Materialbeschreibung Paketierung

Adrian Salamon, André Hilbig

2016-10-31

Zusammenfassung

In diesem Modul zur »Paketierung« werden große Datenmengen zur Übertragung in kleine Pakete aufgeteilt. Die Kommunikationspartner sollen sich dabei nicht direkt sehen oder hören können, so dass die Übertragungsstrategie (Protokoll) von den Schülerinnen und Schülern im Vorfeld festgelegt werden muss. *Hinweis: Tagging ist in diesem Dokument möglicherweise fehlerhaft!*

Inhaltsverzeichnis

1 Modulbeschreibung **2**
- 1.1 Problemstellung . . . 2
- 1.2 Einsatz im Unterricht . . . 2
- 1.3 Lösungsdimensionen . . . 3
- 1.4 Kompetenzen . . . 4
  - 1.4.1 Inhaltsbereiche . . . 4
  - 1.4.2 Prozessbereiche . . . 4
- 1.5 Voraussetzungen der Schülerinnen und Schüler . . . 6
- 1.6 Informatischer Gedanke . . . 6

2 Durchführung **6**
- 2.1 Benötigtes Material . . . 7
- 2.2 Erste Phase . . . 7
  - 2.2.1 Entwicklung . . . 7
  - 2.2.2 Test . . . 7
  - 2.2.3 Reflexion . . . 8
  - 2.2.4 Informatischer Hintergrund . . . 8
- 2.3 Zweite Phase . . . 8
  - 2.3.1 Modellierung . . . 8
  - 2.3.2 Praxis . . . 9
  - 2.3.3 Reflexion . . . 9
  - 2.3.4 Informatischer Hintergrund . . . 9
- 2.4 Dritte Phase . . . 10
  - 2.4.1 Modellierung . . . 10
  - 2.4.2 Praxis . . . 10
  - 2.4.3 Reflexion . . . 11
  - 2.4.4 Informatischer Hintergrund . . . 11

3 Reflexion im informatischen Bezug **13**

4 Weiterführende Literatur **13**

5 Anhang **14**
5.1 Druckvorlagen 14

Material **15**

Abbildungsverzeichnis

1 Schematische Übertragung einer Papierseite mittels mehrerer Briefe 4
2 Beispielhafte Bilder mit Rahmen zum Zerschneiden, die zur Übertragung verwendet werden können. 5
3 Übersicht über die verbindungsorientierte Übertragung 12

1 Modulbeschreibung

1.1 Problemstellung

Zentral ist die Aufgabe, eine Nachricht (Brieftext, Bild, Notenpapier etc.) zwischen zwei Kommunikationspartnern zu übertragen, ohne eine direkte verbale oder visuelle Kommunikation durch Mimik, Gestik, Sprache usw. durchzuführen. Bewusst wird hier nicht auf Daten(strukturen) oder Dateien eingegangen, sondern der Übertragungsprozess beliebiger Daten in den Mittelpunkt gerückt. Im weiteren Verlauf dieses Moduls werden beispielhaft Bilder zur Übertragung verwendet – dies kann je nach Bedarf abgewandelt werden.

Die Übertragung der Daten soll in einer Art »Briefübertragungs-Kontext« ablaufen. Als Einschränkung gibt die Post vor, dass nur kleine Briefumschläge verwendet werden dürfen und ihr Inhalt darf ein bestimmtes Gewicht bzw. Volumen[1] nicht übersteigen.

1.2 Einsatz im Unterricht

In Abschnitt 1.3 *Lösungsdimensionen*, S. 3 wird beschrieben, dass innerhalb dieses Moduls eine große Vielfalt an möglichen Lösungen gegeben ist. Daher bietet es sich an, den Schülerinnen und Schülern eine beliebig freie Aufgabenstellung, z. B. durch einen geeigneten Impuls motiviert, bearbeiten zu lassen. Dabei sollten die beschriebenen Lösungsdimensionen beachtet und je nach Lerngruppe überarbeitet werden.

In Abschnitt 2 *Durchführung*, S. 6 wird eine geführte, schrittweise Erarbeitung vorgeschlagen. Als positiven Nebeneffekt erarbeiten die Schülerinnen und Schüler dadurch auch ein fundiertes Verständnis unterschiedlicher Ideen bzw. Konzepte, wie

[1] Das Gewicht bzw. Volumen sollte vor der Durchführung angegeben werden. Die Einschränkung soll dazu führen, dass das Bild nicht als Ganzes übertragen werden kann, sondern die Schülerinnen und Schüler eine geeignete Möglichkeit finden müssen das Bild möglicherweise geteilt zu übertragen. Damit wird die gesamte Datenmenge eines Bildes auf mehrere kleinere Einheiten aufgeteilt.

die Paketierung in realen Situationen (UDP, TCP) umgesetzt ist. So können die Schülerinnen und Schüler auch entsprechend sensibilisiert werden, für Problematiken im Umgang mit verschiedenen Protokollen zur Übertragung von Daten in Netzwerken.

Die entwickelten Konzepte zur Paketierung müssen in Verbindung mit der gesamten Unterrichtseinheit zum Internet gesetzt werden. Insbesondere ist hier das Routing wichtig, das den Weg der Datenpakete bei der eigentliche Übertragung beschreibt. Beide zuvor beschriebenen Einsatzmöglichkeiten dieses Moduls können eine geeignete Einbindung in die gesamte Einheit ermöglichen.

1.3 Lösungsdimensionen

Die Schülerinnen und Schüler sollen aktiv modellieren und keine fertige Lösung vorgesetzt bekommen. Das Modul hat zwar als Ziel, dass eine Methode gefunden wird, durch die große Datenvolumina in kleinere Einheiten gesplittet und wieder zusammengesetzt werden können, aber muss nicht zwangsläufig ein Modell nahe an der Paketierung von Dateien in real existierenden Verfahren liefern. Daher sind die hier aufgeführten Lösungen nur als mögliche Ideen bzw. Ansätze anzusehen. Ziel ist es, dass das Problem unter Beachtung der Einschränkungen von den Schülerinnen und Schülern gelöst wird.

Eine einfache Lösung wäre, das Bild zu zerschneiden und in mehreren Briefumschlägen zu versenden. Der Empfänger kann es aus den Einzelteilen wie ein Puzzle zusammensetzen. Denkbar wäre auch, dass eine Art Anleitung zum Malen des Bildes erstellt wird und in mehreren Briefen verschickt wird.

In Abb. 2 ist anhand von Beispielbildern das Zerschneiden schematisch dargestellt. Druckvorlagen der Bilder können ab S. 15 mit und ohne Rahmen entnommen werden. Falls ein Drucker verwendet wird, der keinen *randlosen* Druck unterstützt, muss in den Druckeinstellungen evtl. auf eine geeignete Skalierung geachtet werden.

Innerhalb dieser Arbeit soll unter einem Paket die Bündelung von Daten (und prinzipiell auch Metadaten, vgl. Abschnitt 2.4 *Dritte Phase*, S. 10) in eine Struktur, deren maximale Datenmenge begrenzt ist, verstanden werden (vgl. [Comer und Droms, 2002, S. 104]). Dabei wird die maximale Datenmenge durch die kleinen Briefumschläge verdeutlicht bzw. definiert. Sofern Pakete im Kontext des TCP/IP-Referenzmodells betrachtet werden, wird auch von sogenannten Datagrammen gesprochen (vgl. [Tanenbaum, 2003, S. 73ff]). In der Literatur wird typischerweise zwischen dem allgemeinen Begriff Paket und der speziellen Bezeichnung Rahmen unterschieden. Durch die physikalischen Voraussetzungen einer konkreten Netzwerkarchitektur, entstehen auch Vorgaben an die Größe der übertragbaren Datenmenge eines Pakets. Sofern diese Datenmenge explizit vorgegeben wird, wird von (Hardware-)Rahmen gesprochen (vgl. [Comer und Droms, 2002, S. 104]). In der beispielhaften Übertragung von Daten mittels Briefumschlägen werden ebenfalls genaue Vorgaben durch die geometrische Größe der Umschläge vereinbart. Daher werden die Daten nicht nur in Pakete, deren maximale Datenmenge theoretisch auch der zu übertragenden Datenmenge entsprechen könnte, sondern auch auf einzelne Rahmen aufgeteilt (vgl. [ebd., S. 107ff]).

Hauptsächlich sollen sich die Schülerinnen und Schüler mit der Paketierung auseinandersetzen. Die spielerische Situation macht es allerdings notwendig, dass bestimmte Regeln zur Übertragung festgelegt bzw. abgesprochen werden. Das entspricht prinzipiell einem Protokoll (vgl. [Tanenbaum, 2003, S. 27]). Auch wenn im weiteren Verlauf dieser Arbeit einzelne Aspekte der Protokolle innerhalb des

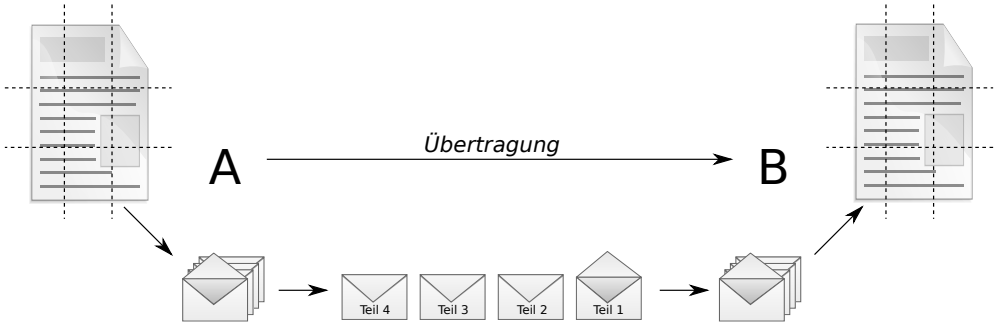


Abbildung 1: Schematische Übertragung einer Papierseite mittels mehrerer Briefe

TCP/IP-Referenzmodells verdeutlicht werden, kann das Prinzip eines Schichtenmodells hiermit nicht erklärt oder veranschaulicht werden. Lediglich grundlegende Überlegungen zu Verbindungen, Übertragungsfehlern etc. können herausgestellt werden (vgl. [Tanenbaum, 2003, S. 32ff]). Da im beschriebenem Planspiel kein komplexes Schichtenmodell benutzt wird, gibt es nicht mehrere abhängige Protokolle, die in einem Paket gebündelt werden müssten. Daher wird auf die Differenzierung zwischen Paket und (Hardware-)Rahmen verzichtet.

Für weiterführende Hinweise sei auf entsprechende Fachliteratur, etwa [ebd., Kap. 2; Comer und Droms, 2002, Kap. 7], verwiesen. Für fachdidaktische Ausführungen kann [Freischlad, 2010, Kap. 3–4] empfohlen werden.

1.4 Kompetenzen

Im Folgenden werden die in diesem Modul zu erreichenden Kompetenzen in Anlehnung an die Bildungsstandards für das Fach Informatik (vgl. [GI, 2008]) spezifiziert.

1.4.1 Inhaltsbereiche[2]

Schülerinnen und Schüler …

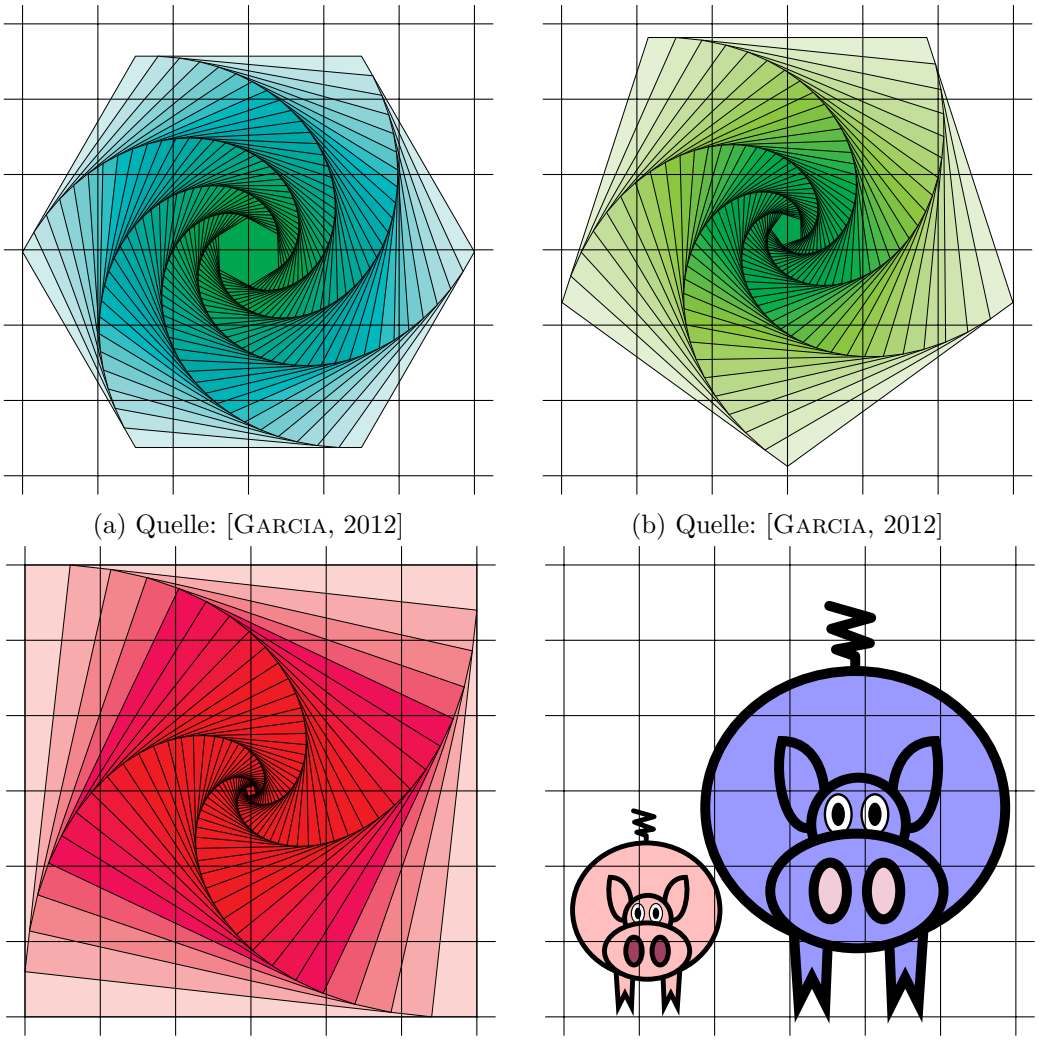
- verstehen Operationen auf Daten und interpretieren diese in Bezug auf die dargestellte Information.
- führen Operationen auf Daten sachgerecht durch.
- entwerfen und realisieren Algorithmen und stellen diese geeignet dar (vgl. a. [ebd., S. 16]).
- arbeiten in Netzen (vgl. [ebd., S. 17]).

1.4.2 Prozessbereiche[3]

Schülerinnen und Schüler …

- erstellen informatische Modelle zu gegebenen Sachverhalten.
- implementieren Modelle mit geeigneten Werkzeugen.

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



(a) Quelle: [Garcia, 2012]

(b) Quelle: [Garcia, 2012]

(c) Quelle: [Garcia, 2012]

(d) Quelle: [Dongen, 2010]

Abbildung 2: Beispielhafte Bilder mit Rahmen zum Zerschneiden, die zur Übertragung verwendet werden können

- reflektieren Modelle und deren Implementierung. Schülerinnen und Schüler
  - beobachten die Auswirkungen von Änderungen am Modell und
  - beurteilen Modell und Implementierung (vgl. [GI, 2008, S. 19]).
- stellen Fragen und äußern Vermutungen über informatische Sachverhalte.
- kooperieren bei der Lösung informatischer Probleme.

1.5 Voraussetzungen der Schülerinnen und Schüler

- Das Modul Paketierung setzt bereits ein grundlegendes Verständnis über Daten, verschiedene Darstellungsformen von Daten und die Abgrenzung zur Bedeutung voraus (vgl. [GI, 2008, S. 14]). Damit der Transfer zu entsprechenden (realen) Kontexten gelingt, sollte deutlich werden, dass das Bild letztlich nur ein Stellvertreter für beliebige mögliche Daten ist.
- In diesem Modul sollen die Schülerinnen und Schüler ein Verfahren zur Aufteilung großer Datenmengen in kleinere Teile entwickeln und dokumentieren. Implizit setzen sich die Schülerinnen und Schüler aber auch mit verschiedenen Arten von Daten auseinander. Eine der zuvor vorgestellten Lösungsansätze beschreibt das Zerschneiden und nachträgliche Zusammensetzen des Bildes. Prinzipiell wird eine Datenstruktur modelliert, um das »Splitten« des Bildes in kleinere Einheiten zu erreichen.

1.6 Informatischer Gedanke

Den Schülerinnen und Schülern soll der Sinn und die Notwendigkeit der Paketierung von Daten bewusst werden. Dafür wird ein künstlicher Kontext geschaffen, in dem eine Datenübertragung modelliert werden soll. Dabei sollen die zu übertragenden Daten auf ein konkretes Anwendungsbeispiel, wie etwa ein Bild, reduziert werden. Dadurch wird die Komplexität unterschiedlicher Datentypen und Protokolle vereinfacht.

Die Schülerinnen und Schüler sollten selbstständig eine Idee entwickeln, um das gegebene Problem zu lösen. Dabei sollte die Lehrkraft nur geringfügig kontrollierend eingreifen. Die im nächsten Abschnitt beschriebenen Phasen stellen einen Vorschlag für eine strukturierte Bearbeitung des Moduls dar und skizzieren mögliche zentrale Fragestellungen und Probleme. In jedem Fall sollte die Strukturierung an die Voraussetzungen der eigenen Lerngruppe und -ziele angepasst werden. Innerhalb der einzelnen Phasen sollen die Schülerinnen und Schüler zunächst entwickeln, dann testen und am Ende reflektieren. Damit vollziehen sie zentrale Aspekte der informatischen Modellierung.

2 Durchführung

Das Planspiel kann, wie im Folgenden beschrieben, in mehrere Phasen aufgeteilt werden. Grundlegend ist jedoch immer ein zentrales »Spielszenario« zur eigentlichen Übertragung: Es werden Schülergruppen von mindestens drei Schülerinnen und Schülern gebildet. Jede Gruppe erhält ein Blatt Papier[4] mit Bild. Die Schülerinnen und Schüler sollen die Seite mit der zuvor gefundenen oder verbesserten Methode an eine andere Gruppe übertragen. Außerdem müssen sie aus den empfangenen Daten einer anderen Gruppe das ursprüngliche Bild zusammensetzen. Je eine Person aus jeder Gruppe wird bestimmt, die pro Übertragungsschritt nur einen Umschlag

[4] Im Rahmen der Durchführung muss das verwendete Medium keine besondere Größe haben. Es sollte lediglich mindestens so groß sein, dass bei der Übertragung mit einem zu kleinen Träger tatsächlich eine Aufteilung erforderlich wird. Unterschiedliche Größen könnten indes die Anforderungen an das zu findende Verfahren noch erweitern, da das Ende einer Übertragung nicht absehbar ist, sofern die Länge bzw. Menge der zu empfangenden Daten nicht bekannt ist (vgl. Abschnitt 2.2.3 *Reflexion*, S. 8).

überbringen darf. Die Gruppen wechseln sich mit der Übertragung ab – es findet keine parallele Übertragung statt. Die Gruppen dürfen während der Übertragung untereinander keinerlei Kommunikation – weder verbal noch nonverbal – durchführen.

Um einen möglichst »geordneten« Ablauf auch in großen Klassen durchzuführen, setzen sich die jeweils miteinander kommunizierenden Gruppen gegenüber. Die Lehrkraft sollte auf die Einhaltung der Regeln achten.

Jede Phase ist zusammengesetzt aus einem gemeinsamen Entwicklungsprozess, dem praktischen Testen in den Gruppen und der Reflexion. Jeweils zwei Gruppen beschreiben Problemstellung, Anforderungen und Ideen, um ein Verfahren zur Problemlösung zu entwickeln. Sofern sich die Gruppen auf ein Verfahren einigen konnten, testen sie dieses. In dieser Testphase »spielen« sie das beschriebene Szenario der Übertragung durch. Am Ende sollten die Schülerinnen und Schüler überlegen, welche neuen Probleme oder Ideen sich ergeben haben. Hier könnte die Lehrkraft zentrale Fragen vorgeben, etwa »Was hat gut geklappt? – Was hat eher nicht geklappt? – Woran könnte es gelegen haben? – Habt ihr weitere Ideen?« Mit den neuen Ideen kann in der nächsten Modellierung eine Verbesserung erreicht werden. Bei Bedarf sollte die Lehrkraft auch selbst Impulse oder Ideen in die Gruppenarbeit geben.

Wichtig: Eine Strukturierung der Bearbeitung, wie sie hier vorgestellt wird, ist nicht als einzig richtiger Weg anzusehen. Je nach Lerngruppe können andere Gruppengrößen oder auch andere Methoden der Modellierung gewählt werden. Auch die Zielsetzungen der Phasen können angepasst oder verworfen werden. Gerade der zu jeder Phase angegebene *informatische Hintergrund* kann mit den Schülerinnen und Schülern besprochen werden. So werden auch grundlegende Ideen von *UDP* und *TCP* diskutiert.

2.1 Benötigtes Material

- Bleistift, Radiergummi, evtl. Schere
- Briefumschläge
- Bilder
- Optional: Vorgeschnittene Bilder mit fehlerhaften Teilen

2.2 Erste Phase

2.2.1 Entwicklung

Die simpelste Idee könnte das Zerschneiden eines großen Bildes in kleine Teile sein. Die kleinen Teile werden dann *wahllos* nacheinander übertragen.

2.2.2 Test

Bei der Umsetzung kann die Lehrkraft zusätzliche Schwierigkeiten einbauen, z. B. eine Zeitvorgabe. Außerdem könnte die Lehrkraft kleine Kästen vorbereiten, in denen die Bilder mit zusätzlichen Fehlern, wie z.B. falschen Quadraten oder fehlenden Teilen, klein geschnitten sind. Wichtig könnte in diesem Zusammenhang die Vorgabe sein, dass Teile sofort nach dem Erhalt fest platziert werden müssen und danach nicht mehr verschoben werden dürfen.

2.2.3 Reflexion

Um auf die nächste Phase aufzubauen, sollten folgende Fragestellungen bzw. Impulse von den Schülerinnen und Schülern erkannt werden:

- Wir wissen nicht, welches Teil wohin gehört.
- Wir wissen nicht, wie die Teile ausgerichtet bzw. gedreht werden müssen.
- Sofern Fehler eingestreut wurden, können wir zwischen falschen und richtigen Teilen unterscheiden.
- Wir wissen nicht, wann das Bild vollständig ist, da die Größe nicht bekannt ist. Wenn unterschiedlich große Bilder verwendet werden, dann können wir die tatsächliche Größe nur vermuten.

2.2.4 Informatischer Hintergrund

Hier wird eine klare Reduzierung vorgenommen. Das Hauptproblem erscheint zunächst die Platzierung der Einzelteile zu sein. Ähnlich wie bei einem Puzzle ist nicht klar, welche Teile an welche Stelle gesetzt werden müssen. Die Schülerinnen und Schüler haben auch kein Kontrollbild, wie bei einem Puzzle, um zielsicher »raten« zu können. Um das Problem der Platzierung noch zu verstärken, können Vorgaben wie eine feste Platzierung aller Teile direkt beim Erhalt oder bewusste Fehlerquadrate gemacht werden. Allerdings könnte es sein, dass den Schülerinnen und Schülern diese Vorgaben während des Spiels nicht verständlich erscheinen. »Warum legt der Lehrer absichtlich Fehler hinein, ich erkenne doch bei der Übertragung, dass dieses Teil falsch ist?«. Außerdem existiert nur bedingt ein Realitätsbezug für solche aktiven Einschränkungen.

Letztlich müssen die Schülerinnen und Schüler wie »dumme« Maschinen spielen, für die jedes Teil gleich aussieht. Menschen glauben allerdings Strukturen etc. zu erkennen und so aus Einzelteilen durch Interpretation das richtige Ursprungsbild zu erstellen. Dass Maschinen ohne explizite Anweisungen eine solche Leistung nicht automatisiert vollbringen können, kann überraschend sein. Es ist eine wichtige Erkenntnis, dass Informatiksysteme durch technische Probleme immer gezwungen sind, Fehler zu erkennen.

Im Prinzip wird innerhalb der ersten Phase eine Art primitives *UDP* eingesetzt. Alle Pakete werden einfach ungeordnet gesendet und Fehler oder auch das nicht Ankommen von Daten (Zeitlimit) wird in Kauf genommen. Zwischen verbindungsloser und -orientierter Übertragung wird nicht unterschieden.

2.3 Zweite Phase

2.3.1 Modellierung

Jetzt sollen die Probleme der vorhergegangenen Phase behoben werden. In den folgenden Ausführungen wird eine Idee beispielhaft erläutert.

- Um die Teile genau zuordnen zu können, müssen sie eindeutig nummeriert werden. Hier braucht es ein Konzept, auf das sich beide Gruppen verständigen. Zum Beispiel das Durchnummerieren von der linken oberen Ecke Teil 1, dann weiter von links nach rechts bis unten rechts Teil N. Es wäre auch eine Schachbrett-Matrix ($A1$, $C4$) denkbar.

- Um die Teile richtig ausrichten zu können, muss eine Möglichkeit gefunden werden, die Orientierung, etwa durch einen Pfeil auf der Rückseite, zu markieren.
- Um nachvollziehen zu können, dass ein Teil falsch ist, wird ein verkleinertes Prüfbild übertragen. Dies könnte eine Miniatur-Abbildung des Originalbildes sein (vgl. dazu die Problematiken beschrieben in 2.3.4).
- Auf eine Karte wird z. B. die Größe des Bildes in der Form $n \times m$ notiert, um zu wissen welches Teil das letzte der Zeile ist. Oder ein zusätzliches Teil zeigt das Ende der Übertragung an. So kann die Integrität des Konzeptes einer Nummerierung zur richtigen Platzierung gewährleistet werden.
- Um die Platzierung der Einzelteile zu beschleunigen, werden die Teile direkt in der richtigen Reihenfolge übertragen.

2.3.2 Praxis

Hier muss nun darauf geachtet werden, wie sich die Gruppen untereinander auf ein Konzept einigen. Gerade was die Nummerierung angeht, kann eventuell erwogen werden, für die gesamte Klasse ein einheitliches Verfahren vorzugeben.

2.3.3 Reflexion

Zunächst sollte deutlich werden, dass durch das eindeutige Platzierungssystem das Bild *automatisch* richtig aufgebaut wird. Die Reflexion sollte vor allem die Unterschiede zur ersten Phase deutlich machen und mögliche Nachteile klar aufzeigen.

- Wesentlich höherer Aufwand als bei der ungeordneten Übertragung (langsamer). Eventuell schaffen die Schülerinnen und Schüler es aber auch schneller, da nicht mehr aufwendig überlegt werden muss, wo welches Teil platziert wird.
- Wir wissen nicht, ob unser Bild bei der anderen Gruppe korrekt zusammengesetzt wurde. Zwar kann der Empfänger erkennen, dass ein Teil falsch war, aber er kann es nicht korrigieren.

2.3.4 Informatischer Hintergrund

Durch die Nummerierung der Einzelteile wird eine vereinfachte Variante von *TCP* verdeutlicht. Einzelteile sind also genau ihrer Platzierung zuzuordnen und können auch vermischt übertragen werden. Die Schülerinnen und Schüler sollten sowohl die Vorteile als auch mögliche Nachteile, der Varianten aus der ersten und zweiten Phase, erkennen.

Warum haben beide Varianten ihre Berechtigung?

- Bei bestimmten Medien könnten kleinere Fehler nicht auffallen (Videos, usw.).
- Andere Medien brauchen eine hohe Korrektheit und schon kleinere Fehler fallen auf, so dass sämtliche Pakete in der richtigen Reihenfolge empfangen werden müssen (Texte, usw.).

Das größte Problem in dieser Phase ist der (verfälschte) Realitätsbezug. Im beschriebenen Lösungsvorschlag wird eigentlich das Konzept eines Puzzles benutzt, da es in der Lebenswelt der Schülerinnen und Schüler bekannt ist. Puzzles haben auf der Vorderseite eine Art »Prüfbild«, um eine Vorstellung vom Bild zu bekommen. Wem schon einmal zwei verschiedene Puzzles durcheinander gefallen sind, der konnte so mehr oder weniger gut unterscheiden, welches Teil zu welchem Puzzle gehört.

Die Problematik des Prüfbildes beim Puzzle ist, dass ab einer bestimmten Puzzlegröße die Zuordnung eines einzelnen Teiles zum Gesamtbild schwer fällt. Dieses Problem wird den Schülerinnen und Schülern womöglich auch bei der in der zweiten Phase durchgeführten Art der Übertragung auffallen. Daher wird ein Konzept des »Miniaturbildes« in automatisierten Übertragungsprozessen nicht zu Erkennung von Fehlern eingesetzt. Um ein Prüfbild verwenden zu können, braucht es außerdem wieder menschliche Interpretationskraft und nebenbei die Möglichkeit Daten so zu komprimieren, dass sie eine Art detailgetreue Verkleinerung der Ursprungsdaten sind, die Vergleiche mit den Originaldaten zulassen. Wenn eine solche Komprimierung möglich wäre, wäre die Übertragung der restlichen Teile überflüssig, da aus der Komprimierung die Originaldaten wiederhergestellt werden könnten (z. B. Audio- oder Bildkomprimierung). Innerhalb dieses Moduls soll aber auf die Paketierung besonders Bezug genommen werden. In der Realität werden Prüfsummen, die zwar eine Überprüfung auf Korrektheit erlauben, aber keine Rekonstruktion der Ursprungsdaten ermöglichen, verwendet.

2.4 Dritte Phase

2.4.1 Modellierung

In der dritten Phase kann zusätzlich noch stärker auf den Unterschied zwischen verbindungsloser und -orientierter Kommunikation eingegangen werden. Ziel soll es sein das Anfordern fehlender bzw. fehlerhafter Teile zu ermöglichen. Zentral für verbindungsorientierte Kommunikation sollen die folgenden drei Anforderungen sein:

- Sender und Empfänger müssen eine Verbindung aufnehmen – sich also auf Start und Ende der Übertragungen einigen.
- Die einzelnen Teile müssen vom Sender zum Empfänger transportiert werden.
- Der Empfänger muss die Möglichkeit haben, dem Sender eine Rückmeldung geben zu können. Daher sollte es möglich sein, Teile anzufordern, fehlerhafte Teile anzuzeigen etc. So kann die Übertragung des gesamten Bildes sichergestellt werden.

Sicherlich kann je nach Lerngruppe und -situation eine Modellierung, wie in den vorherigen Phasen von den Schülerinnen und Schülern selbst durchgeführt werden. Hier soll nun eine mögliche Lösung vorgestellt werden, da hierfür einige Änderungen am ursprünglichen Spielprinzip nötig sind.

2.4.2 Praxis

Auf dem Umschlag wird ein Schachbrettmuster gezeichnet (das der Zerschneidung des Bildes entspricht). Es können durchlaufende Zahlen als Einträge oder entsprechende Zeilen- und Spaltennummerierungen gewählt werden. Alternativ kann auch

eine Art Notizblock oder ein anderes Medium benutzt werden. Auf verbale Kommunikation sollte jedoch verzichtet werden. Wichtig ist, dass es eine Möglichkeit gibt, ein konkretes Teil an einer bestimmten Position zu identifizieren.

Damit die Übertragung kein zu großes Durcheinander wird, könnte erwogen werden, erst nur eine Gruppe übertragen zu lassen und nachdem das gesamte Bild übertragen wurde, die Rollen zu wechseln. Es könnte aber auch weiterhin im parallelen Wechsel gearbeitet werden. Dann sollte jeder der folgenden Schritte von jeder Gruppe abwechselnd ausgeführt werden. In Abb. 3 sind die entsprechenden Schritte zusätzlich graphisch dargestellt.

Zu Beginn wird die Verbindung aufgenommen. Der Empfänger kennzeichnet dazu mit einem Bleistift, durch Einkreisen des Feldes, das Teil, welches er als nächstes erhalten möchte, auf dem Briefumschlag und bringt diesen leer zum Sender.

Der Sender steckt das geforderte Teil in den Umschlag und trägt den Umschlag zurück zum Empfänger. Das empfangene Teil wird herausgenommen und geprüft.

- Falls das Teil korrekt ist, wird ein Kreuz durch den Kreis gezeichnet. Das nächste Teil kann nun durch einen Kreis angefordert werden.
- Falls das Teil fehlerhaft war, bleibt der Kreis bestehen.

Nun trägt der Empfänger erneut den Umschlag zum Sender. Dieser Vorgang wird wiederholt bis alle Teile mit einem Haken quittiert angenommen wurden.

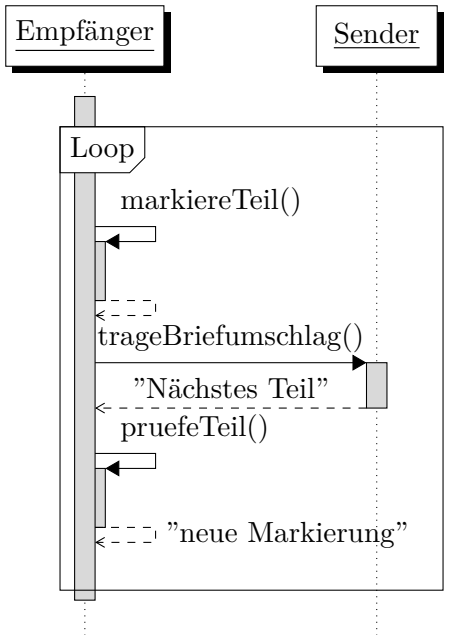
2.4.3 Reflexion

Den Schülerinnen und Schülern sollte klar werden, dass keine Verbesserung der Übertragungsqualität erreicht wurde. Es geht nicht mehr darum, die Teile in der richtigen Reihenfolge zu übermitteln oder zu wissen, welche Teile falsch sind. Fehler entstehen noch immer und können nicht verhindert werden. Es wurde aber eine Quittierung und eine Art Metakommunikation zwischen Sender und Empfänger geschaffen. Jetzt ist es nicht mehr wichtig, dass die eigentliche Übertragung ohne Fehler abläuft.

2.4.4 Informatischer Hintergrund

Mit dieser letzten Phase wird ein weiterer Unterschied zwischen TCP und UDP aufgezeigt. Den Schülerinnen und Schülern sollte klar werden, dass es bei der Übertragung von Daten nicht nur um den Transport der digitalen Daten selbst geht, sondern auch darum, wie der Transport organisiert wird.

In der Alltagswelt existiert keine direkte verbindungsorientierte (Brief)Kommunikation. Tatsächlich wird die Verbindung zwischen Person A und Person B impliziert korrekt aufgebaut, da Menschen die erhaltenen Daten interpretieren und dadurch in einen Kontext einordnen und hinterfragen können. Menschen validieren ihre Kommunikation über Verständnis, Analyse und Erfahrung. Eine Maschine kann allerdings nicht zwischen »sinnigen oder unsinnigen« Daten unterscheiden, sondern muss über zusätzliche technische Hilfen, Erweiterungen etc. die Kommunikation überprüfen können. Durch die letzte Phase wird deutlich, dass eine informatische Verbindung eine zweite zusätzliche Kommunikation darstellt, die die Übertragung der eigentlichen Daten gewährleisten soll. Durch böswillige Angriffsezenarien könnte jede der vorgestellten Lösungen kompromittiert werden – innerhalb dieses Moduls wird dies nicht berücksichtigt.



(a) Sequenzdiagramm zum Ablauf der verbindungsorientierten Übertragung

pruefeTeil()	
Teil passend? Ja	Nein
Teil platzieren	Teil verwerfen
Kreis wegradieren und abhaken	∅
Nächstes Teil markieren	

(b) Struktogramm zum Überprüfen eines empfangenen Teiles

Abbildung 3: Übersicht über die verbindungsorientierte Übertragung

Als Abschluss, kann mit den Schülerinnen und Schülern über Vor- und Nachteile verbindungsorienterter Kommunikation diskutiert werden. Warum könnte auch eine verbindungslose Kommunikation nützlich sein?

- Bei verbindungsloser Kommunikation werden wesentlich weniger Daten gesendet. Die Übertragung kann demnach schneller ablaufen. Video- oder Audioübertragung kann einzelne Fehler, die ein Mensch nicht bemerkt, in Kauf nehmen. Wenn die Verbindung jedoch dauerhaft stockt oder ausfällt, weil fehlerhafte Pakete neu angefordert werden, könnte eine Zeitverschiebung entstehen, die bei einer Liveübertragung ungünstig

wäre.

- Beim Online-Banking muss sicher gestellt werden, dass sämtliche eingegebenen Zahlen, wie Kontonummer, Bankleitzahl oder Geldbeträge, richtig übertragen werden. Schon kleine Zahlendreher sind nicht zu verschmerzen. Allerdings ist es weniger wichtig, ob zwischen dem Senden und dem Empfang der Überweisung einige Sekunden vergehen.

3 Reflexion im informatischen Bezug

Durch das beschriebene Planspiel soll den Schülerinnen und Schülern vermittelt werden, dass Daten nicht als Ganzes über ein Netzwerk übertragen werden (können). Dabei werden grundlegend die Konzepte von UDP und TCP erarbeitet. Wichtig ist, dass die Schülerinnen und Schüler frei entwickeln können. Sie setzen selber Ideen um und betrachten mögliche Probleme ihrer Umsetzung.

Abschließend kann den Schülerinnen und Schülern aufgezeigt werden, wo und wie die entwickelten Konzepte in ihrer Alltagswelt umgesetzt werden. Es sollte aber in keinem Fall erwartet werden, wissenschaftliche Definitionen von UDP oder TCP zu erarbeiten. Die Schülerinnen und Schüler sollen das Gefühl bekommen, selber etwas entwickelt zu haben und sich über die Möglichkeiten und Grenzen ihres Konzeptes bewusst sein.

Die beschriebenen Phasen lassen in kurzen Worten zusammengefasst die Übertragung mit zwei Eigenschaften charakterisieren: Verbindungslos oder verbindungsorientiert, ungeordnet oder geordnet. Diese könnten in einem Tafelbild etwas ausführlicher zusammengefasst werden.

4 Weiterführende Literatur

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

Dongen, Marc van. *Example: Parameterised pig*. 2010. URL: `http://texample.net/tikz/examples/parameterised-pig/` [besucht am 30. 07. 2014].

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

Garcia, Ismael Gutierrez. *Example: Rotated polygons*. 2012. URL: `http://texample.net/tikz/examples/rotated-polygons/` [besucht am 30. 07. 2014].

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://fa-ibs.gi.de/fileadmin/gliederungen/fb-iad/fa-ibs/Empfehlungen/bildungsstandards%5C_2008.pdf`.

Tanenbaum, Andrew S. *Computer Networks*. 4. Aufl. Pearson Education International, 2003. isbn: 0-13-038488-7.

5 Anhang

5.1 Druckvorlagen

Den folgenden Seiten können Druckvorlagen für die in Abb. 2 beispielhaft abgebildeten Bilder entnommen werden. Die Quellenangaben können S. 5 entnommen werden.

