



bgzwn.at

Bundesgymnasium Zehnergasse Wiener Neustadt

Schulkennzahl: 304046

Die Entstehung und Entwicklung des Internets

Vorwissenschaftliche Arbeit verfasst von

Clemens Höller, Klasse 8cg

Betreuer: Mag. Christian Müller

Februar 2020

BG Zehnergasse

2700 Wr. Neustadt, Zehnergasse 15

Abstract

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit einer der bedeutendsten Entwicklungen der Menschheit: dem Internet. In den letzten 50 Jahren hat sich das Internet von einem kleinen Projekt einer amerikanischen Behörde in eines der wichtigsten Bestandteile unserer heutigen Zeit entwickelt. Diese Arbeit hat sich daher das Ziel gesetzt, die Entwicklung des Internets und dessen wichtigste Bestandteile zu zeigen und zu erklären und geht daher besonders auf die Fragen „Wann und aus welchem Grund entstand das Internet?“ und „Woraus besteht das Internet, wie funktioniert dieses und welche technologischen Grundlagen sind dazu notwendig?“ ein.

Dieses Thema wurde als Literaturarbeit behandelt und diese ist eine Zusammensetzung der wichtigsten und interessantesten Bereiche des Internets. Informationen aus unterschiedlichster Literatur ist in die Arbeit eingeflossen und diese beinhaltet geschichtliche als auch technische Abläufe.

Sie zeigt den langwierigen Verlauf der Entwicklung des Internets und die komplexen Bausteine, aus denen das Internet besteht, um heute das wichtigste Informationsmedium aller Zeiten zu sein.

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung.....	4
2.	Entstehung des Internets	5
2.1.	ARPA.....	5
2.2.	Geburtsstunde des Arpanets	5
2.3.	TCP/IP-Protokoll.....	9
3.	Begründung des Internets	10
3.1.	Vom Arpanet zum World-Wide-Web	10
3.2.	Entstehung des World-Wide-Web.....	11
3.3.	Elektronische Mail.....	13
3.4.	Web 2.0.....	14
3.5.	Dynamische Websites.....	15
4.	Allgegenwärtiges Internet	16
4.1.	Internet of Things (IoT)	17
5.	Wichtigste Bestandteile des Internets	18
5.1.	Infrastruktur.....	18
5.2.	Kommunikationsprotokolle und OSI-Referenzmodell.....	19
5.3.	TCP/IP als Schichtenmodell	24
5.4.	IP-Adresse (IPv4 und IPv6)	24
5.5.	MAC-Adresse	26
5.6.	Arten von IP-Adressen	26
5.7.	Domain Name System (DNS)	27
5.7.1	Hierarchische Struktur des Domain Name System	29
5.8.	Uniform Resource Locator (URL)	31
6.	Fazit.....	33
7.	Literaturverzeichnis	35

1. Einleitung

Dieses Thema hat mein persönliches Interesse geweckt, da ich mich schon lange für die Bereiche der Informatik interessiere und das Internet in diesem Bereich eines der wichtigsten Errungenschaften ist. Mein Vorwissen setzt sich aus dem Informatikunterricht in der Schule und selbstständiger Recherche in früheren Jahren zusammen.

Das Internet ist mein ständiger Begleiter im Leben und mit diesem kam ich bereits im Kindesalter in Berührung. Es ist wissenschaftlich und gesellschaftlich gesehen eine der wichtigsten Entwicklungen seit der Erfindung der Elektrizität. Daher beschäftige ich mich in dieser Arbeit besonders mit der Entstehung und Entwicklung des Internets, wie auch dessen wichtigsten Bestandteile. Ich schreibe von der Erfindung des Internets um 1958 bis zum interaktiven Web 2.0 und über die wichtigen Elemente des Internets, zum Beispiel über das Kommunikationsprotokoll TCP/IP, mit der das Internet kommuniziert, oder über das Prinzip der IP-Adresse.

Die wichtigsten Fragen, die ich in dieser Arbeit beantworten möchte, sind „Wann und aus welchem Grund entstand das Internet?“, „Wie hat sich das Internet bis zu unserer heutigen Zeit entwickelt?“ und „Wie funktioniert das Internet und aus welchen Bestandteilen besteht es?“ Um diese Fragen so ausführlich wie möglich zu beantworten, habe ich mich an bekannten literarischen Werken orientiert, die detailliert über die Entwicklung des Internets berichten, aber auch an Internetquellen von Informatiker und Informatikerinnen.

Zu Beginn der Arbeit gehe ich besonders auf die ersten Jahre der Erfindung und Entwicklung ein und beschreibe diese im ersten Teil der Arbeit bis zu unserem allgegenwärtigen Internet. Im zweiten Teil gehe ich besonders auf die technischen Elemente des Internets ein und erkläre diese möglichst einfach und verständlich.

Insgesamt ergibt sich eine ausführliche Arbeit rund um das Thema Internet und deckt alle wichtigen Bereiche zu diesem Thema ab.

2. Entstehung des Internets

2.1. ARPA

Der Ursprung des Internets reicht bis zum Jahr 1958 zurück, als die vom damaligen Präsident Eisenhower gegründete und dem Verteidigungsministerium unterstellte *Advanced Research Projects Agency (ARPA)* ins Leben gerufen wurde. Diese Abteilung hatte für die USA das Ziel, eine technologische Überlegenheit gegenüber der Sowjetunion aufzubauen, nachdem die Sowjets im Jahr zuvor den allerersten Satelliten, mit dem Namen Sputnik, in die Erdumlaufbahn brachten. Aufgaben der ARPA waren:

- Forschungsressourcen und Forschungskapazitäten, vor allem im Universitätsbereich, zu koordinieren und optimieren.
- Ausfallsichere und zuverlässige Kommunikationsverbindungen für das Militär bzw. Verteidigungsministerium bereitzustellen, welche auch einen Atomschlag überstehen sollten.
- 1962 Forschung auf dem Gebiet der Interaktion zwischen zwei bzw. mehreren Computern.¹

2.2. Geburtsstunde des Arpanets

Im Jahr 1962 beschloss der erste Direktor der *Information Processing Techniques Office (IPTO)* Joseph Licklider, dass Computer von Menschen interaktiv zur Unterstützung für Entscheidungsprozesse und zur Verwendung als paketorientierte Datenübertragung verwendet werden sollen.²

¹ (Castells, 2001, S. 20)

² (Myrach & Zwahlen, 2006, S. 15f)

Man griff auf eine, von Paul Baran (Mitarbeiter von *RAND Corporation*), bereits präsentierte Übertragungsmethode zurück, welche vom Militär verwendet und weiterentwickelt wurde. Barans Entwurf sah ein dezentralisiertes und flexibles Kommunikationsnetzwerk vor, das in der Lage war nach einem Atomangriff oder nach anderen fatalen Schäden noch zu funktionieren.³

Mithilfe von speziellen weiterentwickelten Minicomputern, *IMPs (Interface Message Processors)*, war es den Entwicklern möglich eine gemeinsame Hochgeschwindigkeitsschnittstelle, mit vorgeschalteten IMPs, für mehrere Rechner zu entwickeln, über welche die Host-Rechner (im Rechnernetz eingebundene Computer mit Betriebssystem) miteinander kommunizieren bzw. Information und Datenpakete austauschen konnten. Die *IMPs* selbst benutzen permanent geschaltete Telefonleitungen, um Datenpakete zwischenspeichern oder weiterzuleiten (*Store-and-Forward Packet Switching*).⁴

Die Firmen Bolt, Beranek und Newman konnten im Auftrag der *ARPA* mit diesem Prinzip die ersten vier Netzknoten miteinander verbinden, diese waren bei *University of California at Los Angeles, University of California at Santa Barbara, University of Utah* und *Stanford Research Institute* und somit erfolgte die erste praktische Umsetzung eines Netzwerkes.⁵

³ (Alpar, 1996, S. 13f)

⁴ (Meinel & Sack, 2012, S. 4f)

⁵ (Alpar, 1996, S. 13f)

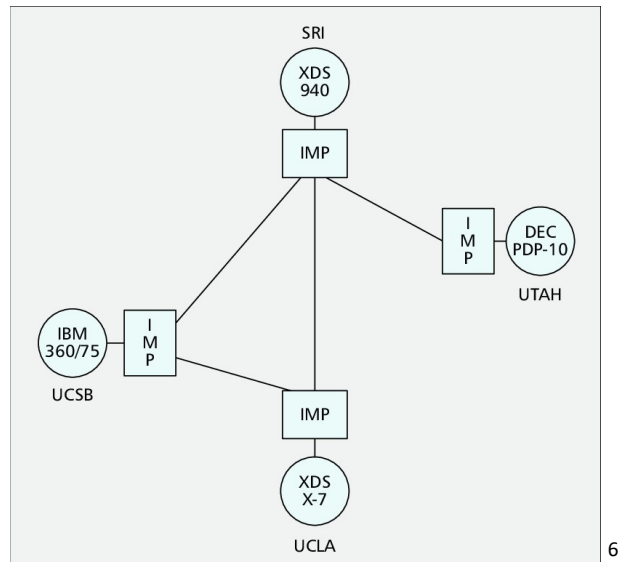


Abbildung 1: Das erste Netzwerk des Arpanet mit 4 Knotenpunkten

Auf der Abbildung erkennt man die vier Knoten in Form von Kreisen, verbunden mit geraden Linien (Leitungen) durch die davorliegenden IMPs. Die Bezeichnung innerhalb der Kreise z.B. IBM 360/75, DEC PDP-10 usw. ist der Name der verwendeten Host-Rechner dieser Universitäten und Instituten. Die Abkürzungen unter bzw. über den Knotenpunkten stehen für die jeweiligen Universitäten und das Stanford Research Institute.

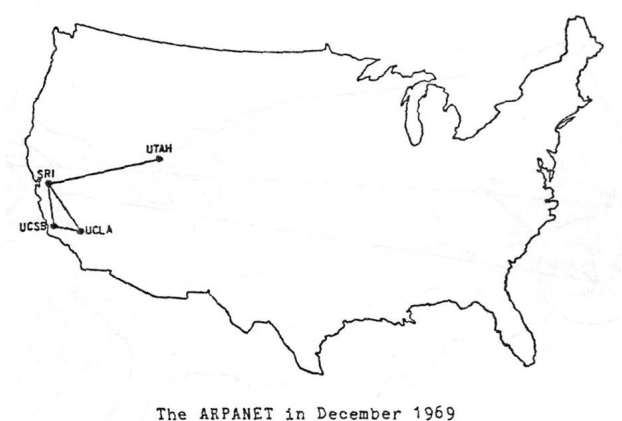


Abbildung 2: Die Standorte der ersten 4 Knotenpunkten des Arpanets

⁶ (Kleinrock, 2010)

⁷ (Navarria, 2016)

Netzwerke ermöglichte und die *Defense Communication Agency* den verschiedenen Zweigen der Streitkräfte eine Computer-Kommunikation ermöglichen wollte, stieg die *DCA* auf das *TCP/IP-Protocol* um. Das war die Begründung des *Data Defense Network*.¹¹

2.3. TCP/IP-Protokoll

Die Informatiker Robert Kahn, Mitarbeiter der *ARPA*, und Vint Cerf, Student an der *Stanford University*, schrieben im Jahr 1973 einen Aufsatz über den Umriss der Architektur des Internets. Sie hatten die Idee eines standardisierten Kommunikationsprotokolls, damit Computernetzwerke miteinander kommunizieren bzw. sprechen konnten. Dies erreichten sie teilweise im Jahr 1973 auf einem Stanford-Seminar mit anderen Entwicklern und Informatikern, wie Gerard Leisner und Robert Metcalfe, mit der Entwicklung des *Transmission Control Protocol (TCP)*. Fünf Jahre später fügten Vint Cerf, John Postel und Steve Crocker, frühere Vertreter der verschiedenen Computerzentren der *ARPA* und nun Mitarbeiter der *University of Southern California*, dem *TCP* einen zweiten Teil hinzu, namens *Inter-Network Protocol (IP)*. Dies ergab das *TCP/IP-Protocol*, welches der Standard ist, mit dem das Internet heute noch arbeitet.¹²

TCP/IP ist eine Internetprotokollfamilie, welche den Grundstein für die Kommunikation im Netz und im Internet darstellt. Sie vermittelt und transportiert Datenpakete in einem Netzwerk und sorgt dafür, dass Kommunikation, Datenaustausch und Datenabruf im Internet möglich sind. In Kapitel 6.3 wird näher auf das *TCP/IP-Protocol* eingegangen und als Schichtenmodell dargestellt.

¹¹ (Castells, 2001, S. 21f)

¹² (Castells, 2001, S. 21)

3. Begründung des Internets

3.1. Vom Arpanet zum World-Wide-Web

1983 kam es zu einem großen Wendepunkt in der Geschichte des Internets. Das Verteidigungsministerium beschloss, aus Sorge über ein Sicherheitsleck im Arpanet, die Gründung eines eigenen Netzwerks, mit dem Namen Milnet, welches nur für den militärischen Gebrauch vorgesehen war. Das Arpanet wurde zum Arpa-Internet, diente zur Forschung und wurde nun auch für zivile Personen frei nutzbar.¹³

Ein Jahr darauf integrierte die *National Science Foundation (NSF)* das *CSNET (Computer Science Network)* in das Arpanet und verband damit immer mehr amerikanische Universitäten mit dem Arpanet. Schnell wurde das Arpanet von dem NSFNET abgelöst (das Arpanet wurde als *backbone* für das NSFNET genutzt) und ermöglichte, dass jeder College-Student nun in der Lage war ein Internet-User zu werden. Die Kontrolle über das Internet entglitt der NSF aber rasend schnell, da die Technologie zur Computervernetzung frei zugänglich war und das Verteidigungsministerium bereits früh beschlossen hat, das Internet kommerziell zu Nutzen und daher US-Computerherstellern die Aufnahme des TCP/IP in Ihre Kommunikationsprotokolle finanzierte.¹⁴

1989 wurde das bereits überholte Arpanet, anlässlich seines 20-jährigen Bestehens, vom *Defense Advanced Research Project Agency (DARPA, frühere ARPA)* stillgelegt. Die Verbreitung und Entwicklung des Internets waren jedoch schon voll im Gange und konnte nicht mehr gestoppt werden.¹⁵

1990 besaß der Großteil der Computer in Amerika die Technologie zur Vernetzung und bereits eine Reihe privater Provider von Internetdiensten schufen ihre eigenen Netzwerke und ihre eigenen kommerziellen Gateways. Bereits 5 Jahre später wurde das NSFNET aufgegeben und somit war der Weg für die private Nutzung des Internets für jeden

¹³ (Meinel & Sack, 2012, S. 5f)

¹⁴ (Castells, 2001, S. 21f)

¹⁵ (Meinel & Sack, 2012, S. 6)

Mensch offen. Diesen Moment nennt man auch die Begründung unseres heutigen Internets.¹⁶

3.2. Entstehung des World-Wide-Web

Die Entwicklung des World-Wide-Web lässt sich auf das Jahr 1989 zurückführen, als Tim Berners-Lee am *CERN* (Europäische Organisation für Kernforschung) in Genf die Idee hatte, Dokumente, auf denen Informationen und Wissen zu Experimenten, Forschungen und anderen Technologien niedergeschrieben waren, mittels dem bereits bekannten Hypertext-Konzept miteinander zu verknüpfen und ein System aus Informationen aufzubauen.

World Wide Web

The WorldWideWeb (W3) is a wide-area [hypermedia](#) information retrieval initiative aiming to give universal access to a large universe of documents.

Everything there is online about W3 is linked directly or indirectly to this document, including an [executive summary](#) of the project, [Mailing lists](#), [Policy](#), November's [W3 news](#), [Frequently Asked Questions](#).

[What's out there?](#)

Pointers to the world's online information, [subjects](#), [W3 servers](#), etc.

[Help](#)

on the browser you are using

[Software Products](#)

A list of W3 project components and their current state. (e.g. [Line Mode](#), [X11 Viola](#), [NeXTStep](#), [Servers](#), [Tools](#), [Mail robot](#), [Library](#))

[Technical](#)

Details of protocols, formats, program internals etc

[Bibliography](#)

Paper documentation on W3 and references.

[People](#)

A list of some people involved in the project.

[History](#)

A summary of the history of the project.

[How can I help?](#)

If you would like to support the web..

[Getting code](#)

Getting the code by [anonymous FTP](#), etc.

17

Abbildung 3: Die weltweit erste Website *info.cern.ch*

In Abbildung 3 wird die Nachbildung der weltweit ersten Website gezeigt, welche ursprünglich von Tim Berners-Lee am 6. August 1991 erstellt wurde. Die blau unterlegten Wörter sind sogenannte Hyperlinks, die den Benutzer durch Draufklicken zu einer weiteren Website bzw. zu einem anderen Dokument bringt. In diesem Fall handelt es sich

¹⁶ (Castells, 2001, S. 21f)

¹⁷ (Berners-Lee, 1991)

um textbasierte Dokumente und daher spricht man von untereinander vernetzten Hypertext-Dokumenten.

Dieses hatte das Ziel Informationen zu verwalten, aktualisieren und sammeln. Berners-Lee hatte vorerst das Ziel, Forschungsergebnisse in Form von Dokumenten in seiner Firma bzw. in der Organisation *CERN* für seine Kollegen leichter zugänglich zu machen und auch auszutauschen. Den Vorschlag zu dieser Idee stellte er seinen Vorgesetzten mit dem Aufsatz „*Information Management: A Proposal*“. Dieses Konzept des Informationssystems wurde schließlich genehmigt und von Robert Cailliau mitentworfen.¹⁸

Das, auf dem Hypertext-basierten, Dokumenten-Managementsystem von Berners-Lee und Cailliau wurde im November 1990 fertiggestellt und der erste WWW-Server war einsatzbereit. Diesem gab Tim Berners-Lee den Namen „WorldWideWeb“ und ein Jahr darauf, 1991, war auch schon der erste WWW-Browser fertiggestellt.

Nach einem Besuch des Physikers Paul Kunz vom *SLAC (Stanford Linear Acceleration Center)* am *CERN* war dieser begeistert von dem World-Wide-Web und erhielt eine Kopie des Programmes und so ging der zweite WWW-Server, außerhalb des *CERN*, ans Netz. Die Anzahl dieser stieg im nächsten Jahr, 1992, auf 26 und im Jahr 1993 bereits auf 50 WWW-Server. Der Installierung und Verwendung dieser Server oblagen der Verantwortung von Universitäten oder Forschungseinrichtungen.

Ende 1993 wurde es jedoch dem Nichtfachmann möglich das World-Wide-Web zu nutzen, und zwar auf dem *NSCA Mosaic* (ein Webbrowser, der außer Texte auch Grafiken und interaktive Elemente zeigen konnte) mit dem ersten WWW-Browser mit grafischer Benutzeroberfläche.

Die Zahl der WWW-Server stieg von 50 auf 500 und das World-Wide-Web machte zu dem Zeitpunkt ungefähr 1 % des weltweiten Internet-Datenverkehrs aus.

¹⁸ (Myrach & Zwahlen, 2006, S. 24f)

1994 erfuhr das WWW ein riesiges Wachstum an Bekanntheit und Benutzung. Es wurden zwei internationale World-Wide-Web Konferenzen abgehalten mit 400 und 1300 Teilnehmern. Durch die Verbreitung des Netscape Navigator (weiterentwickelter *Mosaic* Browser) und seinem Marktkonkurrenten, dem Microsoft Internet Explorer, der ab 1995 bei jedem Microsoft Betriebssystem vorhanden war, erhielt das World-Wide-Web ein riesiges Wachstum an angeschlossenen Computern und diese Zahl verdoppelte sich alle drei Monate. So entstanden über Nacht auch Giganten wie Google und Amazon.¹⁹

3.3. Elektronische Mail

Die erste elektronische Mail der Welt wurde Ende 1971 von Ray Tomlinson versendet und somit gilt er als der Erfinder der E-Mail. Er hat zu dem Zeitpunkt bei dem Forschungsunternehmen Bolt, Beranek and Newman (BBN) an einem Betriebssystem, namens TENEX, gearbeitet, dass auf vielen Rechnern des Arpanets vorhanden war. Tomlinson kam während seiner Arbeit auf die Idee, 2 vorhandene Programme (SNDMSG und CPYNET), die für die Übermittlung von Nachrichten und Dateien zwischen den Benutzern eines Großrechners zuständig waren, miteinander zu verknüpfen. Er wollte damit in der Lage sein, Kollegen Nachrichten und Dateien zu senden.

Er verwendete dazu das berühmte Zeichen „@“ für die Bestimmung des Adressaten, da dieses in der gewöhnlichen Schriftsprache kaum verwendet wurde. Dazu musste man den an den Benutzernamen des Empfängers ein „@“ anhängen und danach den Hostnamen des verwendeten Computers. So entstand auch die erste E-Mail-Adresse „tomlinson@bbntenexa“, da er die allererste E-Mail an sich selbst und danach an Kollegen versendete.

Tomlinson war das Potenzial der E-Mail damals noch nicht klar, da er dieses Projekt eher als Nebenarbeit begonnen hat. Daher sagte er auch damals zu einem seiner Kollegen:²⁰

¹⁹ (Meinel & Sack, 2012, S. 6ff)

²⁰ (MS, 2017)

“Don’t tell anyone! This isn’t what we’re supposed to be working on.”²¹

Die erste E-Mail in Deutschland kam erst am 3. August 1984 um 10:14, 13 Jahre nach der Erfindung, bei Michael Rotert von der Universität in Karlsruhe an. Die Nachricht wurde von seiner amerikanischen Kollegin Laura Breedon von der Universität Cambridge gesendet. Seine E-Mail-Adresse lautete „rotert@germany“ und die Nachricht war:²²

„This is your official welcome to CSNET. We are glad to have you aboard”.²³

3.4. Web 2.0

Der Inhalt des World-Wide-Webs hat sich im Laufe der Jahre stark verändert. Es entwickelte sich von einem durch Hyperlink vernetztes Dokumentenmanagementsystem, das von ein paar wenigen Fachleuten und Spezialisten zum Informationsaustausch benutzt wurde, zum größten Informationssystem aller Zeiten. Das WWW bewegte sich aber vom Kommunikations- und Publikationsmedium weg zum Massenkommunikationsmedium für Informationskonsumenten. Die Möglichkeiten der Nutzer bestanden aus dem Lesen von Webseiten, dem Erhalten und Werbungen und dem Bestellen von Produkten von einigen Anbietern, wie zum Beispiel Amazon.²⁴

Dies änderte sich aber in den frühen 2000er Jahren, indem neue Technologien entwickelt wurden, die es den normalen Nutzern ermöglichen sollte, Informationen zu publizieren und eigene Inhalte ins Netz zu stellen. Interaktionen mit anderen Nutzern waren nun durch Chatrooms, Blogs, Wikis und vor allem in sozialen Medien möglich. Soziale Netzwerke, wie zum Beispiel Facebook oder MySpace, schossen durch die Decke und konnten eine riesige Anzahl von Benutzern (User) verzeichnen. Um sich in diesem riesigen

²¹ (Ray Tomlinson, 1971)

²² (Ostler, 2014)

²³ (Laura Breedon, 1984)

²⁴ (Meinel & Sack, 2012, S. 8)

Informationsuniversum zurechtzufinden, entstanden auch Suchmaschinen wie Google, Bing oder Yahoo. Diese Evolutionsstufe des World-Wide-Web nannte der Medienunternehmer Tim O'Reilly im Oktober 2004 das Web 2.0.²⁵

3.5. Dynamische Websites

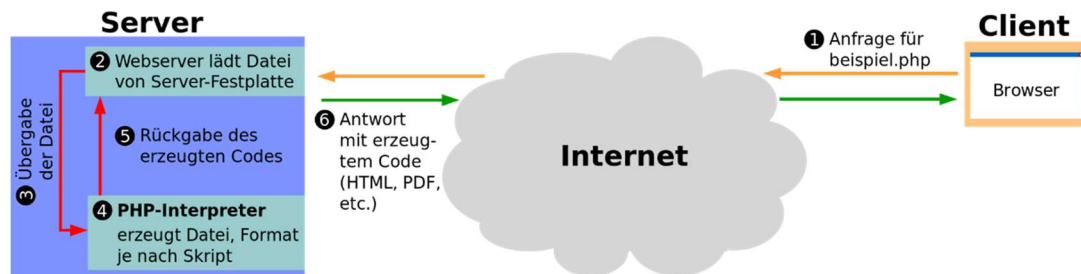
Während der Etablierung des Web 2.0 gerieten mehr und mehr dynamische Websites in den Fokus von Unternehmen und Website-Betreiber, denn eine solche Website ist in der Lage, die auf ihr gezeigten Inhalte ständig zu aktualisieren und anzupassen. Besonders ist dies vorteilhaft für Nachrichtenseiten, Foren oder Online-Shops. Es konnte nun über Websites kommuniziert werden, die neusten Nachrichten abgerufen werden und der User selbst konnte eine Website mitgestalten, indem er zum Beispiel in einem Forum einen Kommentar schreibt und dieser von jedem nächsten User gelesen werden kann.

Dies war auch der Grundstein für die Etablierung der sozialen Medien, wie Facebook, Twitter, YouTube und viele mehr. User konnten Inhalte, Nachrichten und Kommentare veröffentlichen, welche auf der Website gespeichert wurden und allzeit abrufbar waren. Jeder konnte mit jedem kommunizieren und Ideen teilen.

Eine dynamische Website ist sehr flexibel und wird in den meisten Fällen auch erst generiert, sobald diese aufgerufen wird. So können auch bestimmte Inhalte für bestimmte User generiert werden und zielgerichtet Werbung für diese geschaltet werden. Alle Daten, die für eine dynamische Website generiert werden, **bezieht** sie sich zumeist aus einer angelegten Datenbank. Eine dynamische Website wird anfangs mit einer Programmiersprache wie Perl, ASP oder, die bekannteste, *PHP (Hypertext Preprocessor)* geschrieben. Es wird eine Vorlage einer Seite im Internet programmiert, in der an bestimmten Stellen Informationen, zumeist aus der Datenbank, eingefügt werden können. Statt jedes Mal eine Vorlage zu einer Seite zu programmieren, gibt es das *Content-Management-System (CMS)*, welches für die Gestaltung und Verwaltung von

²⁵ (Meinel & Sack, 2012, S. 8f)

Inhalten, wie Texten, Bildern, Videos etc. zuständig ist. CMSs erleichtern Benutzern Websites zu erstellen und grafisch dazustellen. Die bekanntesten und beliebtesten *Content-Management-Systems* sind „WordPress“, „Joomla!“ und „Shopify“.²⁶



27

Abbildung 4: Funktionsweise von PHP

In dieser Abbildung sieht man einen User (dargestellt als Client), der mittels eines Browsers im Internet eine Information, von einer mit PHP erstellten dynamischen Website, aufrufen will. Diese Information von der Website muss erst an den Webserver weitergegeben werden und dort wird sie vom PHP-Interpreter in eine für den User verständliche Datei übersetzt. Wie zum Beispiel in eine HTML-Seite oder in ein PDF-Dokument.

4. Allgegenwärtiges Internet

Seit der Kommerzialisierung des Internets im Zeitraum von 1990 bis 1995 hat sich das Internet auf der ganzen Welt verbreitet und ist in unserer heutigen Zeit auch ein riesiger Bestandteil unseres Lebens. Man spricht aus technischen und organisatorischen Gründen ab dem Jahr 1998 vom allgegenwärtigen Internet. Die Technik hat sich stetig in den Bereichen der Infrastruktur und Anwendungen im Internet weiterentwickelt. Die Zahl der

²⁶ (Friesenhahn, 2018)

²⁷ (Wikipedia, Die freie Enzyklopädie, 2021)

Internetanschlüsse bei privaten Benutzern stieg exponentiell an und der Internethandel beziehungsweise der virtuelle Markt etablierte sich.

4.1. Internet of Things (IoT)

Das Internet ist in unserer heutigen Zeit überall. Es ist in unseren Handys, die wir pausenlos bei uns haben, in unseren Autos, in unseren Schulen, in unseren Krankenhäusern, in unseren Häusern: Es ist überall. Wir sind ständig mit dem Internet verbunden und so scheint es nicht abwegig, dass heutzutage auch die Bereiche des Lebens, der Arbeit, der Forschung und Gesundheit mit dem Internet arbeiten. Alle Dinge, die früher auf Papier geschrieben wurden, werden heute digitalisiert und auf Servern oder im Internet gespeichert.

Das *Internet of Things (IoT)* ist ein Sammelbegriff für Technologien, die die Vernetzung von physischen und digitalen Gegenständen ermöglicht.²⁸

Beispiele dafür sind:

- Internetmarkt: Vor der enormen Verbreitung des Internets und dessen unbegrenzten Möglichkeiten, wurde alles in Geschäften eingekauft, zum Beispiel Lebensmittel im Supermarkt, Geschenke in Spielzeuggeschäften, Gewand in Modegeschäften etc. Aber nach dem Aufkommen von Internetshops, welche die Möglichkeit boten, Produkte zu bestellen und diese dann geliefert zu bekommen, änderte sich der Markt schlagartig und Unternehmen wie Amazon wurden dadurch weltbekannt und sehr beliebt.
- TV und Printmedien: Mit der fortschreitenden Entwicklung des Internets wurde das Fernsehen und die Berichterstattung revolutioniert. Es war nun möglich nur

²⁸ (Moßner, Bergmann, & Human, 2019)

mit einem Internetanschluss Filme, Serien und Nachrichten zu lesen, zu sehen und zu hören.

- Smart Home: Mehr und mehr Geräte im Haushalt, lassen sich durch Technologien mit dem Internet verbinden und so von überall bequem steuern. Lichter, Heizungen, Staubsauger, Kühlschränke und viele mehr Dinge lassen sich über das Internet am Handy oder am Computer steuern, an- und ausschalten.
- Automobile: Seit bereits vielen Jahren sind Autos mit dem Internet vernetzt und bieten dadurch auch großen Komfort. Sogenannte *Connected-Cars* besitzen Navigationssysteme, die über die Verkehrslage immer am neusten Stand sind, und die Möglichkeit Musik aus dem Internet zu streamen.

5. Wichtigste Bestandteile des Internets

5.1. Infrastruktur

Das Internet besteht aus vielen zusammengeschlossenen, unterschiedlichen und voneinander unabhängigen Netzsegmenten. Das sind hauptsächlich Netzwerke von Internetdienstleistern, Unternehmen, Universitäten und Forschungseinrichtungen. Diese Netzwerke werden im Hintergrund vom sogenannten *Backbone* (Rückgrat) mit sehr leistungsstarken Glasfaserkabeln verbunden. Diese Hochgeschwindigkeitsverbindungen bringen viele verschiedene Netzknoten in Verbindung miteinander. Die *Backbones* von Kabelnetzbetreiber, die einen Interzugang anbieten, zählen daher auch zum *Backbone* des Internets.

Internetknoten, auch allgemein bezeichnet als *Internet Exchange Point (IXP)*, sind Netzknoten, welche als Datenaustauschpunkte im Internet dienen. An diese sind oftmals mehrere Internetdienstleister angeschlossen, welche über diese Knoten Daten vermitteln können. Weltweit soll es ungefähr 340 *IXPs*, wobei die Hälfte davon in Europa sind (zum Beispiel 17 in Deutschland, 6 in Österreich etc.). Große Internetknoten

bestehen oftmals aus mehreren ganzen Gebäuden, in denen die Netzwerkinfrastruktur untergebracht ist. Für die Nutzung des Datenaustausches über diese Internetknoten wird außerdem oftmals von Internetanbietern eine Gebühr verlangt.²⁹

Verbindungen zwischen den eben genannten Internetknoten und Internetdiensteanbietern erfolgen mit Erdkabeln, Seekabeln, Richtfunkverbindungen und Satellitenverbindungen.

- Erdkabeln werden für intrakontinentale Verbindungen von Internetknoten genutzt, da sie sehr robust isoliert sind und aus Papieren, Folien und Ummantelungen versehen sind.
- Seekabeln werden für interkontinentale Verbindungen von Internetknoten genutzt und sie wurden außerordentlich robust hergestellt. Da sie mit Kabelverlegeschiffen im Meer verlegt werden, ist ihre Wartung technisch sehr aufwändig. Diese müssen außerdem auf Seekarten markiert werden.
- Richtfunk ist ein Funksystem, mit welchem sich Daten zwischen zwei festen und weit auseinanderliegenden Standpunkten austauschen lassen. Es muss direkter Sichtkontakt zwischen Sender und Empfänger herrschen und per Richtfunk ist es möglich, Daten bis zu 150 km kabellos zu übermitteln.
- Satellitenverbindungen werden größtenteils in der globalen Internetstruktur genutzt. Kommunikationssatelliten benutzen für die Datenübertragung Mikrowellen und daher ist eine Sichtverbindung zwischen Sender und Empfänger auch notwendig.³⁰

5.2. Kommunikationsprotokolle und OSI-Referenzmodell

Alle Daten im Internet werden mit dem IP (*Internet Protocol*) übermittelt. Damit zwei Rechner miteinander kommunizieren können (in Form von Versendung von

²⁹ (WebTechnologien, kein Datum)

³⁰ (WebTechnologien, kein Datum)

Datenpaketen oder ähnliches), wird ein Kommunikationsprotokoll gebraucht. Über die Jahre wurden viele Kommunikationsprotokolle entwickelt und zu einer Protokollfamilie namens *TCP/IP (Transmission Control Protocol)* zusammengefasst.³¹

In den 70er Jahren kam das Problem auf, wie Rechner verschiedener Hersteller miteinander kommunizieren beziehungsweise interagieren können. Daher waren Kommunikationsregeln nötig, an die sich jeder Hersteller halten sollte. Damit jeder Rechner mit jedem Rechner kommunizieren konnte, wurde eine Idee zur Vernetzung offener Systeme entwickelt: das *OSI-Schichtenmodell (Open System Interconnection)*. Es soll die Kommunikation verschiedener Systeme beschreiben. Daher wird es auch OSI-Referenzmodell oder *ISO/OSI-Referenzmodell* genannt, da es von *ISO (International Organization for Standardization)* standardisiert wurde.

Gemäß dem OSI-Modell werden Rechner als offenes System gesehen und diese werden durch Übertragungsmedien untereinander verbunden.

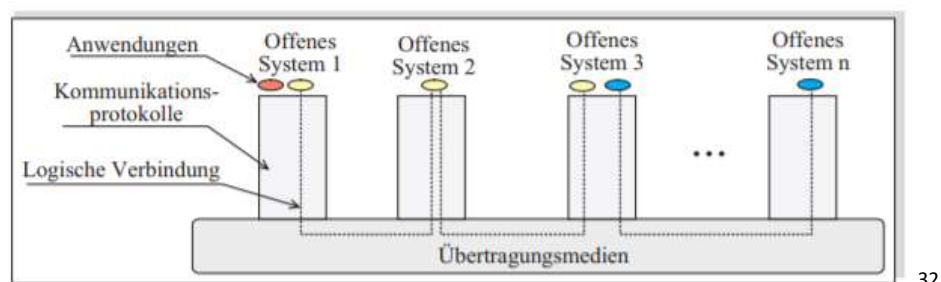


Abbildung 5: Idee des OSI-Modells: Jedes System soll mit jedem anderen System kommunizieren können

„Um die Kommunikationsprotokolle für die Verwirklichung der Zielvorstellung von OSI zu entwickeln, wurde die komplexe Aufgabe der Kommunikation zwischen verschiedenen Systemen so auf sieben Teilaufgaben verteilt, dass diese den einzelnen Schichten, die in einer Hierarchie zueinanderstehen, zugeordnet werden. Dadurch ist ein OSI-Referenzmodell mit sieben Schichten entstanden; man spricht hier auch vom OSI-Schichtenmodell.“

³¹ (Badach & Hoffmann, 2015, S. 23)

³² (Badach & Hoffmann, 2015, S. 24)

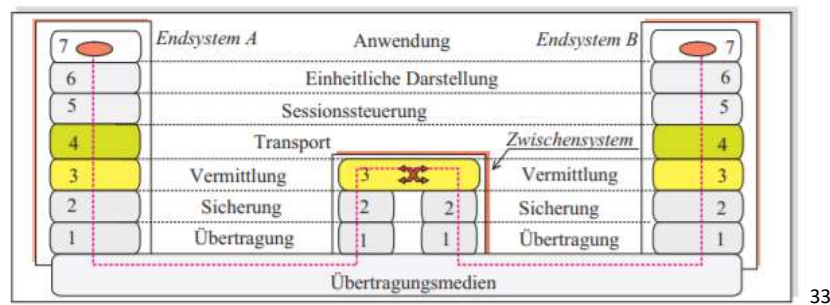


Abbildung 6: OSI-Referenzmodell in 7 Schichten

Die Schichten des OSI-Schichtenmodells lauten:

1. Physikalische Schicht (Übertragungsschicht, Physical Layer):

Diese Schicht ist zuständig für die mechanischen und elektrischen (physische) Eigenschaften und sowohl als auch die Funktionen und Abläufe bei Übertragungen.

2. Sicherungsschicht (Data Link Layer):

Diese Schicht ist für die Sicherung zuständig und soll eine sichere Übertragung zwischen zwei direkt benachbarten Stationen garantieren. Die übertragenen Daten (Bits) werden in sogenannte *Frames* zusammengefasst und mit einer Prüfsumme versehen, damit eine Fehlererkennung möglich ist.

3. Vermittlungsschicht (Netzwerkschicht, Network Layer):

Die 3. Schicht ist für die Vermittlung von Daten beziehungsweise Paketen verantwortlich. Sie hat die Aufgabe, die Daten blockweise zwischen den Systemen zu übermitteln und wird daher Paketvermittlungsschicht genannt.

4. Transportschicht (Transport Layer):

Die Transportschicht hat den Zweck, eine sichere virtuelle Verbindung zwischen den Systemen für die Übermittlung von Datenpakete bereitzustellen. Außerdem ist die Transportschicht für Korrektur von Übermittlungsfehler zuständig, die stark von der 2. und 3. Schicht abhängig sind.

³³ (Badach & Hoffmann, 2015, S. 24)

5. Sitzungsschicht (Sessionsschicht, Session Layer):

Die 5. Schicht ist die unterste Anwendungsschicht und ist für den Aufbau und Abbau von Kommunikationsbeziehungen (Sitzungen) zuständig, als auch für Wiederherstellung, wenn es Störungen im Transportsystem gibt. Hier passiert der geregelte Dialogablauf zwischen zwei Kommunikationsprozessen.

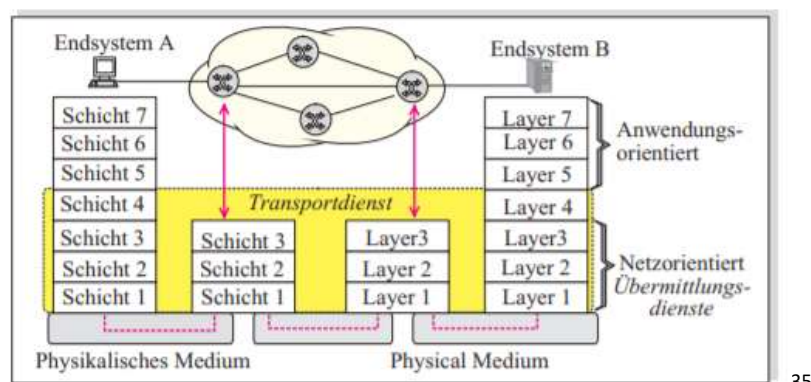
6. Darstellungsschicht (Präsentationsschicht, Presentation Layer):

Die Darstellungsschicht beschäftigt sich mit der Umsetzung verschiedener Darstellungen der Information auf ein einheitliches Format. Diese Schicht kann auch die Aufgabe haben, Daten zu komprimieren, konvertieren oder verschlüsseln.

7. Anwendungsschicht (Applikationsschicht, Application Layer):

In der letzten Schicht des OSI-Schichtenmodells befinden sich die sogenannten OSI-Anwendungsprogramme. Die wichtigsten OSI-Standardanwendungen (standardisierte OSI-Anwendungsprogramme) sind E-Mail und verteilter Verzeichnisverdienst.³⁴

Die Aufgaben, die das Ziel der Kommunikation zwischen Systemen haben, können in bestimmte Klassen von Aufgaben eingeordnet werden:



35

Abbildung 7: Die Klassen des OSI-Referenzmodells

³⁴ (Badach & Hoffmann, 2015, S. 23ff)

³⁵ (Badach & Hoffmann, 2015, S. 26)

Die ersten drei Schichten kann man als Übermittlungsdienste sehen. Die 1. Schicht ist dabei für die Übermittlung von Daten bitweise zwischen zwei direkt verbundenen Rechnern beziehungsweise Systemen zuständig (zum Beispiel zwischen System und dem, mit dem Rechner verbundenen, Netzwerkknoten oder zwei benachbarte Netzwerkknoten). Die 1. und 2. Schicht zusammen können eine gesicherte Übermittlung von Daten in Form von Frames (zusammengefasste Bits) zwischen den bereits erwähnten zwei direkt verbundenen Systemen garantieren. Die Schichten 1 bis 3 verknüpft sind dann in der Lage, Datenpakete zwischen zwei Rechnern oder System zu übermitteln, jedoch ungesichert und über mehrere Zwischensysteme.

Die 4. Schicht ergänzt bei den Schichten 1 bis 3 die gesicherte Übermittlung von Datenpakete. Diese ist also vergleichbar mit der 2. Schicht. Die 2. Schicht ist in der Lage die Datenübermittlung zwischen zwei direkt verbundenen Systemen (zum Beispiel in Form einer Leitung) zu sichern und die 4. Schicht ist in der Lage die Datenübermittlung zweier Systeme über nicht physische Verbindungen beziehungsweise Leitungen zu sichern.

Die ersten vier Schichten kann man daher also als Transportdienst von Bits, Frames, Daten oder Datenpakete sehen, die eine gesicherte Datenübermittlung zwischen zwei Systemen garantieren können.

Dieser Transportdienst wird von den anwendungsorientierten Schichten 5 bis 7 benutzt.

Das OSI-Referenzmodell wurde viele Jahre lang als perfekte Lösung für die Kommunikation zwischen offenen Systemen gesehen, wurde jedoch in der zweiten Hälfte der 80er Jahre von der Protokollfamilie TCP/IP ersetzt, da das OSI-Schichtenmodell sehr komplex war und das TCP/IP einfacher zu implementieren war.³⁶

³⁶ (Badach & Hoffmann, 2015, S. 26f)

Access-Provider eine IP-Adresse zugewiesen bekommen, eindeutig adressiert werden können (ein *Access-Provider* ist ein Internetdienstanbieter oder -dienstleister). Jedes Gerät, das mit einem TCP/IP-Netzwerk verbunden ist, erhält von diesem eine IP-Adresse. Dabei muss ein Gerät nicht zwingend eine IP-Adresse haben, sondern kann auch mehrere besitzen und dieses muss auch nicht zwingend bei jeder erneuten Verbindung zum Netz dieselbe IP-Adresse vom *Access-Provider* erhalten. Ein Beispiel für eine IP-Adresse wäre „127.0.0.1“ und in diesem Fall wäre es der lokale Rechner (*localhost*). Die IP-Adresse in unserem Beispiel ist eine IPv4 (*Internet Protocol Version 4*). Die *Internet Protocol Versions 1-3* waren nur Testversionen, welche nie zum richtigen Einsatz gekommen sind.³⁸

IPv4-Adressen bestehen aus 32 Bits zu je vier Blöcken, sogenannten Oktetts, und ergeben zusammen 4 Bytes. Jeder Block in einer Adresse wird mit einem Punkt getrennt und der Wert jedes Blocks darf zwischen 0 und 255 sein, wobei einstellige und zweistellige Zahlen ohne vorangestellten Nuller geschrieben werden, zum Beispiel: 254.32.189.4 Die IPv4-Adressen werden also in der von uns verwendeten Dezimalschreibweise angegeben. Der Aufbau von IPv4-Adressen lautet daher: XXX.XXX.XXX.XXX³⁹ (Diese Schreibweise nennt man auch Punkt-Dezimal-Notation).⁴⁰

Da eine IPv4-Adresse aus 32 Bitstellen, welche in vier Segmente zu je einem Byte (8 Bits) unterteilt ist, besteht, kann ein Byte maximal 2^8 also 256 Zustände annehmen (0-255) und daher sind 256^4 also 4.294.967.296, rund 4.3 Milliarden, Kombinationen mit der IPv4-Adresse möglich.⁴¹

Aufgrund des enormen Zuwachses am Internet, wurden die vorhandenen IPv4-Adressen immer knapper und es wurde an einer neuen Möglichkeit geforscht, um mehr IP-Adressen zur Verfügung stellen zu können. So wurde das Internet Protocol Version 6 (IPv6) 1998 konzipiert, welches auch als Protokoll für die 3. Schicht des OSI-Modells (Vermittlungsschicht) fungiert. IPv6-Adressen bestehen nun aus 128 Bits und werden in

³⁸ (Baumeister & Schwärzel, 2015, S. 40)

³⁹ (Zisler, 2013, S. 90f)

⁴⁰ (Meinel & Sack, 2012, S. 521)

⁴¹ (Baumeister & Schwärzel, 2015, S. 40)

der Hexadezimalschreibweise angegeben. Sie wird außerdem aufgrund ihrer Länge anders dargestellt: Acht Blöcke zu je 16 Bits, welche mit „:“ getrennt werden.⁴²

Daher sind 2^{128} also 340.282.366.900.000.000.000.000.000.000.000, rund 340 Sextillionen, Kombinationen mit der IPv6-Adresse möglich. Der Aufbau von IPv6-Adressen lautet daher: XXXX:XXXX:XXXX:XXXX:XXXX:XXXX:XXXX:XXXX und eine solche IP-Adresse könnte zum Beispiel so lauten: 72cc:404e:34fb:8ab3:ee56:22e7:f24d:6848

5.5. MAC-Adresse

Die MAC-Adresse (*Media Access Control*) ist die physikalische Adresse eines Geräts in einem Netzwerk. Mit der MAC-Adresse kann man jedes Gerät weltweit identifizieren. Sie wird bei der Herstellung eines Computers, einer Kamera oder Druckers eingeprägt und wird in hexadezimaler Form angegeben und hat eine Länge von 6 Byte. Mit den ersten 3 Bytes dieser Adresse kann man bereits den Hersteller des Geräts ermitteln.

Der Aufbau von MAC-Adressen LL:LL:LL:XX:XX:XX

LL ist der Herstellercode und XX der Identifikationsteil⁴³

5.6. Arten von IP-Adressen

Man spricht von zwei verschiedenen Arten von IP-Adressen: von dynamischen bzw. wechselnden und von statischen bzw. festen IP-Adressen.

- Dynamische IP-Adressen sind IP-Adressen, die an die Geräte der Internetuser vom *Internet Service Provider (ISP)* verteilt werden. Diese können sich für den User

⁴² (Zisler, 2013, S. 101f)

⁴³ (Zisler, 2013, S. 81f)

täglich oder bei jedem erneuten Zugang zum Netz ändern. Jede verfügbare IP-Adresse kann so öfters und von verschiedenen Internetusern benutzt werden. So spart der Interprovider IP-Adressen, somit auch die Kosten für diese, da nie alle Internetuser eines Providers zu einem gemeinsamen Zeitpunkt im Internet bzw. im Netz sind.

- Statische IP-Adressen werden größtenteils von Unternehmen für Websites oder von Privatnetzen für spezielle Geräte, wie zum Beispiel einen Drucker oder den Hauptcomputer. Statische IP-Adressen besitzen immer die gleiche IP-Adresse und diese ändert sich auch nicht, außer ihr Besitzer veranlasst bewusst eine Änderung. So gut wie alle Websites besitzen eine statische IP-Adresse, damit diese immer mit der gleichen IP-Adresse erreichbar ist und sich nicht ständig ändert. Statische, also fixe, IP-Adressen sind zum Beispiel 127.0.0.1 (*localhost*=das eigene lokale Gerät) oder die privaten IP-Adressen 10.0.0.0 bis 10.255.255.255, 172.16.0.0 bis 172.31.255.255 und 192.168.0.0 bis 192.168.255.255 (Diese IP-Adressen sind nicht öffentlich und auch keine öffentlichen Websites, damit diese ohne Probleme oder ohne administrativen Aufwand in lokalen Netzwerken genutzt werden können.)⁴⁴

5.7. Domain Name System (DNS)

Das *Domain Name System (DNS)* ist einfach beschrieben das Telefonbuch für IP-Adressen von Websites im Internet. Es ist ein virtuelles Register für die IP-Adressen aller Websites im Internet. Dabei gibt es tausende DNS-Server auf der Welt verteilt. Einzelne Privatpersonen können sich einen DNS-Server erstellen, viele Internet-Provider besitzen einen eigenen DNS-Server und es gibt auch für jede Zone autoritative Nameserver (*Root-Nameserver* oder *Primary Nameserver*), die den Großteil aller Webseitenamen, wie zum

⁴⁴ (KnowHow, 2020, S. 1)

Beispiel „google.com“ oder „amazon.com“, und deren dazugehörigen IP-Adresse gespeichert haben.⁴⁵

Das *Domain Name System* kann im TCP/IP-Schichtenmodell auch in der Anwendungsschicht gefunden werden. Es gilt außerdem auch unter anderem als wichtigste und meistbenutzte Hintergrund-Anwendung des Internets.⁴⁶

Wenn ein Internetuser eine Website im Netz besuchen will, benötigt er die IP-Adresse, welche bei Websites, wie bereits beschrieben, meist eine statische IP-Adresse ist. In unserem Beispiel ist die IP-Adresse von „google.com“ „172.217.16 164“. Wenn ein Internetuser diese Website besuchen wollte, musste er diese IP-Adresse bei jedem Besuch in seinem Webbrowser eingeben. Da es aber unzählige Websites gab und sich auch die IP-Adressen einiger Websites ändern konnten, wenn der Besitzer dieser Website das veranlasste, war es sehr schwierig sich alle zu merken. Daher entwarf der Informatiker Paul Mockapetris zwischen 1983 und 1984 das *Domain Name System*. Es dient dazu, dass Unternehmen bzw. Websites eine Domain für ihre Website registrieren können. Diese Daten werden in *Nameservern* abgespeichert. Anstatt, dass sich Internetuser nun die IP-Adresse, wie in unserem Beispiel „172.217.16 164“, merken mussten, war es nun möglich mit „google.com“ auf die gewünschte Website zu kommen.⁴⁷

Wenn ein User in seinem Webbrowser nach google.com sucht, wird die Anfrage zuerst an den nächstgelegenen *DNS*-Server gesendet, meist zuerst an den *DNS*-Server des Internetproviders, falls dieser einen besitzt. Ist diese Information nicht in der Datenbank des *DNS*-Servers gespeichert, wird die Anfrage an den nächstgrößeren Server gesendet. Das geht so lange weiter, bis ein großer Nameserver die IP-Adresse zu google.com besitzt. Dieser sendet sie über die vorherigen *DNS*-Server zurück zum User und die Website „google.com“ kann besucht werden. So haben auch die vorherigen abgerufenen Nameserver diese Daten erhalten und konnten diese abspeichern, damit diese bei der nächsten Suchanfrage bereits die richtige IP-Adresse bereitstellen können.⁴⁸

⁴⁵ (Herrmann, 2016, S. 16-18)

⁴⁶ (Herrmann, 2016, S. 13)

⁴⁷ (Herrmann, 2016, S. 11-13)

⁴⁸ (Go2Prepaid, 2018)

5.7.1 Hierarchische Struktur des Domain Name System

Das *Domain Name System* ist ein dezentrales, hierarchisches System mit der Aufgabe Domains in IP-Adressen zu konvertieren. Alle Daten sind auf mehreren tausend Nameservern verteilt. Die *DNS*-Datenbank kann als baumförmige Struktur dargestellt werden und ist außerdem in Zonen aufgeteilt. An der Spitze steht die *Root-Domain*, welche in den meisten Fällen „.“ ist. Unterhalb der *Root-Domain* befinden sich die *Top Level Domains (TLDs)*. Diese unterscheidet man in zwei Kategorien: geografische Domains und organisatorische Domains (oder auch generische *TLDs*).⁴⁹

Domain-Beschreibung	
.com	Kommerzielle Unternehmen, zum Beispiel Amazon (amazon.com)
.edu	Bildungseinrichtungen wie Universitäten und Schulen, zum Beispiel MIT (mit.edu)
.gov	Staatliche Institutionen, wie zum Beispiel NASA (nasa.gov)
.mil	Militärische Einrichtungen, zum Beispiel <i>US Army</i> (army.mil)
.org	Nicht kommerzielle Organisationen, zum Beispiel Wikipedia (wikipedia.org)
.net	Netzwerkeinrichtungen, zum Beispiel ASP von Microsoft (asp.net)
.int	Internationale Organisationen, zum Beispiel

Tabelle 1: Die sieben generischen *Top Level Domains*⁵⁰

Neben den generischen *Top Level Domains* gibt es noch die geografischen *TLDs*, welche von den Ländern selbst bestimmt werden können. Für Österreich ist es „.at“, für Deutschland „.de“, für Frankreich „.fr“ etc. Nach den *TLDs* kommen die *Second Level Domains (SLD)*, welche in den meisten Fällen die registrierten Domainnamen von Websites, Unternehmen oder Organisationen sind. Nach den *SLDs* kommen die *Third Level Domains* bzw. die *Subdomains*. Häufige Subdomains sind:

⁴⁹ (Pfliegl, 2001)

⁵⁰ (Pfliegl, 2001)

- www. für den Webserver
- mail. für den Mailserver
- ftp. für den FTP-Server

Manche Unternehmen benutzen Subdomains für die Gliederung ihrer Website mit zum Beispiel „de.“ für die deutsche Website, „en.“ für die englische Website, „shop.“ für den Shop der Website etc.⁵¹

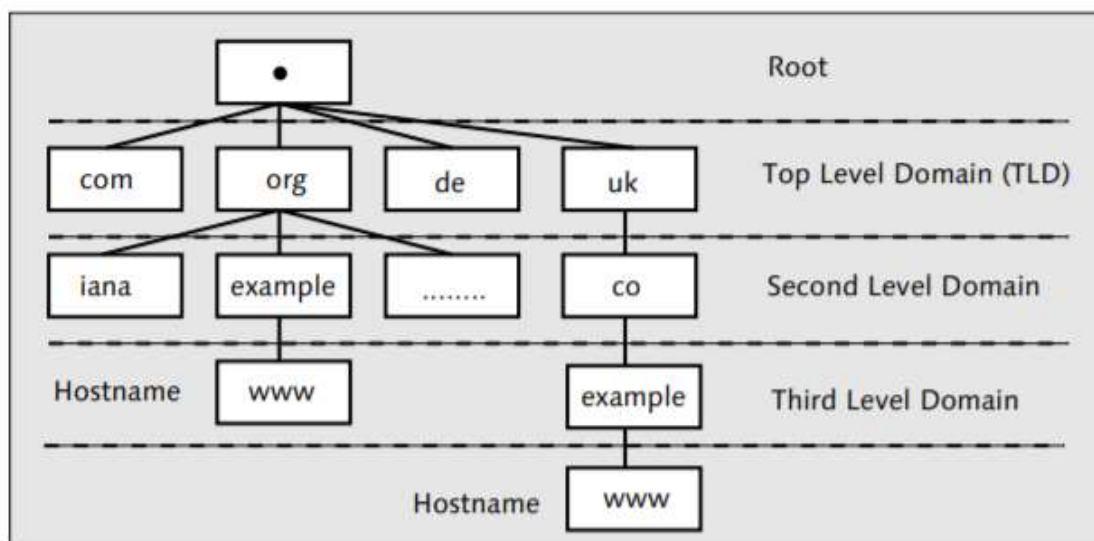


Abbildung 9: Baumstruktur Domain-Namensraum

Der gesamte Domainname wird nun von der untersten Ebene zur obersten Ebene gelesen. Für jede Wurzel bzw. jeden Strich wird ein Punkt gesetzt. Mit dem Beispiel der deutschen Wikipedia-Website wäre es:

„de“ + „.“ + „wikipedia“ + „.“ + „org“ + „.“ = de.wikipedia.org. Diesen Domainnamen bezeichnet man als *Absolute Domain Name* oder *Fully Qualified Domain Name (FQDN)*. Der abschließende Punkt (*Root-Domain*) kann aber in der Regel weggelassen werden.⁵³

⁵¹ (Pfliegl, 2001)

⁵² (Zisler, 2013, S. 147)

⁵³ (Pfliegl, 2001)

5.8. Uniform Resource Locator (URL)

Die *URL (Uniform Resource Locator)* identifiziert und lokalisiert bestimmte Websites, Dateien oder generell Ressourcen in Netzwerken und im Internet. Die Domain hat eine sehr große Ähnlichkeit mit der URL, ist jedoch nur ein Bestandteil von dieser. Während eine Domain nur auf die Website verweist, wie zum Beispiel „de.wikipedia.org“, kann die URL bestimmte Ressourcen auf dieser Website angeben, wie zum Beispiel „https://de.wikipedia.org/wiki/Uniform_Resource_Locator“. Würde man in diesem Beispiel die Domain in seinen Webbrowser eingeben, würde man auf die Startseite der deutschen Wikipedia-Website kommen. Gibt man jedoch die oben genannte URL in seinen Webbrowser ein, wird eine Ressource auf dieser Website, der Artikel über „Uniform Resource Locator“, aufgerufen.⁵⁴

https://	Übertragungsprotokoll https (<i>Hypertext Transfer Protocol Secure</i>)
de.	Subdomain de. (deutsche Website)
wikipedia	Domainname bzw. <i>Second Level Domain</i> bzw. Name des Unternehmens/der Website
.org	<i>Top Level Domain</i>
/wiki/Uniform_Resource_Locator	Datei- bzw. Verzeichnispfad

Tabelle 2: Eine URL in ihren Einzelteilen

Dasselbe Prinzip kann auch in Netzwerken angewandt werden, indem jede Datei im Netzwerk einen Dateipfad besitzt. Zum Beispiel am eigenen Computer:
„C:\Users\clemens\Bilder\Passfotos\Passbild1.jpeg“

⁵⁴ (Verivox, kein Datum)

C:	Laufwerk des Computers bzw. Netzwerkes
Users	Benutzerregister
clemens	Ausgewählter Benutzer, auf dessen Laufwerk die Datei liegt
Bilder	Übergeordneter Datei am Laufwerk des Benutzers
Passfotos	Untergeordnete Datei mit Inhalt
Passbild1.jpeg	Zieldatei in untergeordneten Datei (Bild)

Tabelle 3: Ein Dateipfad in seinen Einzelteilen

URLs von Websites können in vielen Fällen unleserlich und kompliziert sein, wenn es viele Unterverzeichnisse gibt oder bei Produktlinks, wenn diese viele kryptische Zahlen, Sonderzeichen und Buchstaben enthalten.⁵⁵

Wie zum Beispiel:

„https://www.amazon.de/IoT-f%C3%BCr-Anf%C3%A4nger-Technologie-Einsatzbereiche-ebook/dp/B0868XQGYT/ref=sr_1_6?__mk_de_DE=%C3%85M%C3%85%C5%BD%C3%95%C3%91&dchild=1&keywords=Internet+der+Dinge&qid=1610105451&sr=8-6“.

Das Übertragungsprotokoll „https“, die *Subdomain* „www.“, der Domainname „amazon“ und die geografische *Top Level Domain* „.de“ sind noch erkennbar. Der Rest ist kaum lesbar, jedoch zeigt diese URL auch einige interessante Informationen. „IoT-f%C3%BCr-Anf%C3%A4nger-Technologie-Einsatzbereiche-ebook“: Aufgrund der Umlaute ist der Titel schwer erkennbar, aber es lässt sich der Titel „IoT Für Anfänger: Technologie, Einsatzbereiche“ als E-Book erkennen. „keywords=Internet+der+Dinge“: Zeigt die gesuchten Schlagwörter nach dem Buch auf dieser Website.

⁵⁵ (Verivox, kein Datum)

6. Fazit

Diese Arbeit hat den geschichtlichen Verlauf des Internets von 1958, mit der Entwicklung des Arpanets, bis zum Internet unserer allgegenwärtigen Zeit beschrieben und wichtige Erfindungen wie die elektronische Mail, das World Wide Web oder das interaktive Web 2.0 mit eingebunden. Aber auch technische Themen wurden genau beschrieben und erklärt, sowie das Kommunikationsprotokoll TCP/IP, die IP-Adressierung im Internet oder die Infrastruktur des Internets. Im Großen und Ganzen ist das Internet eine Erfindung, die das Leben aller Menschen beeinflusst. Es ist ein wichtiger, wenn nicht der wichtigste, Bestandteil in fast allen Bereichen des Lebens. Es dient als Wirtschaftsgut, als Kommunikationsmedium, als Informationsquelle oder auch als Freizeitbeschäftigung. In einer Spanne von ungefähr 60 Jahren hat das Internet, von der Idee, zur Umsetzung, zur Entwicklung und zur Ausbreitung, das Leben fast aller Menschen beeinflusst und verändert. Denn im Jahr 2021 benutzen ungefähr die Hälfte aller Menschen, rund 4 Milliarden, das Internet. Heutzutage bietet es Möglichkeiten, welche vor über 50 Jahren noch unvorstellbar waren, zum Beispiel ist es möglich, mit Menschen zu kommunizieren, die sich tausende Kilometer entfernt befinden oder so gut wie alle Informationen der Menschheit im Internet zu finden. Alle Dinge des alltäglichen Lebens werden nach und nach digitalisiert, also in das Internet verlagert. Früher wurden Landkarten, Zeitungen oder Bücher aus Papier genutzt und heutzutage werden stattdessen Navigationssysteme und E-Books verwendet. Auch viele Bereiche in der Wirtschaft wurden digitalisiert: Geschäfte werden von Online-Shops abgelöst, Werbungen werden vermehrt auf Webseiten gezeigt und durch das Internet sind auch viele neue Berufe entstanden, z.B. Softwareentwickler, Programmierer, Web-Designer etc. Alles in allem kann gesagt werden, dass das Internet eines der bedeutendsten Entwicklungen der Menschheit ist und es heutzutage ein sehr wichtiger Bestandteil unseres Lebens und unserer Gesellschaft ist.

Die Bearbeitung dieses Themas hat mir wesentliche Erkenntnisse über das Internet und seine Geschichte verschafft und mir auch gezeigt, durch welche Entscheidungen, durch welche Entwickler und auch durch welche Zufälle das Internet so ist, wie es heute ist.

Das Schreiben an dieser Arbeit hat mir gezeigt, wie viel Recherche und Arbeit in einer wissenschaftlichen Arbeit steckt und dass Geschichtsbücher sowie wissenschaftliche Forschungen und deren Ergebnisse nicht selbstverständlich sind. Ich denke auch, dass ich in der Zukunft von meinem gewonnenen Wissen profitieren werde, da ich von einer Arbeit im Bereich der Informatik nicht abgeneigt bin.

7. Literaturverzeichnis

- Alpar, P. (1996). *Kommerzielle Nutzung des Internet*. Springer-Verlag.
- Badach, A., & Hoffmann, E. (2015). *Technik der IP-Netze*. München, München, Deutschland: Carl Hanser Verlag GmbH & Co. KG. Abgerufen am 30. 10 2020
- Baumeister, H., & Schwärzel, K. (2015). *Wissenswelt Internet: Eine Infrastruktur und ihr Recht*. Berlin/Boston: Walter de Gruyter GmbH & Co KG.
- Berners-Lee, T. (6. August 1991). *The World Wide Web*. Abgerufen am 26. Oktober 2020 von info.cern.ch
- Castells, M. (2001). *Die Internet-Galaxie: Internet, Wirtschaft und Gesellschaft*. Oxford University Press.
- Fries, O., & Birkner, R. (kein Datum). *Domaindiscount24*. Abgerufen am 3. Januar 2021 von <https://www.domaindiscount24.com/faq/domain-namensraum>
- Friesenhahn, K. (18. August 2018). *Homepage Manufaktur*. Abgerufen am 18. Januar 2021 von <https://homepage-manufaktur.com/statische-vs-dynamische-websites/>
- Go2Prepaid (Regisseur). (2018). *#23 DNS Server - einfach und schnell erklärt!* [Kinofilm]. Abgerufen am 1. Januar 2021
- Herrmann, D. (2016). *Beobachtungsmöglichkeiten im Domain Name System*. Hamburg: Springer Vieweg.
- Hinz, M. (2018). *Matrixhacker*. Abgerufen am 3. September 2020 von Matrixhacker: <http://matrixhacker.de/arpamet>
- Kleinrock, L. (August 2010). The initial four-node ARPANET (1969). Abgerufen am 3. September 2020 von https://www.researchgate.net/figure/The-initial-four-node-ARPANET-1969_fig2_262316090
- KnowHow. (2. September 2020). *IONOS*. Abgerufen am 1. Januar 2021 von 1&1 IONOS SE: www.ionos.at
- Meinel, C., & Sack, H. (2012). *Internetworking: Technische Grundlagen und Anwendungen*. Springer-Verlag.

- Moßner, J., Bergmann, L., & Human, S. (8. November 2019). *Internet of Things – Definition, Technologie und Anwendung*. Abgerufen am 20. Januar 2021 von <https://www.industry-of-things.de/internet-of-things-definition-technologie-und-anwendung-a-878883/>
- MS. (25. 9 2017). *Die erste E-Mail: So hat es begonnen*. Abgerufen am 28. 10 2020 von CHIP: https://praxistipps.chip.de/die-erste-e-mail-so-hat-es-begonnen_96266
- Myrach, T., & Zwahlen, S. M. (2006). *Virtuelle Welten? Die Realität des Internets*. Peter Lang.
- Navarria, G. (2. November 2016). How the Internet was born: the ARPANET Comes to Life. United Kingdom. Abgerufen am 3. September 2020 von <https://theconversation.com/how-the-internet-was-born-the-arpnet-comes-to-life-68062>
- Ostler, U. (29. 7 2014). *Die erste E-Mail in Deutschland landete vor 30 Jahren*. Abgerufen am 28. 10 2020 von Datacenter Insider: <https://www.datacenter-insider.de/die-erste-e-mail-in-deutschland-landete-vor-30-jahren-a-453869/>
- Pfliegl, K. (17. Dezember 2001). Domain Name System. Deutschland. Abgerufen am 3. Januar 2021
- Scheller, M. (1994). *Internet: Werkzeuge und Dienste; von „Archie“ bis „World Wide Web“*. Springer-Verlag.
- Verivox. (kein Datum). *Verivox*. Abgerufen am 8. Januar 2021 von <https://www.verivox.de/internet/themen/url/>
- WebTechnologien. (kein Datum). *WebTechnologien*. Abgerufen am 8. Januar 2021 von <https://www.webtechnologien.com/wissen/das-internet/die-infrastruktur-des-internets/>
- Wikipedia, *Die freie Enzyklopädie*. (12. Januar 2021). Abgerufen am 18. Januar 2021 von <https://de.wikipedia.org/wiki/PHP>
- Wilde, E. (1999). *World Wide Web: Technische Grundlagen*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

Zisler, H. (2013). *Computer-Netzwerke, Grundlagen, Funktionsweise, Anwendung*. Galileo Press.

Selbstständigkeitserklärung

„Ich erkläre hiermit, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst habe und nur die ausgewiesenen Hilfsmittel verwendet habe. Diese Arbeit wurde weder an anderer Stelle eingereicht noch von anderen Personen vorgelegt.“

Unterschrift Ort und Datum