

„Wie funktioniert das Internet?“ – Lehrermaterial zu

Übertragung von Daten über einen Kommunikationskanal

Vorbemerkungen

In der im Folgenden beschriebenen Unterrichtseinheit entwickeln und implementieren Lernende selbstständig ein Protokoll zur Übertragung von Daten über einen Kommunikationskanal. Dabei ermöglicht die offene Aufgabenstellung mehrere unterschiedliche Lösungsansätze und verdeutlicht so insbesondere die Notwendigkeit von Absprachen für den Datenaustausch in Netzwerken. Grundsätzlich werden diese Absprachen durch Protokolle festgehalten und umgesetzt. Modelle wie etwa das ISO/OSI-Schichtenmodell, aktuelle technische Standards sowie konkrete in der Praxis verwendete Protokolle werden in dieser Unterrichtseinheit jedoch bewusst nicht thematisiert. Diese haben eher eine theoretische Relevanz und können sich mit der Zeit ändern. Als zentral wird dagegen die Förderung der Problemlösefähigkeiten, das Anwenden erworbener Kompetenzen auf neue Situationen sowie das Erkennen übergeordneter Konzepte erachtet. Die Unterrichtseinheit bietet sich daher im Zusammenhang mit anderen Aspekten zum Thema „Wie funktioniert das Internet?“ an, kann stattdessen aber auch einen Auftakt zu Fragestellungen im Bereich Codierung bilden.

Lernziele

Gemäß des niedersächsischen Kerncurriculums für den Sekundarbereich I für das Fach Informatik werden folgende Lernziele verfolgt: Die Schülerinnen und Schüler...

- erläutern die Notwendigkeit, Daten in geeigneter Form zu codieren, um sie mit dem Computer verarbeiten zu können
- entwerfen eine Codierung zur Übertragung von Daten über einen Kommunikationskanal
- entwerfen ein Protokoll zur Übertragung von Daten über einen Kommunikationskanal

Dauer

ca. 3 Doppelstunden

Vorkenntnisse

Die Lernenden sollten bereits Erfahrung im Algorithmischen Problemlösen haben. Weitere Inhalte oder Kompetenzen werde nicht vorausgesetzt.

Simulation der Übertragung von Daten über einen Kommunikationskanal mithilfe der „Pappfaserröhre“

Prof. Dr. Kerstin Strecker hat in Fortbildungen und in [1] ein Unterrichtsbeispiel zur Übertragung von Daten über einen Kommunikationskanal mithilfe einer sogenannten „Pappfaserröhre“ vorgestellt. Diese Unterrichtsidee wurde bereits mehrfach in unterschiedlichen Lerngruppen erfolgreich umgesetzt. Die Lernenden erhalten darin den Auftrag, die Übertragung von Daten mithilfe von Licht, einer Pappröhre sowie eines Lichtsensors zu realisieren. Eine mögliche Aufgabenstellung findet sich im Schüler:innenmaterial *AB_Pappfaserroehre*. Darin wird von der Verwendung zweier Calliopes ausgegangen. Alternative Umsetzungen sind ebenso denkbar und werden unten beschrieben. Die Aufgabenstellung ist bewusst offen formuliert. Neben den allgemeinen Vorteilen von offeneren Aufgabenstellungen im Bereich Algorithmik soll so die Entwicklung eines eigenen Protokolls ermöglicht sowie die Notwendigkeit verschiedener Absprachen verdeutlicht werden. Wichtig beim Einsatz im Unterricht ist es, den Lernenden die Umsetzung auch wirklich zuzutrauen, sie bei Bedarf zu ermutigen, ohne zu viel vorzugeben und ihnen ausreichend Zeit für die Umsetzung zur Verfügung zu stellen. Die arbeitsteilige Vorgehensweise ermöglicht dabei eine Differenzierung. Möglicherweise fällt die Implementierung des Senders etwas leichter als die des Empfängers, was bei der Einteilung der Teams berücksichtigt werden kann. Bei Bedarf können sich im Anschluss schnellere Schüler:innengruppen bereits mit einer Metaebene oder möglichen Erweiterungen der eigenen Protokolle beschäftigen – mögliche Aufgaben hierzu findet man im Material *AB_Sicherung_Pappfaserröhre*. Spätestens bei den Präsentationen von Schüler:innenlösungen und der Diskussion über nötige Absprachen sollte deutlich werden, dass neben der Vereinbarung einer gemeinsamen Codierung unter anderem auch ein Signal für den Beginn einer Nachricht vereinbart werden und dieses gemeinsam mit der Nachricht übertragen werden muss. (Lernende nutzen in ihren Lösungen manchmal andere Mittel wie etwa das zeitgleiche Starten des Programms oder das Verschicken eines Startsignals über einen anderen Kanal (z.B. über Funk), was der Simulation der Übertragung von Daten über einen Kommunikationskanal widerspricht.)

Vorteile der algorithmischen Umsetzung

Die Notwendigkeit der Codierung von Daten lässt sich sicherlich auch auf andere Weise verdeutlichen. Die tatsächliche algorithmische Umsetzung im Unterricht bietet jedoch viele Vorteile. Zum einen werden so allgemeine Problemlösefähigkeiten der Lernenden gestärkt: es handelt sich bei der Fragestellung sowohl um eine offene als auch eine kontextbezogene Aufgabe mit all den damit verbundenen Vorteilen. Die Erfahrung zeigt, dass Lernende zunächst eher zurückhaltend an die Fragestellung herangehen und erst im Laufe der Arbeitsphase selbstbewusster bei der Implementierung werden. Zum anderen werden sie im Laufe der Entwicklung einer Lösung vielfältigen Problemen begegnen, die bei einer rein theoretischen Betrachtung unerkannt blieben. Als Beispiele seien hier etwa die Notwendigkeit der Vereinbarung einer Kennzeichnung des Beginns und des Endes einer Nachricht, Vereinbarungen über Zeitdauer von Signalen und vieles mehr genannt. Lässt man den Lernenden genügend Freiraum, wird es innerhalb einer Lerngruppe zu vielen ganz unterschiedlichen Lösungen kommen. Dies bietet Raum für Diskussionen, verdeutlicht den Lernenden aber zugleich eindrucksvoll, dass die in der Realität verwendeten Protokolle austauschbar sind und einfach nur aus Festlegungen resultieren.

Benötigte Hardware

Die Unterrichtsidee zur Pappfaserröhre kann mit verschiedener Hardware realisiert werden.

Mögliche Sender

Calliope mit LED unter Verwendung von <https://makecode.calliope.cc/#editor>

Bei dieser Variante müssen die Daten über die Pins des Calliopes eingegeben werden. Da als didaktische Reduktion sowieso die Übertragung von Daten bestehend aus wenigen Zeichen (z.B. E, N, T, Leerzeichen) empfehlenswert ist, reicht die Eingabe der einzelnen Zeichen über die vier Pins aus.

Micro:bit mit zusätzlicher LED:

Analog zum Calliope kann hier der Makecode-Editor <https://makecode.microbit.org/> verwendet werden.

Micro:bit mit Scratch 3 unter Verwendung der LED-Matrix

Für den micro:bit gibt es in Scratch 3 eine Erweiterung. Mit dieser können zwar nicht alle Komponenten des micro:bits gesteuert werden, für das Senden einer Nachricht reicht aber der Block



zur Steuerung der LED-Matrix aus. Der Vorteil der Verwendung von Scratch ist, dass die Eingabe über die Tastatur erfolgen kann und sich nicht auf wenige Zeichen beschränken muss.

Weitere Varianten mit Scratch 3

Scratch 3 bietet beispielsweise auch eine Erweiterung für das System Lego Boost, mit dem ebenfalls eine LED gesteuert werden kann. Alternativ ist auch eine Implementierung ohne weitere Hardware, sondern stattdessen mit Ausgabe auf dem Bildschirm denkbar: Je nach Lichtsignal kann die Bühne beispielsweise schwarz oder gelb gefärbt werden, die Senderseite des „Kabels“ muss dann auf den Monitor (bzw. das Tablet) gehalten werden.

Arduino mit LED und grafischer Programmieroberfläche

Steht ein Arduino zur Verfügung, so gibt es hierfür ebenfalls grafische Programmierumgebungen. Eine mögliche Variante stellt „Scratch for Arduino“ dar, zu finden unter <http://s4a.cat/> Die Programmoberfläche entspricht hier der älteren Scratch-Versionen. Alternativ kann der Editor mBlock <https://mblock.makeblock.com/en-us/> verwendet werden. Auch hier ist der Vorteil beider Varianten, dass die Eingabe direkt über die Tastatur erfolgen kann und damit eher der Vorstellungswelt der Lernenden entspricht.

Mögliche Empfänger

Calliope mit einem Lichtsensor

Am praktischsten für die Umsetzung ist die Verwendung eines Lichtsensors, der leicht an der Pappfaserröhre angebracht werden kann. Alternativ kann auch die LED-Matrix als Lichtsensor verwendet werden. Als Editor bietet sich beispielsweise <https://makecode.calliope.cc/#editor> an. Die empfangenen Daten können in Laufschrift auf dem Calliope angezeigt werden.

Micro:bit mit Lichtsensor:

Analog zum Calliope kann hier der Makecode-Editor <https://makecode.microbit.org/> verwendet werden.

Varianten mit Scratch 3

Scratch 3 bietet beispielsweise eine Erweiterung für das System Lego Boost, mit dem Farben erkannt werden können. Auch ein EV3 kann in Scratch 3 gesteuert werden - sicherlich ein viel zu umfangreiches Werkzeug, steht aber ein Lego EV3 sowieso für den Unterricht zur Verfügung, so kann der zugehörige Lichtsensor zum Empfang genutzt werden.

Arduino mit Lichtsensor und grafischer Programmieroberfläche

Steht ein Arduino zur Verfügung, so gibt es hierfür ebenfalls grafische Programmierumgebungen. Eine mögliche Variante stellt „Scratch for Arduino“ dar, zu finden unter <http://s4a.cat/> Die Programmoberfläche entspricht hier der älteren Scratch-Versionen. Alternativ kann der Editor mBlock <https://mblock.makeblock.com/en-us/> verwendet werden. Auch hier ist der Vorteil beider Varianten, dass die Ausgabe direkt auf dem Monitor erfolgen kann und damit eher der Vorstellungswelt der Lernenden entspricht.

Alternativen, falls keine entsprechende Hardware vorhanden ist

Sind keine entsprechenden elektronischen Bauteile zum Senden und Empfangen vorhanden oder soll das Modell der Pappfaserröhre im Distanzunterricht implementiert werden, so ist auch eine Simulation in Snap! denkbar. Hier wird ebenfalls von einem Team der Sender, und von einem anderen Team der Empfänger implementiert. Der Sender arbeitet beispielsweise mit zwei verschieden farbigen Kostümen, die die verschiedenen Zustände der LED symbolisieren (zum Beispiel ein schwarzer und ein gelber Kreis). Der Empfänger verwendet statt eines Lichtsensors den Block  zum Erfassen des aktuellen Farbtons an einer bestimmten Stelle. Alle weiteren Aspekte sind direkt vom Beispiel unter Verwendung von Calliopes übertragbar. Die einzelnen Objekte des Senders und Empfängers können nach Fertigstellung jeweils exportiert und in einem gemeinsamen Programm importiert werden. Bei der Verwendung von Variablen ist darauf zu achten, dass diese nur für das aktuelle Objekt gültig und sichtbar sind, damit die Variablen beim Exportieren mit exportiert werden.

Alternative

Eine alternative Herangehensweise zur Verdeutlichung der Notwendigkeit von Protokollen und zur Implementierung eines Protokolls zur Übertragung von Daten über einen Kommunikationskanal wird unter https://www.inf-schule.de/kommunikation/netze/module/bituebertragung_calliope (Link vom 13.01.2021) beschrieben. Dort werden ebenfalls Daten zwischen zwei Calliope übertragen, jedoch nicht über Lichtsignale, sondern über eine Verbindung der jeweiligen Pins über Kabel. Anders als das beschriebene Beispiel einer Übertragung von Daten über die Pappfaserröhre beschreibt dieses Beispiel eine bidirektionale Verbindung, da beide Calliope sowohl als Sender als auch als Empfänger fungieren können.

Quellen

[1] Modrow, E., Strecker, K.: *Didaktik der Informatik*. De Gruyter Studium, Berlin, 2016, S. 76 ff.

Dieses Werk ist lizenziert unter einer [Creative Commons Namensnennung - Nicht kommerziell - Keine Bearbeitungen 4.0 International Lizenz](#). Sie erlaubt Download und Weiterverteilung des vollständigen Werkes unter Nennung meines Namens, jedoch keinerlei Bearbeitung oder kommerzielle Nutzung.

Haftung Quellcode:

Für die korrekte Ausführbarkeit der Quelltexte in diesem Arbeitsblatt wird keine Garantie übernommen. Auch für Folgeschäden, die sich aus der Anwendung der Quelltexte oder durch eventuelle fehlerhafte Angaben ergeben, wird keine Haftung oder juristische Verantwortung übernommen.