

Definitionsansätze „Diskriminierungsfreiheit“

Im Zusammenhang mit der nach den USA nun auch in Deutschland intensiver geführten Debatte über Netzneutralität¹ wird zunehmend der Begriff „diskriminierungsfrei“ verwendet, häufig als eine Art Synonym für die Ausdrücke „neutral“ oder „frei“. Im US-amerikanischen Repräsentantenhaus wurde im Jahr 2006 ein Gesetzentwurf zum Thema Netzneutralität unter dem Titel „Internet-Freiheit und Nichtdiskriminierungsgesetz“ debattiert. Viele Beobachter sind sich einig, dass Diskriminierungsfreiheit in einem umfassenden Sinne ein zentrales Merkmal des frühen Internets war, das sich gerade durch seine dezentrale Struktur und durch die egalitären Beteiligungs- und Gestaltungsmöglichkeiten auch und gerade individueller Nutzer auszeichnete. Allerdings fehlt es bislang an einer genauen Definition des Begriffs.

Ganz allgemein bedeutet Diskriminierung eine Ungleichbehandlung ohne rechtfertigenden sachlichen Grund.

Im Zusammenhang mit dem Internet geht es hierbei um den Transport von Daten im Netz. Diese wurden bislang ohne Rücksicht auf ihre Qualität, Quantität oder ihren Inhalt von den Netzbetreibern weitergeleitet. Durch neue technische Möglichkeiten wie z.B. *Deep Packet Inspection*, aber auch durch immer neue Anwendungen, die den zu transportierenden Datenumfang erheblich vergrößern (z.B. *Videos; Voice over IP*) hat sich diese Situation verändert.

Möglich wäre nunmehr eine Ungleichbehandlung bzw. Diskriminierung [...] hinsichtlich

- des Inhalts
- der zu transportierenden Datenmenge
- des vom Nutzer oder Serviceanbieter bezahlten Qualitätsstandards²
- einzelner Nutzer
- einzelner Diensteanbieter
- einzelner Programme und Services.

¹ Zum Thema Netzneutralität allgemein sei verwiesen auf Gyde Maria Bullinger, Netzneutralität. Pro und Contra einer gesetzlichen Festschreibung. Bundestag, Wissenschaftliche Dienste, WD 10/3000/65-10. Eine Zusammenfassung des aktuellen Stands der Debatte mit Hinweisen zu dem hier in Rede stehenden Begriff findet sich bei Axel Spies / Frederic Ufer, Netzneutralität 2011. Wohin geht die Reise und wer stellt die Weichen? In: Multi Media und Recht (MMR) 2011, 1, S. 13 – 17. Im Internet unter: <http://beck-online.beck.de/Default.aspx?vpath=bibdata\zeits\mmr\2011\cont\mmr.2011.13.1.htm&pos=11&hlwords=spies%C3%90ufer#xhlhit> (16.2.2011).

² Kurzinformation, Definitionsansätze für den Begriff „Diskriminierungsfreiheit“ im Zusammenhang mit der aktuellen Diskussion über Netzneutralität. Bundestag, Wissenschaftliche Dienste, WD 10/3000/014-11.

Im Folgenden wird zu untersuchen sein, ob entsprechende Optionen der Ungleichbehandlung aus oder ohne sachlichen Grund vorgenommen werden. Darüber kann die Trennlinie zwischen Ungleichbehandlung und Diskriminierung identifiziert werden.

Technische Bestandsaufnahme

1. Technische Bestandsaufnahme: Notwendigkeit und Formen des Netzwerkmanagements

Die immer intensivere Nutzung netzgestützter Dienste und immer neue Anwendungen führen zu deutlich steigenden Datenvolumina. Zugleich gibt es immer mehr über IP-Datenübermittlung realisierte Dienste, die von spezifischen Qualitätsanforderungen bei der Datenübertragung abhängig sind.

Vor diesem Hintergrund hat sich unter dem Stichwort „Quality of Service“ eine Diskussion über die Notwendigkeit verstärkter Maßnahmen zum Netzwerkmanagement entwickelt.

Dabei lässt sich der Begriff „Quality of Service“ aus zwei Perspektiven bestimmen. Zum einen beschreibt er die wahrgenommene Qualität eines Kommunikationsdienstes aus Sicht der Anwenderinnen und Anwender. Zum anderen steht er von ingenieurstechnischer Warte aus für all jene Verkehrssteuerungsmaßnahmen, welche die Güte der Datenübertragung für die Endnutzer verbessern soll. Mit der „Quality of Service“ eng verbunden sind Maßnahmen im Netzwerkmanagement, die eine priorisierte Beförderung von Datenpaketen befördern. Während die subjektiv vom Verbraucher gefühlte Servicequalität schwer quantifizierbar ist, existieren ingenieurstechnisch spezifische Parameter zur Erfassung der QoS:

- Latenzzeit: die Verzögerung der Ende-zu-Ende-Übertragung
- Jitter: die Abweichung der Latenzzeit von ihrem Mittelwert
- Paketverlustrate: die Wahrscheinlichkeit, dass einzelne IP-Pakete bei der Übertragung verloren gehen (oder – bei Echtzeitdiensten – ihr Ziel zu spät erreichen)
- Durchsatz: die pro Zeiteinheit im Mittel übertragene Datenmenge.
- Bandbreite: die Datentransportgeschwindigkeit innerhalb des Teilstücks einer Verbindung.

Quality of Service kann als „Zusicherung von *Grenzwerten*“ dieser fünf Eigenschaften „für eine komplette Verbindung zwischen zwei Endpunkten“ definiert werden.³

Entscheidend für die Erreichung bestimmter Zielwerte für die genannten Qualitätsparameter ist damit nicht allein die zur Verfügung stehende Bandbreite, sondern insbesondere auch die Tatsache, ob es an bestimmten Stellen zu Engpasssituationen kommen kann und wie mit diesen umgegangen wird.

Kommt es in den bzw. zwischen den das Internet bildenden Netzen zu Engpässen, ist der übliche schnelle Transport aller Datenpakete praktisch ohne Zeitverzug nicht mehr gewährleistet. Verzögerungen im Transport haben allerdings unterschiedlich starke Auswirkungen auf die hinter den Datenpaketen stehenden Anwendungen und Dienste. Während für Internet-Sprachtelefonie bereits eine kurze Verzögerung oder der Verlust weniger Datenpakete erhebliche Auswirkungen hat oder für Online-Spiele eine schnelle Reaktionszeit erforderlich ist, bieten schon Streaming-Dienste deutlich größere

³ Vgl. Donnerhacke, Lutz: Stellungnahme zur öffentlichen Anhörung „Netzneutralität – Kapazitätsengpässe, Differenzierung, Netzwerkmanagement“ am 4.10.2010, S. 1.

Puffermöglichkeiten, um Unterbrechungen oder Verzögerungen im Datenfluss auszugleichen; bei einer Email bleibt eine kurzzeitige Verzögerung von einigen Sekunden oder selbst wenigen Minuten in der Regel unbemerkt. Dabei wirken sich, je nach Dienst, die unterschiedlichen eingangs benannten Qualitätsparameter unterschiedlich stark und in verschiedener Weise auf die Dienstqualität aus.

Aus dieser Ausgangslage ergibt sich der Wunsch einer differenzierten Behandlung von Datenpaketen, um eine bevorrechtigte (priorisierte) Durchleitung bestimmter Pakete oder sogar die Zusicherung bestimmter absoluter Transportqualitäten für bestimmte Dienste zu ermöglichen.

Die Notwendigkeit zu solchen Differenzierungen ergibt sich aber nur, wenn nicht bereits die gleichberechtigte Durchleitung die erforderliche Transportqualität gewährleisten kann. Dies ist nur dann der Fall, wenn es im Rahmen des Transports zu Kapazitätsengpässen kommt.

1.1. Netzwerkkapazitäten und die Gefahr von Engpässen in den verschiedenen Netzbereichen

Es gilt daher, zunächst die Kapazitäts- und Nutzungsentwicklung in den verschiedenen das Internet bildenden Netzen und die zukünftigen Erwartungen in kabelgebundenen und mobilen Netzen näher zu betrachten. Um dabei die Möglichkeiten und Wahrscheinlichkeiten von Engpässen nachvollziehen zu können, ist es erforderlich, sich die Struktur und Arbeitsweise des Internets vor Augen zu führen.

Das Internet ist kein einheitliches Netz, sondern ein Netzwerk von einer Vielzahl untereinander verbundener Netze. Die Übermittlung von Daten erfolgt entweder in der direkten Übergabe zwischen Netzen (Peering) oder durch den Transport über Drittnetze (Transit). Dabei nehmen Datenpakete jeweils ihre eigenen Wege, der von Routern in den einzelnen Netzen je nach Auslastung bestimmt wird. Auf diese Weise besitzt „das Internet“ grundsätzlich die Fähigkeit, auf entstehende Engpässe zu reagieren und für den Datentransport alternative Routen zu nutzen.

Die dezentrale Struktur des Internets, bei dem die „Intelligenz“ eher an den Netzabschlusspunkten sitzt, bedeutet aber auch, dass es keine zentrale Planung für die Weiterentwicklung der Netzstruktur zur Bewältigung wachsender Datenmengen gibt. Vielmehr erfolgt die Fortentwicklung unabhängig durch die Betreiber der einzelnen Netzteile. Diese folgt in der Regel dem Prinzip, dass Netzelemente, die bestimmte Beanspruchungsgrenzen erreichen, aufgerüstet werden, was zwischenzeitlich zu Beschränkungen innerhalb einzelner Netze bzw. Netzteile führen kann. Durch die fortlaufenden dezentralen Erweiterungen sind diese Engpässe jedoch dynamisch und beständig wechselnd.

Auslöser für auftretende Engpässe können zwei Gründe sein: Ausfall einzelner Netzkomponenten (besonders folgenreich sind etwa Ausfall von Seekabeln⁴, aber auch bei Routern oder Übergabepunkten können Störungen auftreten) oder aber schlicht die wachsende Beanspruchung durch zunehmende Datenströme.

Der erste Fall, der Ausfall von Netzelementen, ist nicht planbar; natürlich bestehen aber im Rahmen des wirtschaftlich Sinnvollen Redundanzen, die solche Ereignisse aufzufangen

⁴ Zum Beispiel die spektakuläre Zerstörung mehrerer Seekabel vor der ägyptischen Mittelmeerküste 2008, vgl. <http://www.heise.de/newsticker/meldung/Indien-erholt-sich-langsam-von-Seekabel-Beschaedigungen-im-Mittelmeer-186019.html>

versuchen. Kurzzeitige Störungen sind deshalb trotzdem möglich.

Das Wachstum von Datenmengen ist hingegen antizipierbar, d.h. bis zu einem gewissen Grade in seinem Umfang vorhersehbar. Entscheidend für das Entstehen von Engpässen ist in diesem Zusammenhang immer die Inanspruchnahme zu Spitzenzeiten (sog. peak load), während Nutzungen außerhalb dieser Spitzenbelastungen in der Regel unbeeinträchtigt bleiben.

1.1.1. Wachstum der Datenvolumina

Die genauen Angaben über das Wachstum des Gesamtvolumens der über das Internet transportierten Daten variiert, aber es besteht kein Zweifel, dass die Datenmengen rasant wachsen.

- Der Visual Networking Index von Cisco geht von einer jährlichen Wachstumsrate⁵ des globalen IP-Verkehrs von 34 Prozent aus. Für Mobilfunknetze wird sogar ein Wert von 108 Prozent angenommen.
- Andere gehen sogar von einer Verdoppelung des Datenverkehrs alle eineinhalb Jahre aus. Eine regelmäßige Studie von IDC im Auftrag von EMC hat im Jahr 2010 ein jährliches Wachstum der Menge der digitalen Information für 2009 um 62 Prozent auf 800 Milliarden Gigabyte (0,8 Zettabyte) festgestellt. Für 2010 wird vom IDC sogar eine Datenmenge von 1,2 Zettabyte erwartet (also ein erneutes Wachstum um immerhin 50%).⁶
- Am zentralen deutschen Internet-Knotenpunkt in Frankfurt/Main, dem DE-CIX, werden inzwischen nach Angaben des Betreibers pro Sekunde mehr als 1 Terabit an Daten durchgesetzt, in den Stoßzeiten von 20 bis 23 Uhr sind es sogar 1,2 Terabit pro Sekunde. Im langfristigen Vergleich bedeutet dies in etwa eine Verdoppelung der Datenmenge jedes Jahr. Zum Vergleich: Noch 2006 wurde nur eine Datenmenge von 60 Gigabit pro Sekunde zu Spitzenseiten durchgesetzt.⁷

Für die Zukunft wird eher von einem noch stärkeren Datenwachstum ausgegangen. Die bereits zitierte IDC-Studie geht von einer Vervielfachung um den Faktor 44 in der Zeit zwischen 2009 und 2020; dies wird insbesondere dem Umstand zugeschrieben, dass künftig die Mediendistribution (TV; Radio, Print etc.) im Wesentlichen auch über IP-Netze erfolgen wird⁸.

In jedem Fall ist allein schon wegen der stetigen Zunahme der Zahl der Internetnutzer, aber auch wegen der wachsenden Datennutzung pro Anschluss (hier zeigen sich in der Vergangenheit zumindest Wachstumsraten der Datenvolumina je Nutzer in Höhe von etwa 20% im Jahr) mit einer konstant weiter wachsenden Beanspruchung der Netze zu rechnen.

Deutlich stärker ist das Wachstum bei mobilen Anschlüssen ausgeprägt. Eine aktuelle Studie von DialogConsult für den Verband der Anbieter von Telekommunikations- und

⁵ Compound Annual Growth Rate (CAGR). Dieser Indikator berücksichtigt die Verkehrsströme über den Betrachtungszeitraum 2009 bis 2014 und kondensiert die erwarteten Zunahmen in einen jährlichen Durchschnittswert. http://newsroom.cisco.com/dlls/2010/prod_060210.html

⁶ <http://www.emc.com/about/news/press/2010/20100504-01.htm>

⁷ <http://www.heise.de/newsticker/meldung/Internet-Knoten-DE-CIX-wird-erweitert-115755.html>

⁸ <http://www.emc.com/about/news/press/2010/20100504-01.htm>

Mehrwertdiensten⁹ zeigt für Deutschland eine Volumenentwicklung des Datenverkehrs im Mobilfunk, die auf eine jährliche Verdreifachung hinausläuft¹⁰. Das durchschnittliche Datenvolumen pro Nutzer und Monat entwickelt sich mit ähnlichen Raten¹¹.

1.1.2. Leistungswachstum der Netzwerktechnik

Zu berücksichtigen ist allerdings, dass parallel die Effizienz der verwendeten Netzwerkkomponenten kontinuierlich gesteigert wird. Hierbei kommen zwei Effekte zusammen, die die wirtschaftlichen Folgen stetig wachsender Datenverkehre nivelliert und zum Teil sogar überkompensiert:

- Zum einen wächst die Leistungsfähigkeit der Netzwerktechnik ständig. Die über eine Glasfaser-Leitung übertragbare Bandbreite ist infolge neuer technischer Verfahren (z.B. DWDM), der Verwendung von immer mehr Farben usw. stetig erweitert worden. Auch die Leistungen der Steuerungskomponenten wachsen beständig und vervielfacht sich regelmäßig.
- Zum anderen geht die wachsende Leistungsfähigkeit mit einem beständigen Sinken der Kosten für die einzelnen Komponenten einher, so dass die Höhe des Investitionsbedarf für Aufbau, Betrieb und auch Aufrüstung von Netzwerken trotz steigenden Bandbreiten eher rückläufig ist und jedenfalls die Kosten pro Bandbreiten-Einheit deutlich sinken.

Tatsächlich ist ein direkter Zusammenhang zwischen sinkenden Kosten von Daten-Management und -Transport und dem daraus resultierenden Datenwachstum zu vermuten¹².

Zudem verändert sich auch die Art der Datendistribution im Internet fortlaufend und wird veränderten Nutzungs- und Nachfragegewohnheiten angepasst. So wird etwa die Wirkung der verstärkten Distribution digitaler Medieninhalte dadurch entschärft, dass diese Entwicklung mit Maßnahmen zu einer effizienteren Verteilung der Datenmengen einhergeht (z.B. eine nutzungsnähere Vorhaltung von Daten durch Spiegel-Server, Multicast zur Vermeidung von paralleler inhaltsgleicher Point-to-point-Kommunikation etc.). In der Folge werden nur einzelne Netzbereiche, nicht aber notwendig das gesamte Internet von den erhöhten Datenmengen betroffen sein.

1.1.3. Wirkungen steigender Datenvolumina auf den verschiedenen Netzebenen

Um die voraussichtliche Wirkung wachsender Datenvolumina zu verstehen, ist es deshalb erforderlich, die verschiedenen Netzebenen differenziert zu betrachten. Letztlich führen steigende Datenmengen nur dann zu Engpässen, wenn es zu einer Rivalität in der Nutzung von Ressourcen kommt. In welchem Umfang dies geschieht und wie damit umgegangen wird, ist unterschiedlich in den verschiedenen Ebenen, die Daten auf ihrem Weg zum Empfänger durchlaufen. Technisch unterschieden werden kann der unmittelbare Zugang des Kunden zum Internet (Access-Netz, Anschlussnetz), die Zusammenführung der Verkehre

⁹ DialogConsult / VATM: 12. gemeinsame TK-Marktanalyse 2010. Ergebnisse einer Befragung der Mitgliedsunternehmen im Verband der Anbieter von Telekommunikations- und Mehrwertdiensten e.V. im dritten Quartal 2010 (http://www.vatm.de/fileadmin/publikationen/studien/2010_TK-Marktstudie.pdf).

¹⁰ Gesamtvolumen pro Jahr: 2007: 3,7 Mio GB, 2008: 12,1 Mio GB, 2009: 36,4 Mio GB, 2010 (geschätzt): 121,0 Mio. GB.

¹¹ (2007: 8 MB, 2008: 22 MB, 2009: 63 MB, 2010 (geschätzt): 214 MB)

¹² So auch die bereits zitierte IDC-Studie: <http://www.emc.com/images/about/news/press/2010/digitaluniverse-slide4.jpg>

verschiedener Nutzer im Access-Netz (Aggregations-Netz, Backhaul) und das eigentliche Rückgrat des Internets (Backbone-Netz), über das die Daten zwischen Absender und Empfänger in verschiedenen Netzen geleitet werden. Am anschaulichsten ist es, dabei den Weg der Daten zum jeweils nachfragenden Nutzer nachzuvollziehen (wobei es hierbei wichtig ist zu betonen, dass dieser Datentransport im „Pull-Medium“ Internet in der Regel erst durch eine entsprechende Anfrage eines Nutzers ausgelöst wird, und deshalb der Datenverkehr und die daraus resultierende Netzbelastung in aller Regel nachfragegesteuert sind).

Dabei ist auch generell festzuhalten, dass Engpasssituationen insbesondere durch bestimmte Nachfragesituationen ausgelöst werden, die einen massenhaften zeitgleichen Zugriff auf bestimmte Inhalte bewirken (z.B. Live-Übertragung von Bewegtbildern von Ereignissen mit globaler oder zumindest regionaler Relevanz).

1.1.3.1. Anbindung des Inhaltenbieters ans Internet

Die Anbindung eines Inhaltenbieters an das Internet erfolgt grundsätzlich über seinen Host Provider. Da die entsprechende Anbindung in der Regel nutzungs- bzw. volumenabhängig finanziert wird, wird es hier selten oder jedenfalls nur sehr kurzfristig bei unvorhergesehener Nachfrage zu Engpässen kommen, weil der Inhaltenbieter bei seinem Dienstleister eine seinem Bedarf entsprechende Anbindungsleistung einkaufen wird. Hier kann technisch relativ einfach auf steigende Nachfrage durch entsprechende Leistungserweiterungen reagiert werden und dies ist bei wachsendem Erfolg eines Angebots auch wirtschaftlich umsetzbar (anderenfalls wäre das Angebot auch in der Tat nicht wirtschaftlich tragfähig).

1.1.3.2. Backbone

Auch im Backbone kann es immer einmal zu Engpässen kommen. Datenpakete werden über Router in Richtung zu ihrem Zielort auf den Weg gebracht. Damit müssen alle Datenpakete regelmäßig Routing-Rechner durchlaufen, die über den weiteren Weg entscheiden. Die Router sind so ein erster potentieller Engpass. Das Routing geschieht innerhalb der Einzelnetze, und hier findet tatsächlich auch heute schon regelmäßig eine Priorisierung im Rahmen der im IPv4-Protokoll möglichen Einteilung in Dringlichkeitsklassen statt. Allerdings entscheidet jeder Netzbetreiber für sich, welche Informationen er priorisiert. Kommt es zum Auflaufen von mehr Daten, als der Router zurzeit verarbeiten kann, werden die Datenpakete zunächst kurz in „Queues“ geparkt, die dann nach Priorisierungsgrad abgearbeitet werden. Nach kurzer Zeit (für jede Klasse wiederum vom Betreiber individuell konfiguriert) werden nicht bearbeitete Datenpakete aber verworfen, so dass sie neu angefordert werden müssen. An den Netzgrenzen werden bei der Übergabe der Daten die netzspezifischen Priorisierungsinformationen in aller Regel komplett verworfen und es werden ggf. eigene Priorisierungszuordnungen vorgenommen.

Die Übergabe in ein anderes Netz (entweder in das Zielnetz oder auch in ein Transitnetz) ist der zweite Punkt, an dem es zu Engpässen kommen kann. Hier kann es entweder zu einer Überlastung des Peering-Punktes kommen oder aber es bestehen schlicht unzureichende Leitungskapazitäten in ein bestimmtes Netz. Engpässe können hier insbesondere bei Interkontinentalverbindungen (i.d.R. Seekabel) auftreten.

Folge solcher Engpässe werden immer Aufrüstungen durch Schaffung neuer Leitungs- bzw. Rechnerkapazitäten sein. Diese sind im Backbone-Bereich relativ gut kalkulierbar und nach Erwartung der meisten Experten unproblematisch möglich.

Als Beispiel kann auch hier der deutsche Peering-Knoten DE-CIX dienen, dessen Topologie heute schon für ein Datenaufkommen von bis zu 40 Terabit/s gerüstet ist¹³. Auch bei der Aufrüstung hat damit die Entwicklung die Prognosen deutlich übertroffen, denn 2006 ging man noch davon aus, dass man bis ins Jahr 2015 gerade einmal auf ein Potential für 5 Terabit/s aufgerüstet haben werde¹⁴.

Vor diesem Hintergrund besteht die Erwartung, dass auch in Zukunft in den Backbone-Netzen kein grundsätzliches Kapazitätsproblem entstehen wird.

Allerdings führt die dezentrale Struktur des Netzes in der Tat zu einem nur bedingt planvollen Investitionsverhalten, d.h. dass es in einzelnen Netzteilen dazu kommen kann, dass tatsächlich Aufrüstungen erst dann erfolgen, wenn bestehende Netzkapazitäten eine relativ hohe Auslastung erreicht haben und damit zu Spitzenzeiten auch schon an ihre Kapazitätsgrenzen stoßen. Denkbar ist es deshalb, dass es immer wieder an einzelnen Teilen des Netzes (insbesondere bei Routern, aber auch bei noch gering ausgebauten Teilstrecken) zu temporären Engpässen kommen wird. Diese werden jedoch nicht von Dauer sein, sondern relativ schnell jeweils durch gezielte Investitionen an den entsprechenden Engstellen aufgehoben werden.

Inwieweit daher solche temporären und sich ständig wandelnden Engpässe tatsächlich die sehr aufwändige Einführung eines durchgehenden Quality-of-Service-Regimes auch im Backbone-Bereich erfordern, wird unterschiedlich beurteilt.

Eine deutliche Entlastung erfahren die Backbone-Netze durch Vorkehrungen, die eine effizientere Verteilung häufig nachgefragter (und meist datenintensiver) Inhalte ermöglichen. Hierzu gehören insbesondere sog. Content Delivery (bzw. Distribution) Networks (CDN), mit deren Hilfe Inhalte näher am nachfragenden Endnutzer vorgehalten werden, so dass bei Abfragen der Inhalt nur über kürzere Strecken zum Endkunden transportiert werden muss und die Netzwerkinfrastruktur damit weniger belastet wird. Dies führt dazu, dass ein Volumenanstieg auf Seiten des Endnutzers nicht im gleichen Maße zu einem Datenvolumenanstieg im Gesamtnetz führen muss. Dies kann das Backbone gerade im Bereich von Langstreckenverbindungen entlasten, für die eine Aufrüstung, etwa in Form der Verlegung neuer Seekabel, mit einem relativ hohen finanziellen Aufwand verbunden ist.

Solche Lösungen stellen damit auch Möglichkeiten dar, eine größere Unabhängigkeit von der Leistungsfähigkeit im Backbone zu erreichen und damit den Endkunden eine sichere und höherwertige Nutzungserfahrung durch verlässlichere Zugriffszeiten auch ganz ohne ein übergreifendes Quality-of-Service-Regime anbieten zu können.

1.1.3.3. Access—und Aggregationsnetz

Auf Seiten des (nachfragenden) Nutzers durchlaufen die Daten das Aggregations- und schließlich das Access-Netz. Erst auf dieser Ebene gewinnt die Unterscheidung zwischen mobiler und standortgebundener Nutzung und damit zwischen kabelloser oder kabelgebundener Anbindung des Endnutzer-Rechners an Bedeutung. In beiden Fällen stellt heute der Zugang des Endkunden zum Netz den größten potentiellen Engpass dar.

¹³ <http://www.onlinekosten.de/news/artikel/40562/0/DE-CIX-knackt-Terabit-Schallmauer>

¹⁴ <http://www.heise.de/newsticker/meldung/Internet-Knoten-DE-CIX-wird-erweitert-115755.html>

- Im **Festnetz** sind insbesondere parallele Nutzungsgewohnheiten der Mehrheit der Nutzer Ursachen für Engpässe zu bestimmten Zeiten. Diese treten – in Abhängigkeit von der genutzten Anschlusstechnologie – meistens im Aggregationsnetz auf. Auf Nachfrageseite bieten die heute üblichen Flatrate-Abrechnungsmodelle keine Anreize zu einer effizienten Nachfragesteuerung, die etwa zeitunkritische Nutzungen auf nachfrageschwächere Zeiten ausweichen ließe.

Insofern kann Abhilfe zurzeit nur auf Angebotsseite durch technische Aufrüstung erreicht werden. Durch Schaffung neuer Übergabepunkte kann der wachsenden Zahl konkurrierender Nutzer auf einer Infrastruktur entgegengewirkt werden. Hinzu kommt, dass die zugrundeliegenden Technologien stetig an Leistungsfähigkeit gewinnen. Einen wesentlichen Fortschritt erlaubt hier die Umstellung auf optische Infrastrukturen (Glasfaser) auch im Anschlussbereich (Fttx). Hierdurch werden dedizierte Leitungen für die einzelnen Nutzer im Access-Bereich zum Standard werden, die keine Konkurrenz mit anderen Nutzern mehr kennen. Daneben verringern effizientere Verteil-Technologien wie z.B. Multicast das Auftreten paralleler Datenströme, so dass diese zu einem möglichst späten Zeitpunkt in individuelle Datenströme gespaltet werden müssen.

Zudem wird heute auch in diesem Bereich innerhalb der Endkunden-Netze bereits priorisiert, indem für bestimmte zeitkritische und besonders datenintensive Dienste wie IP-TV, zum Teil auch VoIP-Anwendungen als Ersatz früherer leitungsvermittelter Sprachtelefonie, Bandbreiten reserviert und gegen konkurrierende Anwendungen geschützt werden.

- Im **Mobilfunkbereich** besteht hingegen notwendig eine Konkurrenz aller Nutzer innerhalb einer Funkzelle um die von ihr bereitgestellte Bandbreite. Auch wenn neue Funktechnologien stetig wachsende Bandbreiten zur Verfügung stellen, bleibt es bei der grundsätzlichen Rivalität verschiedener Nutzungen („Shared medium“). Zudem kann im Mobilfunknetz die Kundenverteilung aufgrund der prinzipbedingten Mobilität der User nur sehr bedingt vorhergesehen werden. Hierdurch kommt es unvermeidbar schon heute zu örtlich und zeitlich sporadisch auftretenden Kapazitätsengpässen.

Für die Zukunft ist im Mobilfunk noch eine deutlich stärkere Zunahme der Datenvolumina zu erwarten als im Festnetz. Dies hat verschiedene Gründe. Die Zahl internetfähiger mobiler Endgeräte bzw. der Einsatz von mobiler Datenkommunikation zur Nutzung des Internets nimmt infolge der Verbreitung von Smartphones, Netbooks oder Tablets massiv zu. Aufgrund dieser Situation ist es schon heute nicht mehr ungewöhnlich, dass einzelne Nutzer im privaten wie beruflichen Kontext über mehrere SIM-Karten und verschiedene Endgeräte wechselnd mobile Internetverbindungen nutzen.

Hinzu kommt eine starke Zunahme der Anwendungsvielfalt im mobilen Sektor, wobei mit dem Aufkommen HD-fähiger Endgeräte auch bandbreitenintensive Videoübertragungen realisierbar sind. Mit dem kommenden Mobilfunkstandard LTE wird diese Entwicklung weiter beflügelt werden, da sich die Bandbreiten im mobilen Access-Netz den Bandbreiten im DSL-Netz zumindest annähern werden. Je nach Entwicklung der Tarifmodelle für den breitbandigen mobilen Internetzugang ist unter diesen Rahmenbedingungen sogar für einen Teil der Endkunden eine Substitution des leitungs-basierten Zugangs durch mobilen Internetzugang denkbar.¹⁵ Zusätzlich zur

¹⁵ Vgl. dazu etwa: Nielsen, „Call My Cell: Wireless Substitution in the United States,“ September 2008.

allgemein stärkeren Verbreitung des mobilen Internets nimmt somit auch der individuelle Bandbreitenbedarf der Nutzer zu.

Rysavy Research hat in einer Studie den Versuch unternommen, den zu erwartenden Bandbreitenbedarf modellhaft – ausgehend von den anzunehmenden Nutzungsszenarien beim Endkunden – zu kalkulieren. Im Ergebnis geht die Studie, bezogen auf den US-Markt, davon aus, dass die heutige Spektrumsausstattung der Mobilfunknetzbetreiber mittelfristig (3 – 5 Jahre) nicht in der Lage sein könnte, den steigenden Bandbreitenbedarf flächendeckend zu befriedigen.¹⁶

- Ob und in welchem Umfang technische Weiterentwicklung und die Erweiterung der angebotenen Infrastruktur mit den rasant steigenden Datenmengen Schritt halten kann, wird unterschiedlich beurteilt.

Im Mobilfunk stellt die Funkschnittstelle selbst die maßgebliche Kapazitätsbegrenzung dar. Mit einer zunehmenden Anzahl aktiver Nutzer erhöht sich die Wahrscheinlichkeit eines Kapazitätsengpasses. Ein Mobilfunkbetreiber hat verschiedene Möglichkeiten, dieser Situation zu begegnen, um seinen Kunden einen zufriedenstellenden Netzzugang zur Verfügung zu stellen:

- Kapazitätsausbau der Funkschnittstelle, durch mehr Spektrum oder effizientere Technologien;
- Verdichtung des Netzes, d.h. mehr Basisstationen (Standorte) und Funkzellen;
- sowie Maßnahmen zum Verkehrsmanagement.

In der Praxis wird ein Zusammenwirken aller drei Maßnahmen notwendig sein. Denn der Kapazitätsausbau mittels einer größeren Anzahl von Basisstationen bzw. Standorten ist technisch und ökonomisch nur beschränkt möglich und stößt zudem auf Akzeptanzprobleme in der Bevölkerung. Das heute verfügbare Funkpektrum wird Berechnungen zufolge bei anhaltender Nachfrage nach breitbandigem Mobilfunk im Laufe der nächsten Jahre ausgeschöpft sein, weshalb aus Sicht der Mobilfunknetzbetreiber die Identifizierung von zusätzlichem Spektrum nötig ist, was – dies zeigt die Diskussion um die Digitale Dividende - ein sehr zeitintensiver und politisch schwieriger Prozess ist. Aufgrund der geschilderten Ausgangssituation kann somit die Transportkapazität eines Funknetzes bei gegebener Frequenzausstattung per se - und insbesondere unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten - nicht für beliebige Übertragungskapazitäten erweitert werden. Daher besteht im mobilen Access-Netz bereits kurzfristig die Notwendigkeit, die vorhandenen Transportkapazitäten möglichst optimal einzusetzen.

Es erscheint jedoch am wahrscheinlichsten, dass Kapazitätsengpässe zumindest auch auf mittlere Sicht insbesondere ein Phänomen im Rahmen mobiler Nutzung sein werden.

1.1.4. Zusammenfassung zu Kapazitätsengpässen

Betrachtet man nun die Wahrscheinlichkeit von Netzengpässen heute und in der Zukunft kann man festhalten, dass die Gefahr von Netzengpässen untrennbar mit der Struktur und Funktionsweise des Internets verbunden ist. Sie können spontan verursacht werden – zum einen durch

Ausfall einzelner Netzkomponenten, zum anderen auch immer wieder punktuell dadurch,

¹⁶ Rysavy Research „Mobile Broadband Capacity Constraints And the Need for Optimization, S. 15 ff.; http://www.rysav.com/Articles/2010_02_Rysavy_Mobile_Broadband_Capacity_Constraints.pdf

dass Datenvolumina konstant wachsen und einzelne Netzwerkkomponenten die Grenze ihrer Leistungsfähigkeit erreichen. Dabei ist es besonders wahrscheinlich, dass es zu Engpässen kommt, wenn es zu sprunghaften Veränderungen der Datenvolumina kommt, die entweder durch die Durchsetzung neuer Nutzungsformen (Bewegtbilder, HD, 3D etc.) oder durch besondere Nutzungsnachfrage auslösende externe Ereignisse verursacht werden können¹⁷.

Betrachtet man die verschiedenen Netzebenen erscheinen nachhaltige Kapazitätsprobleme im Backbone auch auf längere Sicht eher unwahrscheinlich, auch wenn es immer mal temporär und lokal zu Engpässen kommen kann. Im Aggregations- und Access-Bereich ist bei der kabelgebundenen Nutzung durch die technische Aufrüstung, nicht zuletzt die zu erwartende Umstellung auf eine glasfaserbasierte Infrastruktur, auf die Dauer eher eine Entspannung zu erwarten, die heute noch auftretende Rivalitäten zwischen Nutzern verringern wird.

Dem gegenüber ist Funktechnologien als Basis mobiler Internet-Nutzung die Rivalität verschiedener Nutzer immanent. Hier wird es deshalb auch auf mittlere Sicht am ehesten zu Kapazitätsengpässen kommen können, zumal das Wachstum der Datenvolumina in diesem Bereich (von einem zuzugeben noch vergleichsweise niedrigen Niveau) besonders ausgeprägt ist.

1.2. Netzwerkmanagement zu anderen Zwecken

Neben der Bewältigung von Kapazitätsengpässen, die Einfluss auf die eingangs beschriebenen Qualitätsparameter haben können, gibt es weitere Erfordernisse, die Netzwerkmanagement-Maßnahmen notwendig machen können.

Dazu zählen neben dem Traffic-Management etwa die Einhaltung von gegenüber Kunden zugesicherten Qualitätseigenschaften (sowie die Möglichkeit für den Kunden diese zu überprüfen), aber auch Ausfallsicherheit, Sicherheitsüberlegungen (z.B. sicherheitskritische Dienste wie Notruf) oder Fragen der Latenz bzw. Paketverluste, sofern diese nicht erst durch Kapazitätsprobleme, sondern auch unabhängig hiervon verursacht werden können. So braucht es Netzwerkmanagement schon in heutigen TK Netzen, um sicherzustellen, dass gesetzliche Auflagen wie z.B. Notrufe, Strafverfolgungsmaßnahmen / gesetzliche Eingriffsbefugnisse der Ermittlungsbehörden, o.ä. erfüllt werden können. Aber auch bestimmte IP-Dienste wie dedizierte IPTV-Applikationen werden im Rahmen von Managed Services gesondert behandelt, da andernfalls das Qualitätsversprechen (etwa: HD-Fernsehempfang) gegenüber dem Endkunden, für welches dieser gesondert zahlt, nicht garantiert werden könnten.

Netzwerkmanagement kann aber auch unabhängig von Kapazitätsengpässen genutzt werden, um nicht gewollte Inhalte zu behindern oder ganz zu blockieren. Dies kann aus ökonomischen, rechtlichen oder moralischen Gründen geschehen, bedeutet aber in jedem Fall die Entscheidung des Netzbetreibers, ob bestimmte Inhalte transportiert werden oder nicht.

¹⁷ Vgl. Stellungnahme des SV Sebastian von Bomhard in der Anhörung der Enquete-Kommission vom 4. Oktober 2010 - http://www.bundestag.de/internetenquete/dokumentation/2010/Sitzungen/20101004/ADrs__17_24_008-B_-_Stellungnahme_Sebastian_von_Bomhard.pdf

Problematische Konstellationen ergeben sich immer dann, wenn Netzbetreiber eine Unterscheidung zwischen verschiedenen Inhalten oder Ursprungsquellen von Daten vornehmen. Beispiele hierfür sind.

- z.B. Blockierung des Datenverkehrs bei bestimmten Applikationen, wie es bei der Sperrung von Skype auf Smartphones durch einige Anbieter zu beobachten ist
- Einschränkung und Verlangsamung des Datenverkehrs bei bestimmten Inhalten, z.B. beim Herunterladen von Videos, Filmen und Musik
- Manipulation oder Blockade unerwünschter Inhalte, um etwa die Verbreitung von Kritik, z.B. an bestimmten Unternehmen, zu behindern.

1.3. Auswirkungen des Best-Effort-Prinzips und seiner Auswirkung bei Kapazitätsengpässen

Dem Datentransfer im Internet liegt heute im Regelfall das sog. Best-effort-Prinzip (auf deutsch “größtmögliches Bemühen”) zugrunde. Der Betreiber eines Netzes sagt damit zu, schnellstmöglich im Rahmen der ihm zur Verfügung stehenden Ressourcen die Übermittlungsanfragen zu bedienen. Der Netzbetreiber bietet mit seiner Zusage des “größtmöglichen Bemühens” eine rein technisch orientierte Dienstleistung an. Die Datenübertragung orientiert sich hier nicht an inhaltlichen oder vom Datenübermittler abhängigen Kriterien, sondern bedient die Datenübermittler nach dem FIFO-Prinzip (first in – first out). Die völlig gleichrangige Behandlung aller Datenpakete, unabhängig von ihrem Inhalt und ihrem Ursprung, wird als die reinste Form der Netzneutralität verstanden.

Diese Wesensmerkmale von „best effort“ bedeuten zugleich, dass grundsätzlich keine garantierte *Übertragungsqualität* von Daten sichergestellt werden kann, denn angeboten wird eben nur, alle eintreffenden Pakete weiterzuleiten, solange im Netz keine Staus auftreten.

Ein Beispiel für ein Best-Effort-Netzwerk ist das heutige Internet mit seinem Übertragungsprotokoll TCP/ IP und dem Zugang über Internet-Service-Provider (ISP's). Dies ist historisch begründet, da das Internet-Protokoll ursprünglich für die Übertragung von zeitunkritischen Daten gedacht war.

Dies „FIFO-Prinzip“ heißt praktisch, dass jedes Datenpaket gleich behandelt wird – eine qualitätskritische Sprachverbindung genauso wie eine im Hintergrund lauffähige Datenverbindung. Eine Priorisierung bestimmter Dienste ist gerade nicht vorgesehen. Das Internet ist damit dienste- und applikationsneutral.

Allerdings schwankt die Auslastung der Netztransportkapazität durch Internetverkehr sowohl im Tagesrhythmus als auch durch die Überlagerung verschiedenster, meist ‚burst‘-artiger, Verkehre selbst innerhalb kürzester Zeitabschnitte sehr stark. Je stärker ein Paketnetz wie das Internet an seiner Kapazitätsgrenze betrieben wird, umso häufiger müssen bei Verkehrsspitzen Datenpakete in den Knoten des Netzes zwischengespeichert werden. Diese Daten werden verzögert übertragen. Erhöht sich die Auslastung weiter, wird die Speicherkapazität der Netzknoten überschritten und es werden mit zunehmender Last zunehmend ganze Datenpakete im Netz verworfen (congestion). Folge sind also zunächst Verzögerungen, Schwankungen in der Übertragungsgeschwindigkeit (Latenz), später auch Paketverluste.

Die unterschiedliche Sensibilität verschiedener Anwendungen auf Qualitätseinbußen führt dazu, dass in einem reinen „Best-Effort“-Netz mit zunehmender Netzauslastung zunächst Dienste mit hohen Transportanforderungen gestört werden. Nutzer von anspruchslosen

Services wie z.B. eMail werden solche Überlastsituationen wenn überhaupt, dann nur bei extremer Überlastung des Netzes durch Verzögerungen bei der Mailzustellung feststellen. Aus diesem Grund kann im Rahmen eines reinen Best-Effort-Ansatzes eine Datenübertragung schnell einen über IP-Technologie realisierten Telefonanruf erheblich stören. Andererseits können Nutzer, die datenintensive Dienste wie Peer-to-Peer-Netzwerke oder Video-Streams nutzen, grundsätzlich große Ressourcen belegen, weil dies nicht reguliert wird. Dies wiederum kann bei den bestehenden Kapazitätsgrenzen zu einer starken Beeinträchtigung der Qualität der von anderen Teilnehmern genutzten Dienste führen, was die Kundenzufriedenheit beeinflusst und damit dem Diensteanbieter schadet. Auch ist die Nutzbarkeit sicherheitsrelevanter Services, wie z.B. des Sprachnotrufs, wenn er über IP-Technologie realisiert wird, in einem Best-Effort-Netz nicht in jedem Fall sichergestellt.

Ohne steuernde Eingriffe ist der Nutzer nicht in der Lage, für sich festzulegen, welche Dienste ihm wichtiger sind oder worauf er ggf. verzichten könnte bzw. wo er Qualitätseinbußen am ehesten akzeptieren kann.

1.4. Möglichkeiten zur Reduzierung des Auftretens und der Wirkung von Kapazitätsengpässen im Rahmen von best effort

Auch im Rahmen eines reinen best-effort-Netzes bestehen Möglichkeiten, das Auftreten und die Wirkung von Kapazitätsengpässen durch effizientere Nutzung der vorhandenen Netzwerkressourcen zu begrenzen

Soweit etwa auf Kapazitätsengpässe lediglich mit einer linearen Reduzierung der Datenkapazitäten für jeden einzelnen Diensteanbieter reagiert wird und das Prinzip FIFO ohne jedwede Bevorzugung oder Benachteiligung einzelner Dienste angewendet wird, ist den diskriminierungsfreien Grundsätzen des Best-Effort-Prinzips Rechnung getragen.

Eine weitere Maßnahme zur Verminderung bzw. Umgehung von Engstellen im Netz besteht darin, die Transportstrecke zwischen Datenursprung und Datenziel zu verringern. Auch in einem Best-effort-Netz sind Laufzeiten und Risiken von Verzögerungen natürlich nicht für alle Datenverbindungen gleich, sondern abhängig von der zu überwindenden Transportstrecke und vor allem der dabei zu passierenden Netzelemente. Denn die absolute Neutralität eines best-effort-Ansatzes bedeutet nur, dass an einer bestimmten Stelle im Netz zu einem bestimmten Zeitpunkt alle dort anfallenden Datenpakete gleich behandelt werden. Große Distanzen oder auch potentielle Engstellen können deshalb ohne Infragestellung des Best-effort-Prinzips dadurch umgangen werden, dass Inhalte näher an den potentiell nachfragenden Nutzern bereitgestellt werden. Dies ist die Aufgabe von so genannten Content-Delivery Networks wie z.B. Akamai, die auf diese Weise eine effizientere Bereitstellung von Inhalten in optimaler Qualität ermöglichen.

1.5. Möglichkeiten und Formen des Netzwerkmanagements

Daneben sind aber auch heute schon und werden in noch viel stärkerem Maße in der Zukunft Maßnahmen zum Netzwerkmanagement im Einsatz. Unter Netzwerkmanagement soll dabei zunächst einmal jede Form der Ungleichbehandlung von Datenpaketen in Netzen auf IP-Basis gefasst werden, unabhängig von ihrem Zweck und den dafür eingesetzten Techniken und

Kriterien. Grundsätzlich ermöglichen es Netzwerkmanagementtechniken den Netzbetreibern, den Datentransport je nach Verkehrslage und ökonomischem Bedürfnis zu steuern.

Innerhalb der das Internet in seiner Gesamtheit bildenden Einzelnetze ist ein solches Netzwerkmanagement heute schon nicht unüblich. So werden in IP-Backbone-Netzen Verkehre differenziert behandelt, etwa indem Informationen zur Netzsteuerung selbst (Routing) priorisiert werden. Auch im Anschlussbereich wird bei All-IP-Anschlüssen oft innerhalb des Netzes des Zugangsanbieters differenziert. Damit soll bspw. im Festnetzbereich sichergestellt werden, dass ein VoIP-basiertes Telefongespräch immer mit der gewünschten Sprachqualität geführt werden kann – auch wenn parallel datenintensive Downloads bestehen. Die Einteilung von Datenpaketen in die unterschiedlich zu behandelnden Kategorien fällt in diesen Fällen leicht, weil die priorisierten Informationen im eigenen Netz erst generiert wurden und sich insofern nicht die Frage stellt, wie priorisierungsbedürftige Datenpakete identifiziert werden können.

Für die Zukunft wird aber von einigen Netzbetreibern angestrebt, auch über Netzgrenzen hinweg eine differenzierte Behandlung von Datenpaketen zu ermöglichen. Dies ist bislang noch die absolute Ausnahme. Für eine solche Entwicklung bestehen verschiedene Möglichkeiten.

1.5.1. Untersuchung der Datenpaket-Inhalte durch Deep Packet Inspection (DPI)

Eine ohne weitere Absprache zwischen Netzbetreibern bestehende Möglichkeit, bestimmte priorisierungsbedürftige Datenpakete zu identifizieren, ist eine inhaltliche Analyse des Datenpakets. Unter dem Begriff DPI (Deep Packet Inspection) werden technische Methoden zusammengefasst, um Datenpakete in Echtzeit hinsichtlich ihres Inhaltes oder anderer Kriterien zu inspizieren.

Jedes Datenpaket besteht aus einem sogenannten Header und einem Datenfeld, die Informationen zur Weiterverarbeitung (Absender und Empfänger) und Angaben zum verwendeten Protokoll sowie die eigentlichen Nutzinformationen des Paketes enthalten. Man kann ein Datenpaket bezüglich seines Aufbaus mit einem Postbrief vergleichen: Der Umschlag ist der Header, im Inneren des Briefes befindet sich das Datenfeld. Untersucht wird mittels der DPI der Inhalt jedes einzelnen Datenpaketes selbst sowie dessen Header jeweils beim Durchlaufen von Hardware-Inspektionsstellen.

Ziel ist es in der Regel in einem zweiten Schritt, Daten zu priorisieren, umzuleiten, zu verlangsamen oder gänzlich zu blockieren. Sind von den Algorithmen gesuchte Muster in den Datenpaketen erkannt worden, so wird nach vorab definierten Parametern sofort entschieden, wie – gemäß den Zielvorgaben – mit den Paketen weiter verfahren wird.

Deep Packet Inspection erfolgt dabei bezogen auf einzelne Datenpakete und in den einzelnen Netzelementen, durch welche automatisch entschieden wird, wie jedes einzelne Paket zu behandeln ist. Deep Packet Inspection der Einzelpakete bedeutet deshalb noch nicht zwangsläufig eine umfassende inhaltliche Analyse und führt auch nicht zu einer Speicherung von Inhaltsdaten beim Netzbetreiber, sondern kann als ein zunächst im Durchlauf erfolgender technischer Vorgang zur Behandlung der Datenpakete erfolgen.

Behinderungen oder Diskriminierungen des Datenverkehrs durch DPI können technisch umgangen werden. Dafür sind VPN-Tunnel oder Verschlüsselungsverfahren geeignet, dies verhindert die Analyse der Inhalte der Datenpakete wirksam.

Der Einsatz der DPI stößt jedoch immer auf datenschutzrechtliche Vorbehalte, weil anders als beim sonst üblichen Transport von Datenpaketen nicht allein nach dem Inhalt des Headers über den Transport entschieden wird, sondern auch der eigentliche Inhalt ausgelesen werden kann.

1.5.2. Priorisierung anhand von spezifischen Qualitäts- bzw. Priorisierungsinformationen im Header

Die datenschutzfreundlichere Variante sind daher Lösungen, die eine Priorisierung bestimmter Datenpakete auf Basis der Header-Informationen ermöglichen. Grundsätzlich ist eine solche Kennzeichnung auch schon im Rahmen des heute meist verwendeten Internet-Protokoll-Version IPv4 möglich. Sie ist jedoch in aller Regel mangels Absprachen zwischen den Netzbetreibern von begrenzter Wirksamkeit, weil die Kennzeichnung mangels einheitlicher Standards in aller Regel bei der Übergabe der Datenpakete an Netzübergangspunkten verworfen wird.

Es ist allerdings angestrebt, im Rahmen der Umstellung auf die künftige erweiterte Internet-Protokoll-Version IPv6 die Berücksichtigung von Informationen zu Qualitätsklassen zu ermöglichen.

Ein Beispiel für ein Verfahren zur Kennzeichnung von Prioritäts- und Qualitätsanforderungen von Datenpaketen ist auch das DiffServ¹⁸ (Differentiated Service) genannte Schema zur Klassifizierung von IP-Paketen.

Bei jeder Kennzeichnung der Priorität im Header stellt sich sodann die Frage, wer die Einordnung von Datenpaketen in die verschiedenen möglichen Qualitätsklassen vornimmt und nach welchen Kriterien.

Denkbar ist zunächst, dass dies nach objektiven, möglichst einheitlich für alle Netzbetreiber geltenden Maßstäben aufgrund der Eigenart der jeweiligen Anwendungen erfolgt. Dann würden gleiche bzw. vergleichbare Dienste auch einheitlich behandelt und es bestünde kein (oder zumindest nur wenig) Diskriminierungspotential.

Alternativ erscheint es möglich, dass einer der Beteiligten der Kommunikation individuell darüber entscheiden (können) will, ob die innerhalb der Kommunikation zu übertragenden Datenpakete einer bestimmten Bevorrechtigung unterliegenden Qualitätsklasse angehören sollen. Diese Entscheidung kann nun wiederum entweder der Absender der Datenpakete, d.h. der Anbieter des betreffenden Dienstes bzw. Inhalts sein oder aber der Anforderer und Empfänger der Datenpakete. Hier kann es zu Ungleichbehandlungen zwischen konkurrierenden Anbietern kommen, insbesondere wenn die Einordnung in bevorrechtigte Qualitätsklassen von der Zahlung eines Entgelts des Diensteanbieters abhängig gemacht wird. Wesentlich unbedenklicher erscheint es, wenn die Priorisierungsentscheidung (und ggf. auch eine damit einhergehende Zahlungspflicht) dem Endnutzer und Empfänger des Dienstes überlassen bleibt.

Generell setzt die Wirkung solcher Kennzeichnungen über Netzgrenzen hinweg zudem Netzbetreiber-übergreifende Absprachen voraus. Ob dies ohne unabhängige Normierung großflächig im Rahmen von Next Generation Networks, aber auch dem jetzigen Internet

¹⁸ Vgl. <http://de.wikipedia.org/wiki/DiffServ>.

erfolgreich sein wird, ist offen. Es bleibt ungeklärt, ob und in welcher Form sich die Möglichkeit einer Priorisierung von Datenpaketen über die Grenzen einzelner Teilnetze hinweg realisieren lässt. Im privatrechtlich organisierten Internet sind für alle Netzbetreiber gültige Vorgaben nicht zu erwarten. Vielmehr sind hier eher bilaterale Absprachen zwischen (großen) Netzbetreibern wahrscheinlich. Dann hängt die Durchsetzung solcher Absprachen aber davon ab, ob auch wirtschaftliche Anreize für die Übernahme von Priorisierungsinformationen gesetzt sind. In der Folge dürfte dies auf die Übertragung des Interconnection-Regimes der klassischen Telefonie auf die Welt des Internets hinauslaufen, bei dem für die Weiterleitung bzw. Terminierung von Datenpaketen an den jeweils übernehmenden Netzbetreiber Zahlungen erfolgen. Solche neuen Kooperationsmodelle werden allerdings nicht ohne Auswirkungen auf die wirtschaftliche Funktionsweise des Internets bleiben. Nicht zuletzt wird dies notwendig machen, dass für entsprechend übermittelte Datenpakete zusätzliche Entgelte entweder vom sendenden Diensteanbieter oder vom anfordernden Endkunden erhoben werden.

1.5.3. Priorisierung nach Absenderinformationen

Schließlich wäre es denkbar, eine Priorisierung anhand der ebenfalls im Header enthaltenen Absenderinformationen vorzunehmen. Denkbar wäre der Aufbau von Listen bevorzugter Absender, von denen Datenpakete wiederum priorisiert transportiert werden. Der Zugang zu entsprechenden Listen wäre vermutlich ebenfalls von der Zahlung gesonderter Entgelte abhängig.

1.6. Transparenz

Bei allen Priorisierungsmaßnahmen wird ein Bedarf an größtmöglicher Transparenz von Maßnahmen zum Netzwerkmanagement und zur bereitgestellten Dienstqualität gesehen. Dabei gilt für alle Zugangsanbieter das europäische Transparenzgebot, welches auch in der anstehenden Novelle des Telekommunikationsgesetzes in deutsches Recht umzusetzen ist.¹⁹ Internet Service Provider müssen daher von der Bundesnetzagentur festzulegende Informationen kontinuierlich und verständlich für Endkunden öffentlich machen und den jeweiligen regulierenden Institutionen übermitteln.

Es bestehen verschiedene Möglichkeiten für die Messung der relevanten Kriterien zur Bestimmung der Qualität von Internetzugangleistungen. Für die Messung von Latenzzeit, Jitter, Paketverlustrate, Durchsatz und Bandbreite einzelner Verbindungen sind die üblichen Netzwerktools – von einfachen Kommandozeilenbefehlen wie ping und traceroute bis hin zu den umfänglichen Messmöglichkeiten der Internet Service Provider und Content Delivery Networks verwendbar.

Für eine Überwachung der neutralen Datenübermittlung im gesamten Netz gibt es bereits an Router und Endgeräte angeschlossene Messboxen. Entsprechende Projekte sind von der europäischen IP-Adress-Registry Reseaux IP (RIPE) und dem britischen Regulierer OFCOM angestoßen worden.²⁰

¹⁹ Vgl. Art. 21 „Transparenz und Veröffentlichung von Informationen“ und Art. 22 „Dienstqualität“ der Richtlinie 2009/136/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 25. November 2009 zur Änderung der Richtlinie 2002/22/EG über den Universaldienst und Nutzerrechte bei elektronischen Kommunikationsnetzen und -diensten. Siehe zudem den Referentenentwurf des Telekommunikationsgesetzes, Stand 15.9.2010, insb. § 45n „Transparenz und Veröffentlichung von Informationen“ und § 45o „Dienstqualität und zusätzliche Dienstmerkmale zur Kostenkontrolle“.

²⁰ Vgl. Ermert, Monika: Eine Viertelmillion Sensoren gegen Internet-Staus, in: Heise Online, 16.11.2010. Letzer Zugriff am 26.11.2010.

Für Endnutzer werden eine benutzerfreundliche Kombination von Open-Source-Tools, z.B. *Switzerland* von der Electronic Frontier Foundation²¹ mit von den Regulierern teilweise bereits zur Verfügung gestellten Anwendungen wie www.broadband.gov/qualitytest entwickelt.

²¹ Vgl. <https://www.eff.org/testyourisp/switzerland>; weitere Software zum Testen von Service Providern findet sich unter <https://www.eff.org/testyourisp> aufgelistet. Letzter Zugriff am 26.10.2010.