

Veränderung des Internetverkehrs während der ersten Welle der COVID-19-Pandemie

Anja Feldmann^a, Oliver Gasser^a, Franziska Lichtblau^a, Enric Pujol^b, Ingmar Poese^b, Christoph Dietzel^c, Daniel Wagner^c, Matthias Wichtlhuber^c, Juan Tapiador^d, Narseo Vallina-Rodriguez^e, Oliver Hohlfeld^f, Georgios Smaragdakis^{a,g}

^a *Max Planck Institute for Informatics*, Saarbrücken, Germany

^b *BENOCS GmbH*, Berlin, Germany

^c *DE-CIX*, Cologne, Germany

^d *Universidad Carlos III de Madrid*, Spain

^e *IMDEA Networks*, Madrid, Spain and *ICSI*, Berkeley, USA

^f *Brandenburg University of Technology*, Germany

^g *Technische Universität Berlin*, Germany

Abstract

Während der COVID-19-Pandemie ist das Internet für die Aufrechterhaltung vieler Gesellschaftsbereiche als Kommunikationsinfrastruktur von essentieller Bedeutung, beispielsweise im Homeschooling oder im Homeoffice. So sehr die Pandemie unser gesellschaftliches Leben verändert, so sehr verändert sie auch den Internetverkehr und es stellen sich aufgrund des sprunghaften Anstieges der Internetnutzung grundsätzliche Fragen der Robustheit der Internetinfrastruktur. In der vorliegenden Studie haben wir die Änderungen des Internetverkehrs während der ersten Welle der COVID-19-Pandemie untersucht.

Online-Lehre, Homeoffice, das Video-Telefonat mit Verwandten – ohne das Internet geht nichts mehr. Doch was passiert mit dem „Netz der Netze“, wenn plötzlich die ganze Welt fast zeitgleich ihr Verhalten ändert? Wenn Dienste, die bislang nur spärlich genutzt wurden, auf einmal eine um Größenordnungen höhere Nachfrage erfahren? Von Anfang an stand die Befürchtung im Raum, diese immense Belastung würde nicht ohne massive Störungen und Ausfälle bleiben. Doch wie die nun vorliegende Studie zeigt: Die Internet-Infrastruktur – Glasfaserkabel, Unterseekabel, Satellitenstrecken und vor allem die zahllosen Knotenpunkte zwischen den Verbindungen – ist im Allgemeinen robust und anpassungsfähig genug, um den Veränderungen durch die Pandemie zu trotzen.

Die Verkehrsmuster im Internet wachsen und verändern sich ständig. Doch die Geschwindigkeit, mit der dies im Frühjahr 2020 durch die Lockdown-Maßnahmen geschah, ist beispiellos. Was bedeutete dies also für das Internet, und wie kamen die Netzwerke mit der starken Zunahme des Datenverkehrs zurecht?

Studie zu Auswirkungen der Corona-Pandemie auf die Internet-Infrastruktur in mehreren Ländern

Zur Beantwortung der Frage, wie die Internetinfrastruktur den neuen Belastungen durch die COVID-19-Pandemie standhält, wurde eine großangelegte empirische Untersuchung des Datenverkehrs im Internet durchgeführt (siehe [1]). Ziel der Studie war es, die Auswirkungen der

COVID-19-Pandemie auf Veränderungen des Datenverkehrs im Internet zu untersuchen. Die Untersuchung fokussierte sich hierbei auf die erste Welle der Pandemie in der Zeit zwischen Februar und Juni 2020. Für einen umfassenden Einblick in die globalen Auswirkungen der Pandemie wurden in dieser Zeit Verkehrsdaten mehrerer Internetprovider und Internetknotenpunkte analysiert. Hierzu zählt ein Tier-1-ISP in Mitteleuropa, ein Mobilfunknetz, ein Forschungsnetz in Spanien, sowie drei Internetknotenpunkte (zwei in Europa, einer in den USA).

Zunahme des Datenverkehrs um 15-30% in nur wenigen Tagen

Der vorliegenden Studie ist es erstmals gelungen, in mehreren Ländern zu beobachten, dass sich die Lockdown-Maßnahmen – wie zu erwarten war – auch auf den Internetverkehr auswirken. Abbildung 1 zeigt hierzu das Verkehrswachstum in allen beobachteten Netzen seit Januar 2019. Wohingegen das der Datenverkehr im Jahr 2019 um etwa 20% innerhalb eines Jahres gestiegen ist – eine Größe mit der Provider in ihrem Netzausbau normalerweise kalkulieren – ist der Datenverkehr mit Beginn der Lockdown-Beschränkungen sprunghaft um mehr als 20% gestiegen und zwar innerhalb weniger Tage. Dieser sprunghafte Anstieg der Internetnutzung ist in fast allen Netzen zu beobachten und muss von der Infrastruktur erstmal verkraftet werden. Eine Ausnahme bildet hierbei das beobachtete Mobilfunknetz, welches eine – zu erwartende – Reduktion des Verkehrsaufkommens verzeichnete, die mit den Mobilitätseinschränkungen der Lockdowns einhergeht. Eine weitere Ausnahme ist das untersuchte

Forschungsnetz in Spanien, bei dem sich die Verkehrszusammensetzung und Netzauslastung durch die Lockdown-Maßnahmen und die damit einhergehende Sperrung des Universitäts-Campus grundlegend verändert. Die Zunahme des Datenverkehrs am US-Internetknotenpunkt ist zeitlich verschoben, da der Lockdown in den USA einige Wochen später erfolgte. Mit der Lockerung der Lockdown-Beschränkungen Ende Mai ist der Trend gegenläufig – der Datenverkehr nimmt wieder ab.

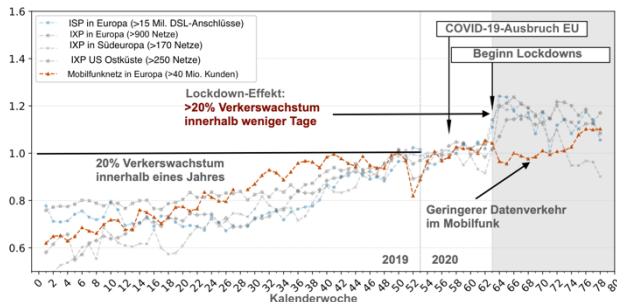


Abbildung 1 Die Abbildung zeigt das normalisierte Verkehrswachstum seit Januar 2019 für mehrere Europäische Netze und Internetknotenpunkte (IXP), sowie einen Internetknotenpunkt an der US Ostküste. Die Lockdowns führen zu einem sprunghaften Anstieg des Datenverkehrs um über 20% innerhalb nur weniger Tage, soviel wie in 2019 insgesamt – ein Belastungstest für die Netzbetreiber.

Änderung der Verkehrszusammensetzung

Des Weiteren verändert sich die Zusammensetzung des Datenverkehrs grundlegend: Videokonferenzdienste oder Zugänge zur Heimarbeit (VPNs) sehen ein deutliches Verkehrswachstum. Auch die Nutzungszeiten ändern sich: während die Hauptnutzungszeit vor der Pandemie unter der Woche in den Abendstunden lag, beinhaltet die Hauptnutzungszeit nun auch den Arbeitszeitbereich tagsüber. Insofern ähnelt die Netzauslastung an den Wochentagen jetzt erstmals denen am Wochenende: der Unterschied zwischen Wochentag und Wochenende im Internet verschwimmt.

Die Kernnetze des Internets sind robust

Die Studie zeigt jedoch auch, dass die meisten betrachteten Netze mit der Corona-Pandemie erstaunlich gut zurechtkommen und robust sind. Dies liegt daran, wie gut die Netzbetreiber ihre Netze ausbauen und wie wir diese nutzen. Zum einen finden die Nutzungssteigerungen meist außerhalb der früheren Hauptnutzungszeiten statt (z.B. tagsüber im Homeoffice). Das ausgetauschte Datenvolumen zu diesen Zeiten steigt also an, nicht notwendigerweise jedoch die problematischen Lastspitzen in den Abendstunden. Die Auswirkungen des um 15-30% gestiegenen Verkehrsaufkommens können generell gut abgefangen werden: entweder durch vorhandene Reservekapazitäten (vor der Pandemie durchgeführter Netzausbau) oder die schnelle Schaltung zusätzlicher

Kapazität (neuer Netzausbau). Die Forscher konnten beobachten, dass es vielen Netzen innerhalb kürzester Zeit möglich war, zusätzliche Bandbreite verfügbar zu machen. Es zeigt sich also, wie wichtig das Vorhalten von Reservekapazität oder das schnelle Reagieren auf geänderte Bedingungen ist.

Engpässe in den Anschlussnetzen sind möglich

Dennoch kann es zu Engpässen kommen. Hier zeigt sich, dass die Engpässe weitestgehend lokale Ursachen haben. Zu punktuellen Engpässen zählt u.a. der schlechte Breitbandausbau in manchen Regionen, der beispielsweise die Nutzung von Onlinevorlesungen für die betroffenen Studierenden erschwert. Engpässe können auch vereinzelt kurzzeitig auftreten, z.B. auf manchen Verbindungsleitungen zwischen Netzen oder Anschlüssen von Firmen.

Weitere Analysen in der Originalstudie

Die Originalfassung der Studie [1] beinhaltet detaillierte statistische Analysen des bereits besprochenen Verkehrswachstum, eine detaillierte Aufschlüsselung des Verkehrs nach Anwendungsklassen (z.B. Videokonferenzsysteme, VPN, Spiele, Soziale Netzwerke) und die detaillierte Analyse der Verkehrsveränderungen im spanischen Forschungsnetz REDIMadrid. Die Studie analysiert ob der VPN-Verkehr zunimmt, da die Mitarbeiter von zu Hause aus auf die Firmenserver zugreifen oder wie sich Spieldownloads in verschiedenen Ländern während des Lockdowns verhalten.

Acknowledgement: This work was supported in part by the European Research Council - Starting Grant ResolutioNet (679158) and by BMBF as BIFOLD - Berlin Institute for the Foundations of Learning and Data (01IS18025A, 01IS18037A).

References

- [1] A. Feldmann, O. Gasser, F. Lichtblau, E. Pujol, I. Poese, C. Dietzel, D. Wagner, M. Wichtlhuber, J. Tapiador, N. Vallina-Rodriguez, O. Hohlfeld, and G. Smaragdakis. The Lockdown Effect: Implications of the COVID-19 Pandemic on Internet Traffic. In Proceedings of IMC'20: ACM Internet Measurement Conference 2020, 1-18 (2020)
<https://dl.acm.org/doi/10.1145/3419394.3423658>