeräten (z.B. Set-Top-Box) voraus.



Agenda

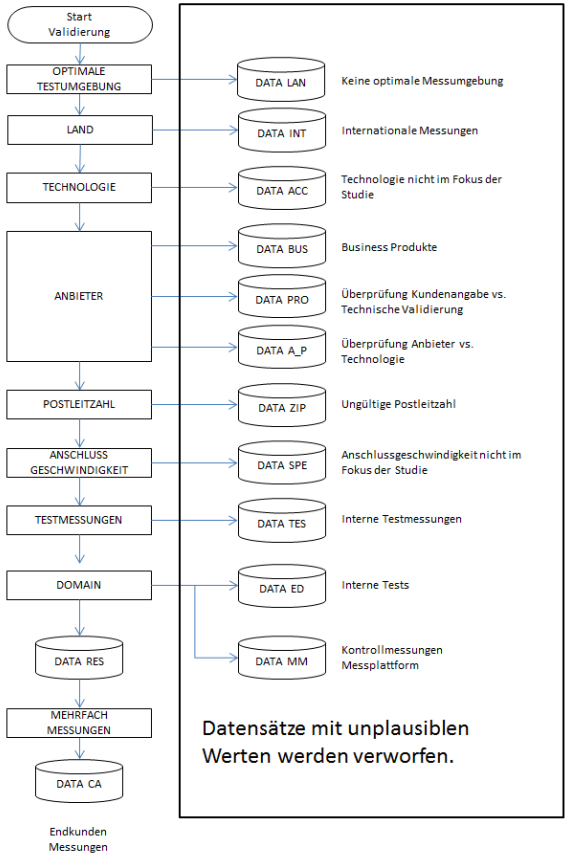
- Hintergrund und Ziele
  - Messbarkeit der Qualität von Internetzugangsdiensten
  - Ziele der Qualitätsuntersuchung
- Methoden
  - Integriertes Messkonzept
  - Aufbau und Methodik der Messplattform
  - Aufbau und Methodik der Endkundenmessung
  - Aufbau der Daten-Referenz-Systeme
  - Messablauf
- Qualitätssicherung, statistische Aspekte und Monitoring
  - Qualitätssicherung
  - Statistische Aspekte der Studie
  - Statistisches Monitoring

Qualitätssicherung - Initiative Netzqualität

Validierung

Die ermittelten Messwerte und Endkundenangaben wurden regelmäßig in einem mehrstufigen Validierungsprozess überprüft.

Abhängig von den erfassten Kennwerten zeigt der Überblick rechts die Validierungsstufen, in denen jeweils Datensätze mit unplausiblen Werten verworfen wurden.



Qualitätssicherung - Initiative Netzqualität

Kontrollmessungen

Zur Überwachung der Messgenauigkeit der Software-Applikation wurde automatisiert an verschiedenen Testanschlüssen und an verschiedenen Standorten der Messplattform die Datenübertragungsrate mit der Software-Applikation gemessen.

An diesen Anschlüssen konnten die Messergebnisse der regulären Datenübertragungsraten-Messungen der Messplattform mit den hier durch die Software-Applikation ermittelten Messwerten für verschiedene Anbieter und vermarktete Datenübertragungsraten verglichen werden.

Im Studienzeitraum zeigten sich keine offenkundigen Abweichungen.

Statistische Aspekte der Studie - Initiative Netzqualität

Ansatz

Ziel der Stichprobenerhebung war es zunächst, eine möglichst breite Zahl der Breitband-Nutzer in Deutschland zu erreichen und zur Messung zu motivieren, um so eine möglichst hohe Zahl an statistisch unabhängigen Messungen zu erreichen.

Hierfür bot eine offene Endkundenmessung, bei der jeder Endkunde einen Messwert generieren kann, die besseren Bedingungen als ein dauerhaftes, fest zusammengesetztes Studienpanel.

In einem solchen Panel erzeugt zwar jeder Teilnehmer eine Vielzahl von Messwerten, diese können jedoch nicht als echte Wiederholungen angesehen werden, da sie ein und dieselbe Internetverbindung zeitlich versetzt immer wieder messen.

Statistische Aspekte der Studie - Initiative Netzqualität

Konzept

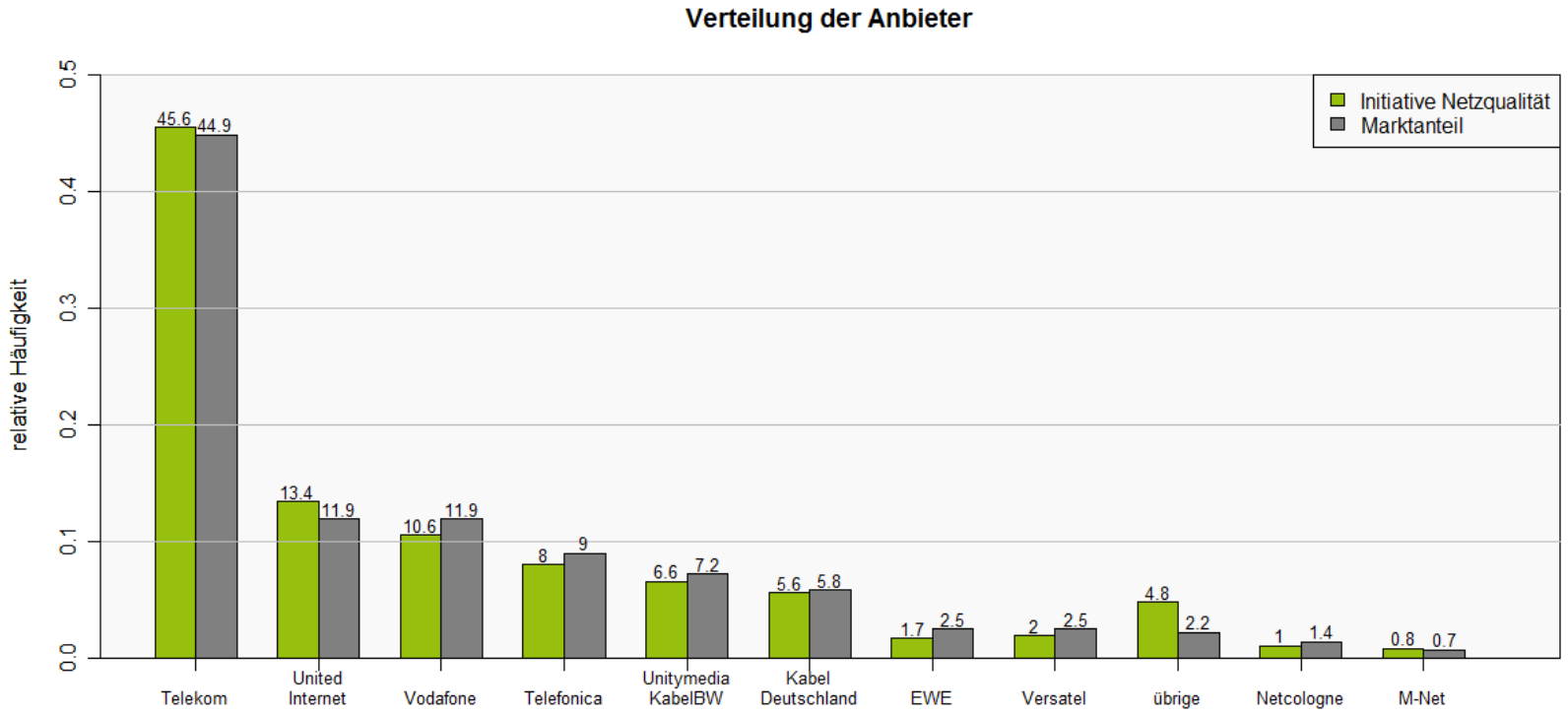
Es wurde ein umfangreiches statistisches Konzeptes erarbeitet und umgesetzt, mit u.a. folgenden Inhalten:

- Statistisches Monitoring, um sicherzustellen, dass die Stichprobe der erfassten Breitbandanschlüsse sowohl mit Blick auf
  - Anbieter
  - genutzte Technologie
  - Bandbreiteklassen
  - räumliche Verteilung

  die Grundgesamtheit der Breitbandanschlüsse in Deutschland in Bezug auf die zu untersuchenden Fragestellungen angemessen abbildet.
- Statistische Auswertung der Daten unter Berechnung von Konfidenzintervallen zur Darstellung der Genauigkeit.

Statistisches Monitoring - Initiative Netzqualität

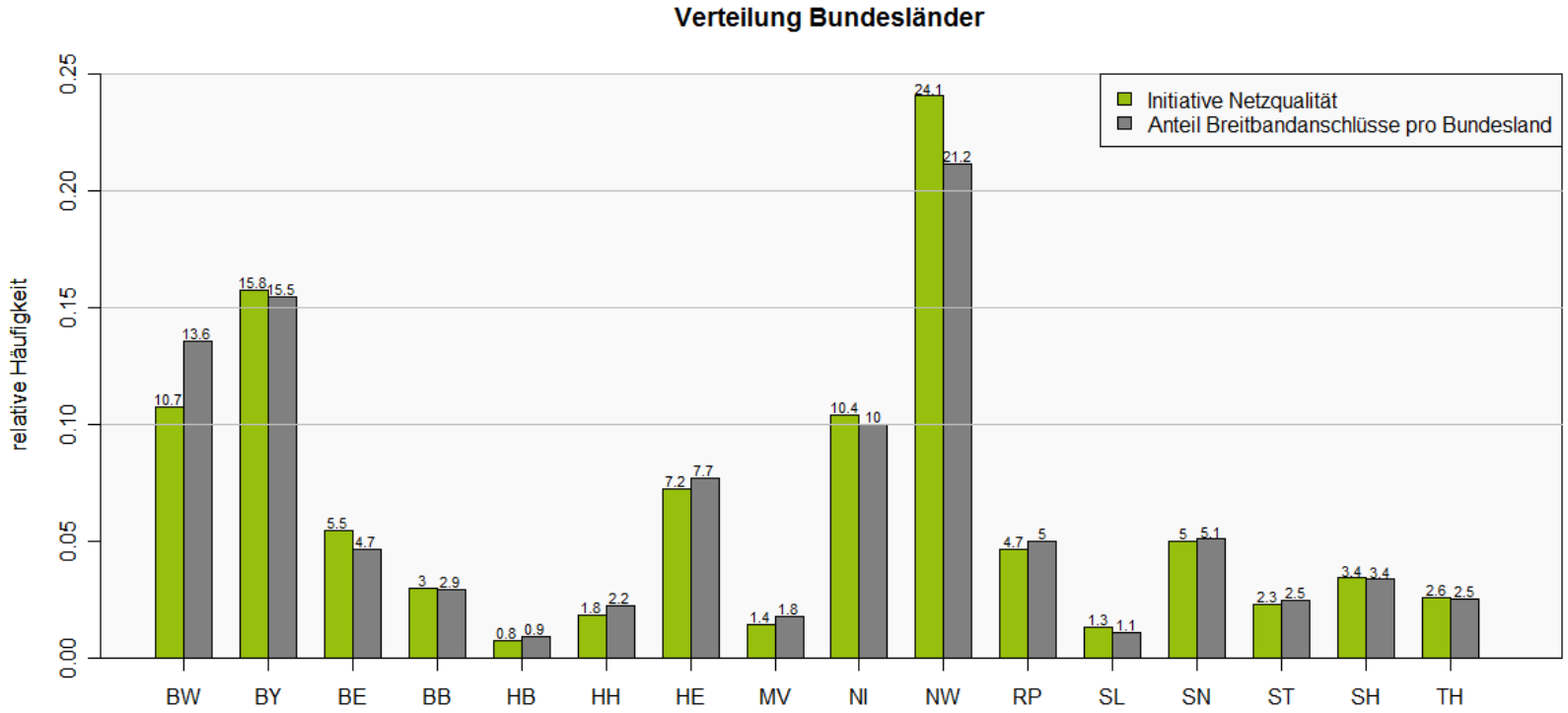
Marktanteile



Im Studienzeitraum wurden 547.978 Messungen durchgeführt, davon gingen 226.543 valide Einzelmessungen in die Auswertung ein.

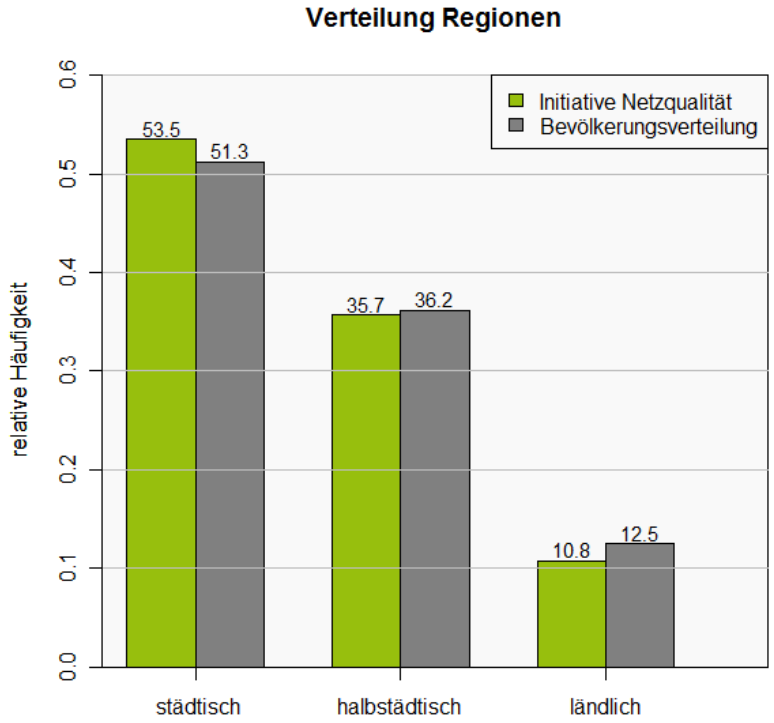
Statistisches Monitoring - Initiative Netzqualität

Bundesländer

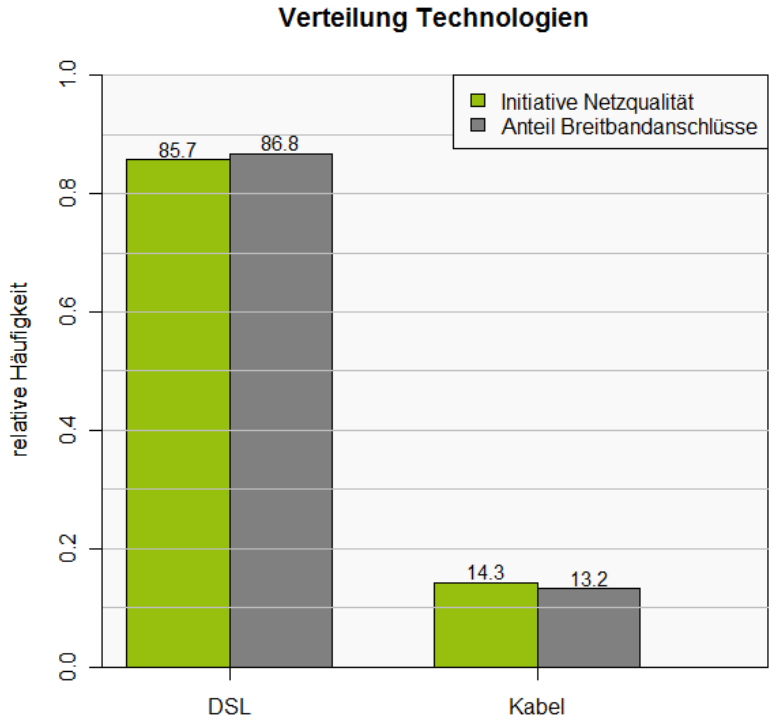


Statistisches Monitoring - Initiative Netzqualität

Geographische Bereiche

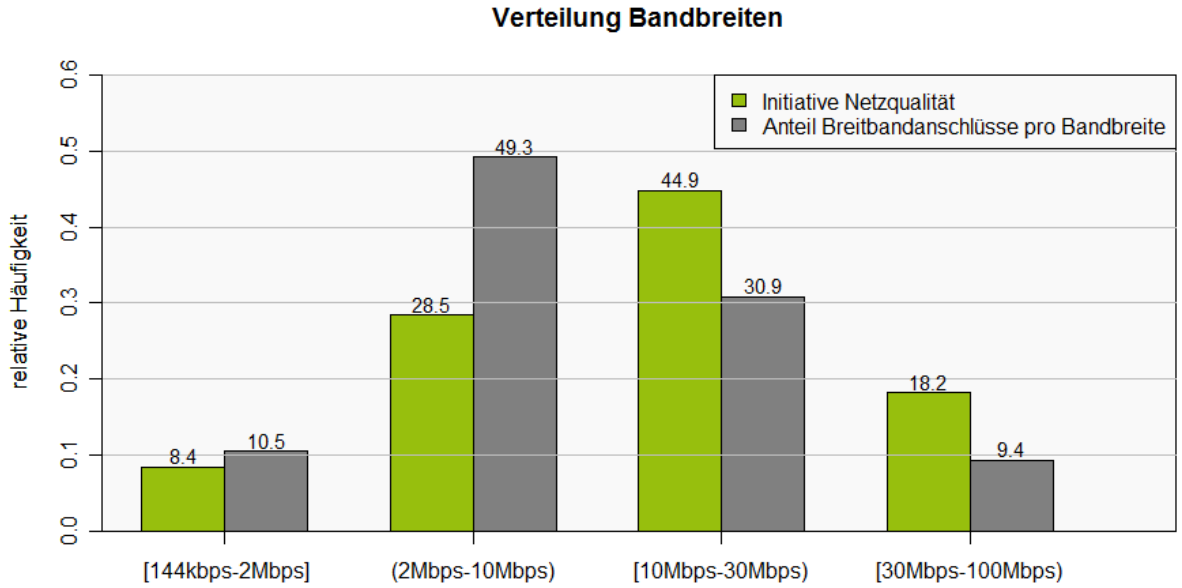


Technologien



Statistisches Monitoring - Initiative Netzqualität

Bandbreiteklassen



Statistisches Monitoring - Initiative Netzqualität

Fazit

Die Ergebnisse des durchgeführten statistischen Monitorings zeigen, dass sich die Stichprobe im Hinblick auf die untersuchten Parameter Technologie, Anbieter und geographische Verteilung (Bundesländer sowie städtische, halbstädtische und ländliche Regionen) gut der Grundgesamtheit annähert.

Ebenso zeigen die von den Studienteilnehmern vergebenen Noten zur Kundenzufriedenheit eine eingipflige Verteilung mit einer Häufung im guten bis befriedigenden Bereich. Eine Verzerrung der Stichprobe in Richtung besonders unzufriedener Kunden ist also nicht zu erkennen.

Insgesamt erlaubt die Stichprobe damit für die genannten Kategorien und Vorrausetzungen valide statistische Schätzungen.