Materialbeschreibung Planspiel Routing

Adrian Salamon, André Hilbig

25. Juni 2026

Zusammenfassung

Im »Planspiel Routing« wird die Wegfindung bei der Übertragung von Nachrichten in hierarchischen Netzwerken simuliert.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis

1 Einleitung

Das hier vorliegende Dokument stellt die Beschreibung eines Planspiels zum Thema »Routing« im Informatikunterricht dar. Ziel ist es, Schülerinnen und Schülern die Topologie in Netzwerken und dem dadurch entstehenden Problem, Wege finden zu müssen, um Daten zu übertragen, näher zu bringen.
Dafür werden komplexe Referenzmodelle und entsprechende Schichten vernachlässigt. Es werden keine *IP*- oder *MAC-Adressen* verwendet. Ziel ist es ein simples Transport-Protokoll zu schaffen, das sich in die Alltagswelt der Schüler integriert und einfach handhabbar ist. Daher werden zur Adressierung normale E-Mail-Adressen verwendet. Eine Nachricht wird als E-Mail auf Papier festgehalten. Die Schülerinnen und Schüler leiten die »E-Mails« per Hand weiter. Dabei soll nicht der E-Mail-Transport selbst verdeutlicht werden, sondern es ist lediglich ein Werkzeug, um die Komplexität des Routing zu reduzieren. Hierfür wird eine Vermischung und Vereinheitlichung der Dienste Domain Name System (*DNS*) und E-Mail vorgenommen. Somit ist es für Schülerinnen und Schüler einfacher die auszuarbeitenden hierarchischen Strukturen auch auf andere Dienste im Internet, wie etwa das World Wide Web (*WWW*), zu übertragen, ohne auf eine abstrakte, technische Ebene (*IP*, *MAC*, etc.) gehen zu müssen.
Zusätzlich wird im Planspiel Routing Wert auf die Dokumentation des Weges vom Sender zum Empfänger gelegt. Sämtliche Zwischenstationen »quittieren« dafür Erhalt und Weiterleitung der Nachrichten.
Für eine genauere Beschreibung von *DNS* und eine gelungene Analogie zum Postsystem empfiehlt sich [Tanenbaum, 2003, S. 631ff]. Für einen mögliche Rahmen zur Einbindung

des Planspiel Routings in eine Unterrichtsreihe zum Thema »Kommunikation und Schutz der Privatsphäre« siehe [Freischlad, 2010, S 255ff].

1.1 Problemstellung Routing

»Wie kommt meine E-Mail zum Empfänger?« Diese Frage soll durch das Planspiel Routing beantwortet werden. Um ein Netzwerk erfolgreich betreiben zu können, müssen alle Teilnehmer und Knotenpunkte in einer Struktur nach gewissen Regeln handeln. Dafür soll eine einheitliche und offene Infrastruktur vorgegeben werden. Hierbei wird auf dynamischen Routing-Tabellen, die etwa mit Hilfe des Dijkstra-Algorithmus den optimalen Weg finden (vgl. [Comer, 2002, S. 227]), verzichtet. Stattdessen wird ein statisches System mit eindeutigen Routingwegen vorgegeben. Somit liegt der didaktische Fokus nicht auf der Algorithmisierung des Routings, sondern auf der Hierarchisierung der Client-Server-Struktur.

1.2 Kompetenzen

Im Folgenden werden die in diesem Modul zu erwerbenden Kompetenzen beschrieben. Koubek bringt weiterhin an, dass Schülerinnen und Schüler der Klassen 5-7 in der Lage sein sollten, die Eigenschaften von E-Mails zu analysieren und Auffälligkeiten einer E-Mail zu entdecken (vgl. [Koubek, 2005, S 62f]).

1.2.1 Inhaltsbereiche[1]

- Die Schülerinnen und Schüler verstehen Operationen auf Daten und interpretieren diese in Bezug auf die dargestellte Information.
- Die Schülerinnen und Schüler führen Operationen auf Daten sachgerecht durch.
- Die Schülerinnen und Schüler führen die Anweisungen und Regeln des Verfahrens *Routing* aus und arbeiten dabei in Netzen (vgl. [GI, 2008, S. 17]).
- Die Schülerinnen und Schüler nutzen die grundlegenden Konzepte der Datenübertragung (Schreiben/Lesen/Senden/Kopieren).

1.2.2 Prozessbereiche[2]

- Die Schülerinnen und Schüler kennen und beachten Spielregeln. Sie bleiben in der zugeteilten Rolle.
- Die Schülerinnen und Schüler erkennen, dass anhand der E-Mail-Adressen der Routing-Weg vorgegeben und nachvollziehbar ist.

[1] Vgl. zu Inhaltsbereichen GI, 2008, S. 12f.
[2] Vgl. zu Prozessbereichen ebd., S. 13.

- Die Schülerinnen und Schüler erklären die möglichen Übertragungswege innerhalb der hierarchischen Baumstruktur und differenzieren nach den folgenden drei Sonderfällen: Übertragung innerhalb eines Anbieters, innerhalb des selben Nameserver, auSSerhalb des Nameservers (vgl. Abschnitt 5.1 *Abstraktion der Kommunikationsstruktur/Baumstruktur*, S. 9).
- Die Schülerinnen und Schüler reflektieren mögliche Vor- und Nachteile einer Netzwerktopologie bezüglich der Durchführbarkeit des Routings als auch Aspekte der Datensicherheit.
- Die Schülerinnen und Schüler reflektieren Aspekte des Datenschutzes bei privaten Nachrichten und entwickeln Ideen für einen sinnvollen Umgang mit Malware[3].
- Die Schülerinnen und Schüler nutzen geeignete Werkzeuge zur Kommunikation und Kooperation.
- Die Schülerinnen und Schüler erarbeiten Prinzipien der informationstechnischen Sicherheit: Authentizität, Vertraulichkeit und Integrität.

1.3 Voraussetzungen der Schülerinnen und Schüler

Besonders bei jungen Lerngruppen sollte stark darauf geachtet werden, dass die jeweiligen Rollen eingehalten werden und nur die vorgegebenen Kommunikationswege benutzt werden. Ältere Lerngruppen könnten schneller arbeiten und damit auch zu breiteren und differenzierteren Ergebnissen kommen (Datenschutz, Serverüberlastung, . . .).
Das Planspiel Routing ist auf die GröSSe der Lerngruppe anpassbar. Eine Mindestanzahl von 12 Schülerinnen und Schülern wird empfohlen.[4] Im Folgenden wird von einer Lerngruppe mit 28 Schülerinnen und Schülern ausgegangen. Es ist zu empfehlen einen Raum mit beweglichen Tischen zu wählen, um mit der Sitzstruktur die Baumstruktur aufzugreifen und damit die Kommunikationswege auch visuell greifbar und zugleich durch kurze Wege praktisch umsetzbar zu gestalten.
Inhaltliche Voraussetzung ist, dass die Schülerinnen und Schüler das Prinzip von Adressaten und Nachrichteninhalt aus Kontexten wie z. B. Postkarten kennen. Sie wissen, dass die Post eingeworfene Postkarten anhand der Adresse zum Zielort bringt. Da in dem Planspiel Routing der Kontext E-Mail verwendet wird, sollte der syntaktische Aufbau einer E-Mail-Adresse bekannt sein (siehe: Abschnitt 2.2 *Spezifikationen von E-Mail-Adressen*, S. 5). Ein GroSSteil der Schülerinnen und Schüler wird bereits mit der Übermittlung von Nachrichten in Netzwerken bzw. dem Internet in Berührung gekommen sein.

[3] Malware sind E-Mails, die schädliche und ungewollte Inhalte, wie etwa Werbung, schadhafte Software, Spionage etc., enthalten.

[4] Wählbar wären z. B. 6 `Nutzer`, 3 `Anbieter`, 2 `Nameserver`, 1 `Wurzelserver` als Teilbäume von S. 10, Abb. 1.

2 Spielrahmen

2.1 Grundlegender Aufbau

Im Planspiel Routing wird E-Mail gedanklich auf einen Datenträger reduziert, der zwischen einem Sender und einem Empfänger ausgetauscht werden kann. Meta-Daten des Header-Bereichs der technischen E-Mail werden durch einen Quittierungsbogen und die Angabe eines Betreffs umgesetzt (vgl. [Comer, 2002, S. 457f]). Der Body-Bereich wird durch einen Nachrichtentext repräsentiert.
Sender und Empfänger sind `Nutzer` des zu simulierenden E-Mail-Dienstes. Im Planspiel wird für die Übertragung der E-Mail eine hierarchische Netzwerkstruktur modelliert, die der Namensauflösung (*DNS*) im Internet ähnelt. Dabei soll der Transportweg, den die Nachrichten dabei nehmen, mit diesem kleinen Planspiel verdeutlicht werden.
Die Spieler werden aufgeteilt: Die E-Mail-Nutzer haben im Wesentlichen die Aufgabe, Nachrichten zu verfassen, abzuschicken und zu lesen. Daneben müssen die Dienste `Anbieter`, `Nameserver` und `Wurzelserver` übernommen werden. Sie stellen Knotenpunkte von straSSenähnlichen Verbindungen zwischen den E-Mail-Nutzern dar. Damit sind sie die Infrastruktur der E-Mail-Übertragung. Sie müssen die Nachrichten weiterleiten und entscheiden, welchen Weg die Nachricht weiter nehmen muss.

2.2 Spezifikationen von E-Mail-Adressen

Um E-Mail-Nutzer[5] zu erkennen und zuordnen zu können, muss ihnen eine eindeutige Adresse zugeordnet werden. E-Mail ist die Kurzfassung für »electronic Mail« und bedeutet »elektronische Post«. Beim Papierbrief erfolgt die Zuordnung der Adressen mit einem Datensatz der Form Vorname, Nachname, StraSSe, Hausnummer, Postleitzahl und Stadt. Die E-Mail-Adresse stellt für jeden Nutzer eine *eindeutige* Adresse dar. Sie besteht aus 3 Teilen:

1. Dem (Spitz-)Namen des `Nutzers`,
2. gefolgt von einem @-Symbol und dem Bezeichner des `Anbieters`,
3. gefolgt von einem Punkt und dem Bezeichner des `Nameservers`.

Beispiel:

$$\underbrace{\text{Fritzgerald}}_{\text{Nutzer}}@\underbrace{\text{supersurf}}_{\text{Anbieter}}.\underbrace{\text{de}}_{\text{Nameserver}}$$

Das dreigliedrige Syntax identifiziert also von hinten nach vorne den `Nameserver`, den `Anbieter` und schlieSSlich den `Nutzer` des `Anbieters` hinter dem @-Symbol (vgl. [ebd., S. 456]). Bei E-Mail-Adressen sind GroSS- und Kleinschreibung nicht relevant. Während die `Nutzer` sich ihren (Spitz-)Namen in der E-Mail Adresse selbst aussuchen können, sind die Adressen der `Anbieter`, `Nameserver` und des `Wurzelservers` fest vorgegeben. Es ist jedoch zu empfehlen, dass die `Nutzer` sich einfache Adressen, wie VORNAME@supersurf.de, wählen. Allerdings müssen alle Adressen eindeutig sein.

[5] Im weiteren Verlauf nur `Nutzer` genannt.

3 Rollenbeschreibungen

Für die Rollen der `Nutzer`, der `Anbieter`, der `Nameserver` und des `Wurzelservers` gibt es gesonderte Dokumente, auf denen die einzelnen Aufgaben explizit aufgelistet werden. Diese sollen an die teilnehmenden Schülerinnen und Schüler entsprechend verteilt werden. Hinweise für eine Aufteilung zu den Rollen kann Abb. 1 auf S. 10 entnommen werden. Hier folgt nun eine grobe Beschreibung der Rollen.

3.1 E-Mail-Nutzer

E-Mail-`Nutzer` sind aktive Teilnehmer am Internet. Sie benutzen die E-Mail als digitalen Brief, um Nachrichten an Freunde, Bekannte und Kollegen zu versenden. Dabei müssen sie ihre eigene E-Mail-Adresse und die Adressen der Kommunikationspartner kennen, nicht aber den Weg zum Partner.
Jeder Nutzer kennt nur den Weg zu seinem eigenen `Anbieter`, der für ihn E-Mails übermittelt. Alle ein- und ausgehenden Nachrichten gehen erst zu dem jeweiligen Anbieter.

Kennt: Weg zum eigenen `Anbieter`, `Adressen` von Bekannten.
Aufgabe: E-Mails schreiben und lesen.

3.2 E-Mail-Anbieter

Ein E-Mail-`Anbieter` übermittelt E-Mail-Nachrichten für seine eigenen `Nutzer`. Er kennt nur den Weg zu seinen `Nutzern` und zu seinem übergeordneten `Nameserver`. Er darf keine Nachrichten direkt an andere `Anbieter` weiterreichen.
Sobald einer seiner `Nutzer` eine Nachricht verschicken möchte, prüft der `Anbieter`, ob er den Empfänger selbst kennt. In diesem Fall kennt er den direkten Weg zum Ziel und kann die Nachricht übermitteln. Kennt der `Anbieter` den Weg zum Empfänger nicht, leitet er die Nachricht an seinen `Nameserver` weiter und fragt diesen, ob er den weiteren Weg kennt. Vor jedem Weiterleiten quittiert der `Anbieter`, dass er die E-Mail erhalten hat.

Kennt: Weg zu den eigenen `Nutzern`, Weg zum eigenen `Nameserver`.
Aufgabe: E-Mails weiterleiten, E-Mails zustellen, E-Mails quittieren.

3.3 Nameserver

Ein `Nameserver` ist für das Übermitteln von E-Mails zuständig. Er kennt nur den Weg zu *seinen* `Anbietern`. Er darf keine Nachrichten direkt an andere *Nameserver* weiterreichen.
Wenn der Namesever von seinen `Anbietern` eine E-Mail erhält, dann prüft er, ob der `Anbieter` des Empfängers zu ihm gehört, und leitet die E-Mail an diesen `Anbieter` weiter. Kennt er den `Anbieter` des Empfängers nicht, dann leitet er die E-Mail an

den `Wurzelserver` weiter. Vor jedem Weiterleiten quittiert der `Nameserver`, dass er die E-Mail erhalten hat.

Kennt: Eigene `Anbieter`, `Wurzelserver`.
Aufgabe: Weganfragen verarbeiten, E-Mails weiterleiten, E-Mails quittieren.

3.4 Wurzelserver

Der Wurzelserver ist die höchste Instanz. Es gibt nur einen einzigen Wurzelserver. Wenn er von einem Nameserver eine E-Mail erhält, leitet er diese immer an den für den Empfänger zuständigen Nameserver weiter. Vor jedem Weiterleiten quittiert der Wurzelserver, dass er die E-Mail erhalten hat.
Der Name des Wurzelservers ist »/«. Der Bezeichner kommt in der E-Mail-Adresse nicht vor.

Kennt: *alle* `Nameserver`
Aufgabe: Weganfragen verarbeiten, E-Mails weiterleiten, E-Mails quittieren.

4 Die Durchführung

4.1 Der Leitfaden

Die Aufgabe der `Nutzer` ist es, sich untereinander zu einer Freizeitaktivität zu verabreden. Dabei sollten sich mindestens drei `Nutzer` gemeinsam für eine der ausgeschriebenen Freizeitaktivitäten entscheiden und einen Termin mit Uhrzeit ausmachen. Ein möglichst langer Routing-Weg kann gewährleistet werden, wenn die Kommunikationspartner ihre Adresse nicht beim selben Anbieter haben. Die gesamte Kommunikation zwischen den Nutzern findet nur schriftlich statt. Sie schreiben E-Mails mit Betreff, Absender und Adressaten, welche dann über ihre `Anbieter` und eventuell weitere `Nameserver` und `Wurzelserver` bis zum Empfänger weitergeleitet werden. Daran angeheftet werden Quittierungsbögen, die von Anbietern und Servern bei dem Weiterleiten und Verarbeiten der Nachricht quittiert werden.
Bei Bedarf sollte das Kommunikationsszenario an die Lerngruppe angepasst werden.

4.2 Quittierung

Als eine der wichtigsten Aufgaben im Planspiel Routing muss die Quittierung von allen Teilnehmern konsequent durchgeführt werden. Jeder Nachricht soll ein Quittierungsbogen mit einer Büroklammer angeheftet werden. Ausgehend vom Nutzer, der auf dem Quittierungsbogen Absender und Empfänger notiert, wird an jeder weiteren Station angegeben wo Nachricht und Quittierungsbogen gerade sind, woher sie kamen und wohin sie weitergeleitet werden. Zusätzlich gibt es auf dem Quittierungsbogen ein Feld für Fehler, wenn z. B. eine Nachricht falsch weitergeleitet wurde oder wegen einer falschen Adresse unzustellbar ist.



4.3 Zusatzaufgaben

Der Leitfaden gilt als Grundlage des Spiels und muss von allen Teilnehmern verfolgt werden. Weitere Zusatzaufgaben ermöglichen neue Schwerpunkte und können auch punktuell eingesetzt werden, um unterforderte Schülerinnen und Schüler mehr zu beschäftigen oder überforderte Schülerinnen und Schüler zu entlasten.

4.3.1 Spam

Um die Kommunikation etwas zu behindern sind einige Spamnachrichten vorbereitet. Sie werden von der Lehrkraft eingestreut, um einerseits den Spam als ungewollte Werbe- und Müllnachricht einzuführen und andererseits können dadurch gezielt Schülerinnen und Schüler, die während des Spiels wenig oder keine Post bekommen, stärker ins Spiel integriert werden. Die Spamnachrichten sorgen beim Empfänger für Irritation, weil kein ansprechbarer Kommunikationspartner verfügbar ist und die Nachricht zusammenhangslos erscheint. Der Umgang mit Spam ist bewusst nicht vorgegeben, sondern soll von jedem Nutzer selbst im Spiel entwickelt werden. Die Möglichkeiten der Spambekämpfung können in der Auswertung diskutiert werden.

4.3.2 Werbung der Anbieter

Die Anbieter taube.de, einfach.net und netz.org haben die Zusatzaufgabe unter jede Nachricht einen Werbesatz zu schreiben. Damit soll simuliert werden, dass der Inhalt einer Nachricht auf dem Weg zum Ziel von Dritten modifiziert werden kann.
Die anderen Anbieter haben die Aufgabe sich nur die Metadaten der Kommunikation zu notieren (Absender, Empfänger, Betreff).

4.3.3 Überlastungen

Bei der Durchführung des Planspiels kann es zur Überlastung einiger Knotenpunkte kommen. Die Server, insbesondere der Wurzelserver, können wegen der Nachrichtenflut der Nutzer schnell mit der Quittierung und Weiterleitung überfordert sein. Dies ist ein realistischer, aber für den Spielfluss kontraproduktiver Nebeneffekt. Deswegen ist es sinnvoll diese stark frequentierten Knotenpunkte der Kommunikation doppelt zu besetzen. Alternativ kann auch die Lehrkraft bei Engpässen einspringen.
Die Rollen der Knoten können bei groSSen Lerngruppen mehrfach besetzt werden. Der Arbeitsaufwand steigt mit geringerer Entfernung zur Wurzel.

4.3.4 Organisation: Adressbuch

Da alle Schülerinnen und Schüler miteinander schriftlich kommunizieren sollen, kann es sinnvoll sein, ein gemeinsames Adressbuch anzulegen, so dass alle Adressen bekannt sind. Eine einfache Umsetzung wäre eine tabellarische Zuordnung von Adressen und Namen

auf einer Folie auf dem OHP, die für alle Teilnehmer sichtbar sein sollte. Alternativ kann auch mit der Tafel oder einem Beamer gearbeitet werden.[6]

5 Reflexion

Jede einzelne Station nimmt während der Durchführung nur einen Teil des gesamten Prozesses wahr. Eine Reflexion sollte den Teilnehmenden auch die Aufgaben der anderen Rollen verdeutlichen. Dabei sollten die folgenden Punkte angesprochen werden:

- Wie erreichen die Nachrichten ihr Ziel?
- Welchen Weg nehmen die Nachrichten?
- Wie wird über den Weg der Nachrichten entschieden?
- Welche Aufgaben haben die einzelnen Rollen?

Ausführlich sollte dabei auf die in Abschnitt 5.1 *Abstraktion der Kommunikationsstruktur/Baumstruktur*, S. 9 und Abschnitt 5.2 *Probleme in einem Netzwerk*, S. 10 näher beschriebenen Aspekte eingegangen werden.

5.1 Abstraktion der Kommunikationsstruktur/Baumstruktur

Die Lehrkraft sollte während des Spiels beobachten, wie die Kommunikationswege entsprechend der Vorgaben genutzt werden. Es gibt mehrere Fälle die eintreten können:

- Die Nachricht bleibt beim selben Anbieter. Dafür werden übergeordnete Strukturen nicht benötigt. Der Anbieter leitet sie selbst direkt weiter.
- Die Nachricht bleibt im selben Namespace[7]. Hier muss der Anbieter die Nachricht an seinen Nameserver weitergeben, da er die Adresse von sich aus nicht erreichen kann. Der Nameserver aber kennt die anderen Anbieter und kann die Nachricht weiterleiten.
- Die Nachricht bleibt nicht im selben Namespace. Nun wird sie bis zum Wurzelserver weitergereicht. Von dort wird sie dann zum entsprechenden Nameserver und Anbieter weitergegeben.

Diese drei Fälle sollten zu einer Struktur abstrahiert werden (siehe Abb. 1). Dabei kann direkt die Erfahrung der Schülerinnen und Schüler aus dem Spiel angesprochen werden. Es ist wichtig, dass jeder Einzelne seine Aufgabe reflektieren kann und seinen Platz im Ganzen wieder findet.
Um die Begriffe des Nameservers oder des Wurzelservers besser einordnen zu können, kann in der Nachbereitung auf Client-Server-Strukturen eingegangen werden. Dies ist für

[6] Mit diesem öffentlichen Adressbuch können LDAP-Adressbücher simuliert werden.

[7] In diesem Zusammenhang gehören Nachrichten, bei denen Sender und Empfänger den selben Nameserver haben, zum selben *Namespace*.

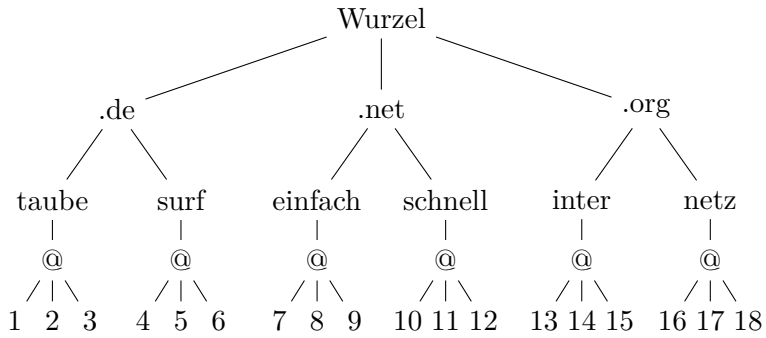


Abbildung 1: Baumstruktur der Serververbindungen für 28 Schülerinnen und Schüler

das Planspiel Routing nicht im Vorfeld nötig, kann jedoch zu einem differenzierterem Verständnis führen. Siehe hierfür die fachliche Beschreibung bei [Comer, 2002, S. 42, 441].

5.2 Probleme in einem Netzwerk

Die Schülerinnen und Schüler können mit Hilfe dieses Spieles bestimmte Problematiken beim Versand von Daten über Netzwerke direkt erkennen. Diese sollten in der Reflexionsphase thematisiert werden. Je nachdem wie intensiv bestimmte Zusatzaufgaben eingestreut wurden, können einzelne Schülerinnen und Schüler die Probleme vielleicht direkt durch ihre Erfahrungen im Spiel ansprechen:

Authentizität: »Spam« kann ungehindert eingeschleust werden. Es wird nicht überprüft, wer diese Nachricht sendet und was sie enthält. Sehr viele solcher Mails könnten sogar den gesamten Datenverkehr lahm legen.(Abschnitt 4.3.1 *Spam*, S. 8)

Vertraulichkeit: Alle Knotenpunkte können die Nachrichten lesen und theoretisch sogar verändern. (Abschnitt 4.3.2 *Werbung der Anbieter*, S. 8)

Integrität: Teilweise sind die Server stark überlastet und Nachrichten kommen verzögert oder sogar beim falschen Empfänger an. (Abschnitt 4.3.3 *Überlastungen*, S. 8)

Damit werden einige wichtige Problematiken beim Versand von Daten über das Internet deutlich. Allgemein sollen damit die drei Hauptziele der informationstechnischen Sicherheit, die einem Netzwerk zu Grunde liegen sollten, erarbeitet und erkannt werden: Authentizität, Vertraulichkeit und Integrität. Alle drei Punkte wurden im Spiel nicht realisiert. Den Schülerinnen und Schülern soll die Wichtigkeit der Sicherheitsziele bewusst werden. Eventuell können auch noch Ideen erarbeitet werden, mit denen das Planspiel entsprechend verbessert wird.

6 Mögliche Erweiterungen

Je nach Schwerpunkt des Kontextes der Unterrichtsreihe können auf dem Planspiel Routing verschiedene Modifikationen aufbauen, um die aufkommenden Probleme zu lösen oder stärker zu fokussieren.

6.1 Authentizität, Vertraulichkeit und Integrität

Diese drei ausgearbeiteten Prinzipien lassen sich auch ansatzweise mit dem Planspiel Routing umsetzen.

Authentizität kann mit einer glaubhaften Unterschrift, z. B. ein Stempel, die allen zur Überprüfung zur Verfügung gestellt wird, erreicht werden. Jeder Nutzer signiert seine E-Mails mit dieser Unterschrift und unterschreibt auch in einer öffentlich sichtbaren Datenbank[8]. Bei Letzterem muss geprüft werden, dass die Unterschrift auch wirklich zum repräsentierten Urheber passt. Dies kann z. B. mit Zeugen beim Unterschreiben umgesetzt werden. Weitere Hinweise können [J. Müller, 2006, S. 56] entnommen werden.

Vertraulichkeit kann mit einer (einfachen) Verschlüsselung umgesetzt werden, die verhindert, dass Dritte Einblick in den Inhalt der Nachricht bekommen. Dafür kann z. B. die Caesar-Verschlüsselung genutzt werden (vgl. [D. Müller, 2012]).

Integrität kann z. B. mit Prüfsummen realisiert werden. Im analogen Kontext könnte die Anzahl der Worte/Buchstaben/Vokale/... jeder Nachricht mitgesendet werden. So könnte der Empfänger rudimentär prüfen, ob die Nachricht verändert wurde.

6.2 Spambekämpfung

Bei der Spambekämpfung gibt es zwei Ansatzpunkte: Entweder, es wird verhindert, dass Spamnachrichten in das Netzwerk gelangen, z. B. indem nur Nachrichten von authentifizierten Sendern zugelassen werden, oder ungewollte Nachrichten werden anhand von Schlüsselwörtern (Spamfilter) verworfen. Die letztere Methode kann auch mit der Automatentheorie verbunden werden. Fachdidkatische Hinweise zu Spamfiltern und Phishing können [Koubek, 2005, S. 60f] entnommen werden.

6.3 Protokolle

Sollte der Fokus stärker auf realistischere E-Mail Kommunikation gelegt werden, dann könnten auch die Postein- und Ausgangsprotokolle durch Kisten bei den `Anbietern` simuliert werden.
SMTP könnte durch eine Art Briefkasten beim `Anbieter`, in den die `Nutzer` ihre E-Mails einwerfen, simuliert werden. Jeder Nutzer erhält auSSerdem beim Anbieter eine Art Postfach, aus dem sie ihre E-Mails abholen können (*POP3*). Einen umfangreicher Zugang hierzu wird in [Jonietz, 2005c] beschrieben.

[8] Diese öffentliche Datenbank lässt sich mit einer OHP-Folie realisieren.

6.4 Metadatenanalyse

Da einige `Anbieter` die Metadaten der Nachrichten mitschreiben, und dies auch nicht durch die in Abschnitt 6.1 *Authentizität, Vertraulichkeit und Integrität*, S. 11 beschriebenen MaSSnahmen unterbunden werden kann, kann der Nutzen für `Anbieter` oder weitere fiktive Firmen aus solchen Metadaten abgeschätzt und analysiert werden.

Weiterführende Literatur

Bell, Tim, Ian H. Witten und Mike Fellows. »Teaching Computer Science Unplugged. Activity 10 – Routing and Deadlock/The Orange Game«. In: 2005. URL: `http://csunplugged.org/routing-and-deadlock` [besucht am 13. 06. 2014].

Comer, Douglas. *Computernetzwerke und Internets: mit Internet-Anwendungen*. 3. Aufl. München: Pearson Studium, 2002. ISBN: 3-8273-7023-X.

Freischlad, Stefan. *Entwicklung und Erprobung des Didaktischen Systems Internetworking im Informatikunterricht*. Bd. 3. Comentarii informaticae didacticae (CID). Dissertation. Universitätsverlag Potsdam, 2010.

GI. *Grundsätze und Standards für die Informatik in der Schule. Bildungsstandards Informatik für die Sekundarstufe I*. Erarbeitet vom Arbeitskreis »Bildungsstandards« – Beschluss des GI-Präsidiums vom 24. Januar 2008 – veröffentlicht als Beilage zur LOG IN 28 (2008) Heft 150/151. 2008. URL: `http://www.sn.schule.de/~istandard/docs/bildungsstandards_2008.pdf?PHPSESSID=kcea8u75oet56gna0gerqqi556` [besucht am 03. 08. 2014].

Jonietz, Daniel. »Protokolle – Ein forschender Zugang zur Entwicklung von Erklärungsmodellen für die Kommunikation in Rechnernetzen (Teil 1)«. In: *LOG IN* Heft 133 [2005], S. 33–45.

– »Protokolle – Ein forschender Zugang zur Entwicklung von Erklärungsmodellen für die Kommunikation in Rechnernetzen (Teil 2)«. In: *LOG IN* Heft 134 [2005], S. 45–52.

– »Protokolle – Ein forschender Zugang zur Entwicklung von Erklärungsmodellen für die Kommunikation in Rechnernetzen (Teil 3)«. In: *LOG IN* Heft 136/137 [2005], S. 92–103.

Koubek, Jochen. »E-Mail-Kompetenzen – Ein Beispiel zu Standards für die informatische Bildung«. In: *LOG IN* Heft 135 [2005], S. 61–65.

Müller, Dorothee. *Spioncamp*. 2012. URL: `http://ddi.uni-wuppertal.de/material/spioncamp.html` [besucht am 03. 08. 2014].

Müller, Jürgen. »Elektronisch unterschreiben – Teil 1: Gefahren im Internet«. In: *LOG IN* Heft 140 [2006], S. 55–59.

Tanenbaum, Andrew S. *Computernetzwerke*. 4. Aufl. Pearson Studium, 2003. ISBN: 978-3-8273-7046-4.

Anhang

-none-

- ☐ 1 × OHP Folie für öffentliches Adressbuch (siehe Abschnitt 4.3.4 *Organisation: Adressbuch*, S. 8)
- ☐ 28 × Papier für Namensschilder für alle Teilnehmer
- 18 × Rollenbeschreibung `Nutzer`:
  - ☐ 3 × Nutzer@taube.de
  - ☐ 3 × Nutzer@surf.de
  - ☐ 3 × Nutzer@einfach.net
  - ☐ 3 × Nutzer@schnell.net
  - ☐ 3 × Nutzer@inter.org
  - ☐ 3 × Nutzer@netz.org
- ☐ 6 × Rollenbeschreibung `Anbieter`
- ☐ 3 × Rollenbeschreibung `Nameserver`
- ☐ 1 × Rollenbeschreibung `Wurzelserver`
- ☐ 6 × Übersicht Freizeitangebote (für Nutzer, alternativ: Projektion per Beamer oder OHP.)
- ☐ 50 × Quittierungsbogen
- ☐ 50 × Büroklammern
- ☐ 50 × leeres A5-Papier für E-Mails.
- ☐ 3 × leeres A4-Papier für Metadatenprotokolle der Anbieter (siehe Abschnitt 4.3.2 *Werbung der Anbieter*, S. 8)

-none-

Freizeitangebote

Im Folgenden findest du Freizeitangebote, die in deiner Stadt angeboten werden. Du sollst dich mit deinen Freunden gemeinsam für eins entscheiden und verabreden.

Kino

Kinofilme laufen regelmäSSig um 15:00-16:30 Uhr und um 17:00-18:30 Uhr.
Denkt daran, euch früh genug zu verabreden, um noch Popcorn und Getränke kaufen zu können. Sucht euch einen der folgenden Filme aus:

- Wuh, der Bär - Ein Bär geht auf Geistersuche
- Kai.Robot - Ein Roboter putzt Schuhe
- Prinzessin gesucht - Ein Traummärchen wird wahr

Park

Im Park kann man verschiedenen Aktivitäten nachgehen. Ab 19:00 Uhr wird es zu dunkel und ihr müsst den Park verlassen.

- Picknick am Teich
- Skaten oder Biken
- mit dem Hund spazieren gehen

Sportplatz

Auf dem Sportplatz kann man viele Spiele spielen oder einfach etwas toben. Der Platzwart öffnet den Sportplatz ab 11:00 Uhr und schlieSSt ihn um 17:00 Uhr.

- FuSSball spielen
- Tischtennis spielen
- Springspiele spielen

Zu Hause

Ihr könnt euch auch bei jemandem zu Hause treffen. Um 17 Uhr gibt es ein gemeinsames Abendessen. Davor und danach könnt Ihr folgende Dinge tun:

- DVD schauen
- Videospiele spielen
- Mit einem Puppenhaus spielen
- Gemeinsam musizieren.

Quittierungsbogen

Absender	

Eigene Adresse	**Erhalten von**	**Weitergeleitet an**	**Fehler?**

Empfänger	

Quittierungsbogen

Absender	

Eigene Adresse	**Erhalten von**	**Weitergeleitet an**	**Fehler?**

Empfänger	

Betreff: *** HERZLICHEN GLÜCKWUNSCH! ***

Sie haben ZWEI EINTRITTSKARTEN für **Kai.Robot** gewonnen!!!
Meldet euch jetzt sofort bei der Fantasia Firma. Hier bekommt ihr die Karten, gegen eine kleine Bearbeitungsgebühr. Wir sind auch direkt neben dem Kino zu erreichen.
Ihr Glückspielteam Fantasia

Betreff: HUNDEHAUFEN IM PARK! - Nein, danke!

Wir finden: Schluss damit!
Seit dem Nichthundehalterinnenschutzgesetzantrag ğ242 BgfsA (Bundesgesetztblatt für sinnlose Angelegenheiten) und dem Urteil vom 15.06.2011 ist es Hunden erlaubt im Stadtpark Häufchen zu machen. Da wir Rentner eine sehr sensible Nase haben, und auSSerdem eine Abneigung zur Farbe Braun in unserem Blut ist, bestehen wir darauf, die Ursache des Häufchenproblems zu beseitigen. Innerhalb des Parks sollte die Existenz von Hunden absolut verboten sein!

Über die Erlaubnis des Skatens, in der Parkordnung, haben wir uns zwar zuerst gefreut und sofort auch um die Legalisierung von Rommé gebeten. Jedoch haben Kinder und Jugendliche dies wohl falsch verstanden: Anstatt die Ruhe mit Kartenspielen zu genieSSen, sausen sie auf ihren Rollbrettern und Fahrrädern durch den Park und wirbeln dabei alle Karten um. Auch dies MUSS ein ENDE haben!

Ihre besorgten Nachbarrentner

Betreff: NEWSLETTER SPORT-INFORMATION!

JETZT im Angebot! Tolle FuSSbälle für nur 29,95 EURO
Tischtennisbälle ab 3 EURO
Tischtennisschläger ab 19.95 EURO

Besuchen Sie unseren Online-Shop mit super billigen Preisen auf
`www.saubilligerkram.de/supertoll/sport/`

Betreff: TOLL! TOLL! TOLL! - DVDs im Angebot!

Hast Du das mitbekommen? Wahnsinnspreise! Wuh, der Bär! Jetzt schon auf DVD! <– GEHEIMTIPP!!!
Schau die DVD zu Hause, wenn deine Freunde noch alle ins teure Kino gehen!

Viele weitere Angebote zum Thema DVD finden Sie unter:
`www.saubilligerkraum.de/supertoll/dvd/`