

Future Internet / Next Generation Network

Warum neue Netze?

Gregor Wachala

Betreuer: Heiko Niedermayer

Seminar Innovative Internet-Technologien und Mobilkommunikation WS09/10

Lehrstuhl Netzarchitekturen und Netzdienste

Fakultät für Informatik, Technische Universität München

E-Mail: wachala@in.tum.de

Kurzfassung

Für viele Menschen wäre es schwierig, sich das Leben ohne heutige innovative technische Erfindungen vorzustellen. Insbesondere ist das Internet wahrscheinlich das größte menschliche Kunsterzeugnis. Sehr viele Forscher geben aber zahlreiche ernsthafte Gründe an, die entweder schon für bestehende Applikationen Probleme verursachen oder verhindern, dass neue Applikationen, wenn überhaupt, schnell und kostengünstig auf den Markt gelangen. Future Internet spielt für die meisten Länder eine strategische Rolle. Selbst in Europa gibt es immer mehr Initiativen, die die Wettbewerbsfähigkeit der Informations- und Kommunikations-Technologie-Branche stärken sollen. Man versucht, eine verbesserte bzw. eine neue Internetstruktur zu bauen, um endlich nicht mehr auf die Frage: „Why the Internet only just works?“ antworten zu müssen.

Schlüsselwörter:

Future Internet, Internetarchitektur, ICT.

1 Einführung

Die ursprüngliche, vor etwa 40 Jahren erfundene Internetstruktur war vorgesehen, um einige hundert Rechner zu verbinden. Niemand hätte gedacht, dass das Internet innerhalb von einigen Jahren eine so große Dimension erreichen wird. Wie auf der Abbildung 1 zu sehen ist, hat die Anzahl von Internetnutzern steigende Tendenz und wird voraussichtlich noch vor 2014 die Grenze von zwei Milliarden erreichen. Jeden Tag entsteht eine Unmenge von Applikationen, die die Aufgabe haben, uns das Leben zu erleichtern und unsere Zeit effizienter zu nutzen. Dank der Automatisierung mancher Prozesse in jeder Branche, bei denen nicht mehr oder im gewissen Grad menschliche Anwesenheit verlangt wird, sind große ökonomische Vorteile erreicht. Selbst durch den elektronischen Austausch der Informationen braucht man manchmal anstatt ein paar Tagen nur noch einige Minuten, um beispielsweise eine geschäftliche Transaktion abzuschließen. [15]

Nicht nur die Anzahl der Internetnutzer wächst rasant, sondern auch der Internetverkehr. Der Verlauf und die Verteilung sind in Abbildung 2 aufgezeigt. Internetvideos werden immer beliebter und werden nach Voraussagen 50 % des gesamten Internetverkehrs im Jahre 2012 erreichen. Folglich ist Anzahl von Video- und Voice-Anwendungen deutlich gestiegen. Millionen von Menschen benutzen täglich Skype oder YouTube und besonders für Geschäftsleute stehen Videokonferenzen bereits auf

der Tagesordnung. Statistisch gesehen verbringen immer mehr Menschen ihre Zeit fast so lange im Internet wie vor Fernsehgeräten.

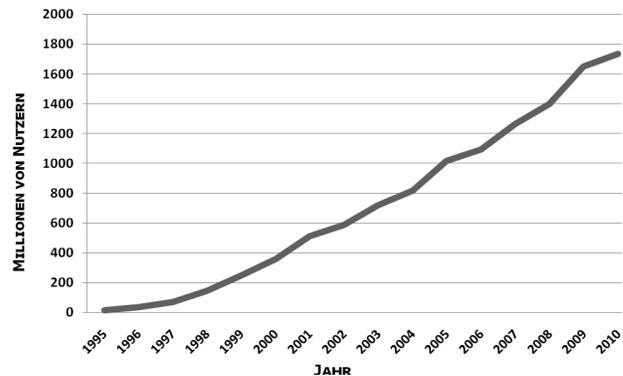


Abbildung 1: Weltweite Anzahl von Internetnutzern 1995-2010

Veraltete, seit dem Anfang fast nicht geänderte, Netzstrukturen und eine drastisch steigende Anzahl von Nutzern und Datenmengen verursachen immer häufiger Probleme. Obwohl die Schwierigkeiten besonders IT-Spezialisten Sorgen bereiten, sind von den Folgen alle Nutzer betroffen; vom Entwickler über Unternehmen und Betreiber bis zum Endnutzer. Für Entwickler stellen beispielsweise Middleboxes große Probleme dar, für Unternehmen sind es DDoS Angriffe, für Betreiber Adressraum-Erschöpfung und für Endnutzer Spam und Sicherheit. Dazu mehr im folgenden zweiten Abschnitt. Abschnitt 3 beschreibt aktuellste ausgewählte Initiativen in Europa. [14, 1, 4, 10, 9, 11]

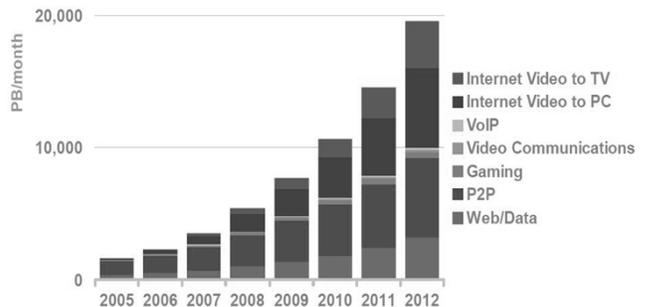


Abbildung 2: Internet Traffic 2005-2012 [16]

2 Gründe für neue Netze

Immer wieder hört man in der IT-Branche den Satz: „The Internet only just works“. Es gibt zahlreiche Gründe für die Entstehung des Satzes. Das Hauptproblem, aus dem zahlreiche erste Unterprobleme entstanden sind, heißt Internetarchitektur. Die in den 70er-Jahren erfundene und gebaute Struktur, die auf Internetprotokollen basiert, war nur für einige hundert Geräte vorgesehen. Netze sind ihrem ursprünglichen Design längst deutlich entwachsen. Es war leider unmöglich vorherzusehen, welche Probleme entstehen können und es ist immer noch schwierig zu sagen, welche völlig neuen Probleme sich noch ergeben. Jeden Tag entstehende Neuerungen können heutzutage nicht eingeführt werden, weil die Implementierung bei vorhandenen Protokollen zu viel Aufwand erfordern würde. Da Internetkernprotokolle in Applikationen eingewachsen sind und Netze riesige Dimensionen angenommen haben, ist heute jede Änderung äußerst schwierig. Wir sammeln Probleme schneller an, als sie beseitigt werden können. Die vorhandene Internetarchitektur steht also neuen Technologien im Weg. [15, 6] Ein gutes Beispiel ist die Telemedizin, die zuverlässige, zeitsynchronisierte Datenübertragung verlangt. Diese Zuverlässigkeit, besonders bei der Übertragung vieler großer Datenmengen, ist heutzutage nicht möglich. Außerdem gibt es noch das Datenschutzproblem der versendeten Datenpakete.

Hier sind ein paar von Forschern und in der Industrie erwähnten Gründe, die die Verwendung des Satzes erklären.

2.1 Short-Term Problems

Manche Probleme verursachen schon jetzt unheimliche Schwierigkeiten, indem sie Stabilität und Leistung beeinflussen. Obwohl viele Ressourcen zur Findung möglichst schneller Lösungswege vorgesehen sind, wachsen die Probleme schneller als sie behoben werden können. Einige ernste gegenwärtige Schwierigkeiten sind:

2.1.1 Spam

Als Spam bezeichnet man unerwünschte Nachrichten. Die häufigste Spam-Form ist E-Mail-Spam. Laut Symantec hat E-Mail-Spam 87 % im Oktober 2009 erreicht. (Abb. 3) Spam verstopft die Leitungen und Server, verbraucht Speicherplatz auf den Festplatten, führt zu Zeitverlust der einzelnen Internetnutzer, beinhaltet manchmal Viren und bösartige Programme. Bis vor Kurzem war Spam wohl das größte belastigende Internetproblem. Hauptsächlich durch die Einführung u.a. von Spamfiltern ist heutzutage die Anzahl von Spam deutlich begrenzt worden. Jedoch sind sowohl die Einführung als auch die Wartung der Spamfilter mit Kosten verbunden.

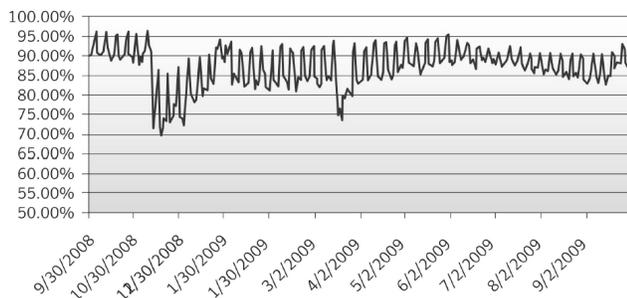


Abbildung 3: E-Mail Spam-Niveau 2008/2009 [12]

Neben traditionellem Spam können wir auch Spam over Internet Telephone (SPIT) unterscheiden. SPIT erscheint in Form von unerwünschten Anrufen per Voice over IP (VoIP). [15,6]

2.1.2 Sicherheit

Sicherheit ist wahrscheinlich das größte Problem des Internets und den dazugehörigen Applikationen, das jeden Tag an Ausmaß zunimmt. Da ursprünglich erfundene Internetprotokolle nur für die Kommunikation zwischen vertrauten Nutzern vorgesehen waren, sind Sicherheitsprobleme nicht berücksichtigt worden. Beim Aufbau sind die zu betrachtenden Pakete gleichgültig, denn es existiert keine Unterscheidung zwischen erwünschten (z.B. Nachrichten, Bilder) und unerwünschten (z.B. Viren, Spyware) Paketen. Heutige Sicherheitsprobleme sind durch Kommunikationslösungen und Anwendungsprogramme verursacht und erscheinen folglich u.a. in Form von Viren, Spyware, Worms und Phishing, deren Folgen Unternehmen Milliarden kosten. Das Internet wird immer größer, jeden Tag entsteht eine Unmenge von neuen Anwendungen, die immer komplexer sind, die immer mehr Nutzer haben. Diese neuen Applikationen beinhalten immer mehr Sicherheitslöcher. Anstatt Mittel für eine neue verbesserte Internetstruktur und sichere Hauptapplikationen, wie z.B. Betriebssysteme, einzusetzen, müssen Unternehmen immer mehr Geld für die Fehlerbeseitigung ausgeben. Sparsam kalkulierte Ausgaben für Sicherheitsaspekte verbunden mit veralteter Internetstruktur verursachen immer größere Verluste, die hauptsächlich in der Bankbranche sichtbar sind. Abbildung 4 zeigt, wie die Computerkriminalität innerhalb von zwei Jahren drastisch gestiegen ist. Missbrauch von Kreditkarten steigt und scheint das größte Problem in heutigen Zeiten zu sein. (Tabelle 1) [15, 13]

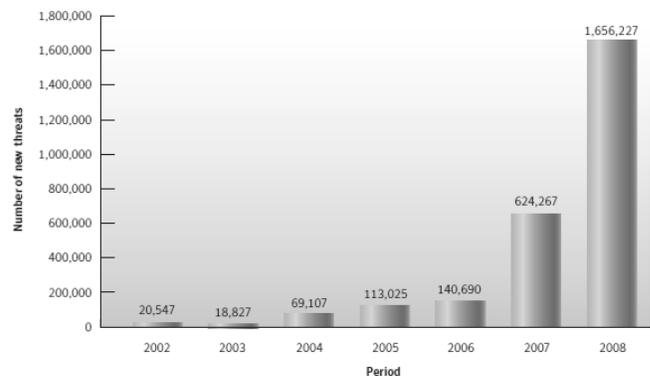


Abbildung 4: Neue Bedrohungen durch bösartigen Code [13]

Leider sind das Kleinigkeiten im Vergleich dazu, was schon bald auf uns zukommen kann. Zukünftige intelligente Netze würden u.a. entfernte Kontrollen und Kommunikationen zwischen Kernkraftwerken ermöglichen. Sicherheitsprobleme könnten zu böswilligen Angriffen führen, deren Folgen Städte völlig paralysieren könnten. In kritischen Systemen könnten Störungen weitergehende Folgen verursachen, wie weit verbreitete Unruhen und vielleicht sogar Todesfälle. [6]

Tabelle 1: Drei große Waren- und Dienstleistungen für den illegalen Verkauf bestimmt in 2007 und 2008 [13]

| Item | 2008 | 2007 |
|--------------------------|------|------|
| Credit card information | 32% | 21% |
| Bank account credentials | 19% | 17% |
| E-Mail accounts | 5% | 4% |

2.1.3 DoS-Angriffe

Erfinder der veralteten Internetarchitektur, die noch heute verwendet wird, wollten Pakete möglichst schnell und kostengünstig zwischen vertrauten Stellen verschicken. Da Nachrichten vertraut waren, war es nicht nötig, nur ausgewählte Nachrichten zu empfangen. Diese Tatsache verursacht heute Probleme in Gestalt von Denial of Service (DoS)-Angriffen. DoS bezeichnet einen Angriff auf Host oder andere Netzkomponente, um Dienste bevorzugt durch Überlastung zu blockieren. Distributed Denial of Service (DDoS) ist eine verbesserte Form von DoS-Angriffen mit dem Unterschied, dass Angriffe gleichzeitig von mehreren Rechnern, z.B. Zombies, durchgeführt werden. Zurzeit kann man Filtersysteme benutzen, um die Anzahl von Angriffen zu verringern. [6, 5]

2.1.4 Application deployment

Die Internetarchitektur steht neuen Applikationen im Weg. Als Beispiel können wir Firewalls nehmen. Alles, was für eine Firewall unbekannt ist, wird als eine potenzielle Bedrohung gewertet. Entwickler versuchen, neue Applikationen so zu entwickeln, dass sie wie HTML aussehen, weil es einfacher ist, HTML durch Firewall durchzulassen. Als weiteres Beispiel können wir ein berühmtes, scheinbar einfaches Anwendungsprogramm wie Skype nehmen. Um unterbrechungs- und verzögerungslose Kommunikation zu gewährleisten, mussten Skype-Entwickler komplizierte Mechanismen verwenden. Mehr dazu [6]

2.2 Medium-Term Problems

Einige Probleme der Internetarchitektur sind nun zwar sichtbar, verursachen auch noch keine bedeutsamen arbeitsstörenden Schwierigkeiten, werden es aber höchstwahrscheinlich in naher Zukunft tun. Einige ernste Probleme sind:

2.2.1 Routing

Routing gehört auch zu den Problemen, die nicht mit dem phänomenalen Wachstum des Netzes Schritt halten konnten. Ursprüngliche Architektur war nicht für die Übertragung sehr großer Datenmengen vorgesehen. Insbesondere P2P, Voice und Video-Applikationen verlangen immer mehr Bandbreite und sowohl die Anzahl von Nutzern als auch der Internetverkehr wachsen ständig. Die Applikationen sind immer beliebter und kommen in zahlreichen Anwendungen vor. Nutzer können das Problem nicht bemerken, weil Internetdienstleister viel Geld in neue Infrastrukturen investieren, um eine deutliche Vergrößerung der Bandbreite zu ermöglichen. Die Routingidee basiert auf kleinen unabhängigen Paketen einer Datei, die durch das Netz verschickt werden und nicht gleichzeitig ins Ziel kommen müssen.

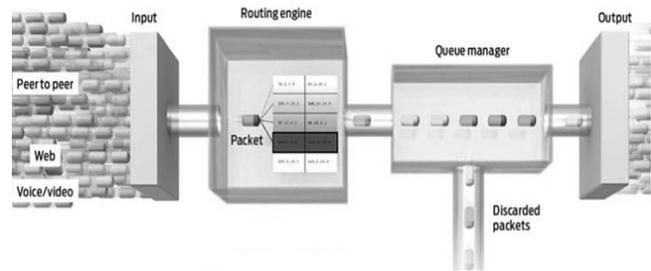


Abbildung 5: Überblick über die Arbeitsweise des konventionellen Routers [8]

Ein herkömmlicher Router bearbeitet Pakete einer Datei unabhängig. Der Router nimmt das erste Paket, liest die Zieladresse und befragt eine Routingtabelle nach dem Weg. Dann wartet das Paket in einer Warteschlange, bis es versendet werden kann. Anschließend nimmt er das zweite Paket der gleichen Datei und macht das gleiche wie bei dem ersten Paket. Der Router merkt also nicht, welches Paket er gerade bearbeitet hat. Solche unnötige Wiederholung verringert den Durchfluss, vergrößert den Verlust der Pakete und verursacht Verzögerungen. Wenn der Buffer überfüllt ist, muss der Router einige Pakete verwerfen. Verwerfung zufälliger Pakete verursacht die Einstellung der Übertragungen. Wegen Überlastungen ist der Durchfluss der Pakete verringert. Der Router ist nicht in der Lage, spezifische Typen des Verkehrs zu kontrollieren. [8]

2.2.2 Mobility

Mobile IT ist ein Protokoll, das entworfen wurde, um Benutzern von mobilen Geräten den Wechsel zwischen Netzen ohne Unterbrechungen zu ermöglichen.

Während einige Forscher versuchen, mobile IT zu entwickeln, haben andere festgestellt, dass es keinen Sinn ergibt, für solche Entwicklungen Zeit zu verlieren. Es gibt gegenwärtig keine Geräte, die mobile IT brauchen. Auch für Notebooks und Handys gibt es schon gute Lösungen, die Beweglichkeit zu ermöglichen. Der zweite Grund ist das berühmte sog. „chicken and egg“-Problem. Warum sollte man einen fremden Rechner mit mobiler IT unterstützen, wenn er noch keine mobile IT verwenden kann. [6]

2.2.3 Architectural ossification

Trotz deutlichem Anstieg der Internetnutzung, ist die Internetarchitektur seit Anfang der 90er-Jahre fast unverändert geblieben. Beispielsweise haben Firewalls und Network-Address-Translation (NAT) die Einführung von neuen Anwendungen und Transportprotokollen erschwert und genauere Durchleuchtung der Pakete wird es in Zukunft noch schwieriger machen. [15, 6] Man sagt, dass die Internetarchitektur verknöchert ist.

2.3 Long-Term Problems

Es gibt zwar viele Internetprobleme, es ist aber schwierig vorauszusehen, welche davon, in weit entfernter Zukunft, ernsthafte Schwierigkeiten verursachen werden. Forscher haben eine Ausnahme gefunden:

2.3.1 Adressraum-Erschöpfung

Schon Anfang der 90er-Jahre wurde festgestellt, dass der IPv4-Adressraum bald zu kurz sein wird. Zuerst wurde als eine kurzfristige schnelle Lösung Classless-Inter-Domain-Routing

(CIDR) vorgeschlagen. Später wurde das NAT-Verfahren eingeführt, das heute sehr beliebt ist. IPv6 ist ein Nachfolger von IPv4 und bietet viel mehr Adressraum. Solange IPv4 mit zusätzlichen Lösungen noch reicht, werden die Nutzer wahrscheinlich mit dem Übergang zu der neuen Version noch etwas warten. Ob IPv6 erfolgreich sein wird, ist immer noch fraglich. [6]

3 Initiativen in Europa

Es gibt immer mehr Initiativen, die Future Internet deutlich verbessern sollen. Das Thema Future Internet spielt seit Jahren besonders für technisch hochentwickelte Länder wie USA, Japan und Korea eine strategische Rolle. Vor kurzer Zeit haben auch europäische Länder die Bedeutung der IT-Branche richtig eingeschätzt. Folgende Dokumente haben das bestätigt:

3.1 Initiative ICT-Firmen - Call for Action

Am 16.05.2009 haben sich in Prag die größten ICT (Information and Communication Technologies) -Firmen getroffen, um Regierungen und Wirtschaft zur Zusammenarbeit zu bewegen und um an eine Vergrößerung der Investitionen in das Future Internet zu appellieren. Die Zusammenarbeit sollte deutlich Forschungstätigkeiten in Europa verstärken. Future Internet sollte ein gemeinsames globales intelligentes Netz bilden, das alle Nutzer, Dienstleistungen und Anwendungen einschließen würde. Um das zu ermöglichen, sollten private Unternehmen der ICT-Branche mit Forschungszentren zusammenarbeiten; also eine öffentlich-private Partnerschaft bilden, um neue moderne Geräte, Schnittstellen, Netze und Dienstleistungen zu entwickeln. ICT-Firmen fordern vom europäischen Parlament Anerkennung des Future Internets als höchste Priorität in der heutigen Zeit. Voraussichtliche Mittel für die gesamte Investition, die über 5 Jahre dauern kann, betragen 1 Milliarde Euro. Mit dem Aufruf will die Industrie ihre Bereitschaft zeigen und 50% des Geldes selber dazu beitragen. [2]

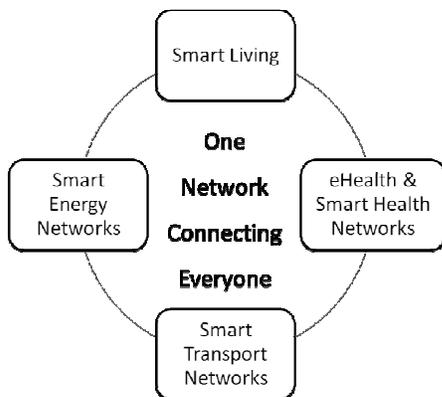


Abbildung 6: Eine erwünschte Zukunftsvision

3.2 Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament

Die Mitteilung der Kommission am 28.10.2009 an das Europäische Parlament in Brüssel hat bewiesen, dass auch in Europa Future Internet eine strategische Rolle spielt. Future Internet soll Europas Infrastrukturen intelligenter und effizienter

machen. Weniger Verkehrsstaus, bessere und effizientere Energieversorgung und modernste medizinische Betreuung im heimischen Umfeld stellen eine mögliche Zukunftsvision dar, die durch Forschung erreicht werden kann. Die Kommission wünscht sich eine Partnerschaft zwischen Regierung und den größten ICT-Firmen, Erhöhung der Investitionen in Forschung und Entwicklung und Aufstockung der Maßnahmen für Initiativen der Mitgliedsstaaten. Für neue Projekte in den Jahren 2011-2013 sind 300 Millionen Euro vorgesehen. Die Kommission will kurzfristige und mittelfristige Konzepte konsolidieren. Durch ihre vorgesehenen Maßnahmen möchte sie die Wettbewerbsfähigkeit der ICT-Branche verstärken. Weltweit versucht man, intelligente Infrastrukturen für öffentliche Anwendungen zu bauen.

Die Kommission hat die vier wichtigsten intelligenten Infrastrukturen vorgestellt: Intelligente Stromnetze, intelligente Umweltinformationssysteme, intelligente Systeme für den Verkehr und die Mobilität und ein intelligentes Gesundheitswesen. Der Stromverbrauch wird sich innerhalb von 25 Jahren verdoppeln und jedes Jahr steigt das Überlastungs- und Ausfallrisiko. Dank der Anbindung an das Internet, digitale Sensoren und Fernsteuerung kann man intelligente, umweltfreundliche und effiziente Netze erreichen und Spitzenlasten um über 15% reduzieren. Verkehrsstaukosten wurden in Europa auf 135 Milliarden Euro pro Jahr geschätzt. Der Bau neuer Straßen würde nicht viel bringen. Einzige Lösung wäre ein Entwurf und die Anwendung intelligenter Verkehrssysteme (IVS). Mithilfe des Internets wäre die Kommunikation zwischen Hilfesystemen möglich. Mehr zu Trends bei intelligenten Infrastrukturen in der Mitteilung.

Aufgabe der von der Kommission vorgestellten Strategie ist, dass Europa die führende Position bei der Erforschung und Einführung zukünftiger Internettechnologien übernimmt, die nötig sind, um die Infrastrukturen in Alltagsgebieten wie Gesundheit, Verkehr und Energie intelligenter zu machen. Es würde nicht nur eine erhöhte Wettbewerbsfähigkeit der europäischen ICT-Branche bringen, die während der Weltkrise besonders wichtig ist, sondern auch für Nutzer würden neue Anwendungen und Dienstleistungen eine sehr große Bedeutung haben. Die in vielen Regionen und Großstädten laufenden Pilotprojekte bringen große Profite.

Die Europäische Union finanziert bereits 90 Projekte, die sich mit der Intelligenz des Internets selbst beschäftigen. Es sind über 400 Millionen Euro dafür vorgesehen und in den Jahren 2011-2013 kommen weitere 200 Millionen Euro pro Jahr dazu. [3]

3.3 Überblick über Aktivitäten der EU

Tabelle 2: Ausgewählte Projekte in Europa [7]

| Activities | Project Name |
|---|--------------|
| Network Architecture and Mobility | TRILOGY |
| | 4WARD |
| | EFIPSANS |
| | E3 |
| | SENSEI |
| Beispielprojekt: TRILOGY | |
| Das Ziel des Projekts ist die Entwicklung neuer Lösungen für die Kontrollarchitektur des Internets und die Entfernung der bekannten technischen Mängel. | |

| | |
|---|--|
| Internet of things | ASPIRE COIN CuteLoop iSurf CASAGRAS |
| <p>Beispielprojekt: iSurf</p> <p>Die Geschäftswelt verlangt immer neue vernetzte Anwendungen und Dienstleistungen, die zu Zwischenoperationen über die Vielfalt von Geschäftsgebieten und Organisationen fähig sind. Das Projekt wird ein intelligentes zusammenarbeitendes Versorgungsketten-Planungsnetzwerk zur Verfügung stellen.</p> | |
| Content creation and delivery | P2P NEXT TA2 2020 3D Media NAPA-WINE SEA |
| <p>Beispielprojekt: 2020 3D Media</p> <p>Die Hauptaufgabe ist die Entwicklung von neuen Technologien, um u.a. Erwerb, Kodierung, Bearbeitung, Netzdistribution und Anzeige von audiovisuellen Medien zu unterstützen. Als Zielgruppe sind sowohl Media-Industriefachleute als auch Home-Benutzer vorgesehen.</p> | |
| Services Architectures | IRMOS NEXOF-RA RESERVOIR SLA@SOI SOA4ALL |
| <p>Beispielprojekt: SOA4All (Service Oriented Architectures for All)</p> <p>Das Hauptziel des Projekts ist, ein umfassendes Framework zur Verfügung zu stellen, das ergänzende und evolutionäre technische Fortschritte (SOA, Zusammenhang-Management, Webprinzipien, Web 2.0 und semantische Technologien) in eine zusammenhängende und Domain unabhängige Service Delivery Platform integriert.</p> | |
| Trust, Security, Privacy | MASTER TAS3 PRIMELIFE TECOM AVANTSSAR |
| <p>Beispielprojekt: TECOM</p> <p>An dem TECOM (The Trusted Embedded Computing) -Projekt arbeiten elf Partner, die vertraute Rechenlösungen für eingebettete Plattformen entwickeln sollen, um hauptsächlich die Sicherheit von eingebetteten Rechensystemen und Infrastrukturen zu sichern.</p> | |
| Experimental facilities and test beds | ONELAB PANLAB VITAL |
| <p>Beispielprojekt: PANLAB</p> <p>Das Ziel des Projekts ist die Entwicklung und der Einsatz von effektiven Mechanismen und Technologien, um eine Föderation von vorhandenen Prüfständen zu bauen.</p> | |

4 Zusammenfassung

Aufgrund der veralteten Internetarchitektur wird die Anzahl von entstehenden Internetproblemen immer größer. Im Bewusstsein dieser Schwäche und mit der Erkenntnis sowohl gegenwärtiger als

auch zukünftiger Probleme wird die Motivation zum Umbau der ganzen Internetarchitektur stark gefördert. Immer häufiger spricht man eher über Probleme und deren partiellen Lösungswegen als über die Erstellung neuer Applikationen und deren Anwendungen.

Unruhe und zunehmende Größe der Probleme spiegeln sich in der Anzahl von Initiativen und Geldmitteln für das Future Internet.

Durch verspätete Reaktionen auf die vorliegenden und möglicherweise noch entstehenden Probleme werden wir lange auf Lösungen, die deutliche Verbesserungen bringen würden, warten müssen.

Mehrere Initiativen haben zum Ziel, eine ganz neue moderne, langlebige Internetarchitektur zu bauen, die alle bisherigen Schwierigkeiten lösen soll. Leider würde dadurch ein neues Problem entstehen: Wie soll man problemlos alte Architektur durch ganz neue ersetzen, bei den gegenwärtigen unveränderten Geräten und Applikationen?

Die Entstehung der neuen Internetarchitektur würde die Möglichkeit eröffnen, neue komplexere, zusammenarbeitende Applikationen viel schneller und kostengünstiger zu entwickeln. Forscher sehen als Vision des Future Internets ein gemeinsames Netz, das alle intelligenten Lösungen verbindet.

Nehmen wir an, dass nur ein Problem, und zwar das Sicherheitsproblem, gelöst wäre. Dann könnte man die dadurch ersparte Zeit in neue intelligente Applikationen investieren.

Die Möglichkeiten, die das Internet ohne Architekturprobleme bieten würde, übertreffen wahrscheinlich alle unsere Vorstellungen.

5 Literatur / References

- [1] Publish-suscribe internet routing paradigm. <http://psirp.org/>.
- [2] *A European ICT industry call for action*. The European Future Internet Initiative, May 2009.
- [3] *A public-private partnership on the Future Internet*, Brussel, October 2009. COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES. http://ec.europa.eu/information_society/activities/foi/library/foi-communication_en.pdf.
- [4] European Interactive Advertising Association (EIAA). Mediascope europe 2003 -2008. Technical report, November 2008. http://eiaa.net/Ftp/casestudiesppt/EIAA_Mediascope_deutsch_final.pdf.
- [5] Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik. (D)DoS-Angriffe, 2000. https://www.bsi.bund.de/cln_183/DE/Themen/InternetSicherheit/Gefahren/DDoSAngriffe/ddosangriffe_node.html.
- [6] Mark Handley. Why the internet only just works. *BT Technology Journal*, 24(3), July 2006.
- [7] European Future Internet Portal. Activities. <http://www.future-internet.eu/activities.html>.

- [8] Lawrence G. Roberts. A radical new router. *IEEE Spectrum*, July 2009.
- [9] Roger Karrer Rolf Winter. The internet: A fragile success. June 2008.
- [10] Christoph Mecklenbräuer Sandford Bessler, Helmut Malleck OVE. Future internet. *Elektrotechnik & Informationstechnik Springer-Verlag*, (7-8.2009), 2009.
- [11] Internet World Stats. Internet growth statistics, 2009. <http://www.internetworldstats.com/emarketing.htm>.
- [12] Symantec. State of spam a mounthly report report no 35. Technical report, November 2009. http://eval.symantec.com/mktginfo/enterprise/other_resources/b-state_of_spam_report_11-2009.en-us.pdf.
- [13] Symantec. Symantec global internet security threat report trends for 2008. Technical report, April 2009.
- [14] Future Internet Symposium. Future internet symposium 2009. 2009. <http://www.fis2009.org/calls/research-papers>.
- [15] David Talbot. The internet is broken. *Technology Review*, January 2006.
- [16] Arielle Sumits Thomas Barnett. Cisco visual networking index forecast, 2007-2012. Technical report, September 2008.