

Material:

Einführung von quadratischen Funktionen mit dem Thymio

Über gestufte Funktionen zur Parabel. Eine Einführungsstunde zur Implementierung digitaler Kompetenzförderung in Klasse 9/10

Autor*innen:

Laura Lockhorn, Lukas Lohschelder, Tabea Mann



Verwertungshinweis:

Die Medien bzw. im Materialpaket enthaltenen Dokumente sind gemäß der Creative-Commons-Lizenz „CC-BY-4.0“ lizenziert und für die Weiterverwendung freigegeben. Bitte verweisen Sie bei der Weiterverwendung unter Nennung der o. a. Autoren auf das Projekt „Lernroboter im Unterricht“ an der WWU Münster | www.wwu.de/Lernroboter/ . Herzlichen Dank! Sofern bei der Produktion des vorliegenden Materials CC-lizenzierte Medien herangezogen wurden, sind diese entsprechend gekennzeichnet bzw. untenstehend im Mediennachweis als solche ausgewiesen.



Sie finden das Material zum Download hinterlegt unter www.wwu.de/Lernroboter/ .



Kontakt zum Projekt:

Forschungsprojekt
«Lernroboter im Unterricht»

WWU Münster, Institut für
Erziehungswissenschaft

Prof. Dr. Horst Zeinz
» horst.zeinz@wwu.de

Raphael Fehrmann
» raphael.fehrmann@wwu.de

www.wwu.de/Lernroboter/

Das Projekt wird als
„Leuchtturmprojekt 2020“
gefördert durch die



UNIVERSITÄTS
GESELLSCHAFT
MÜNSTER

Metadaten zum Unterrichtsentwurf:

Titel: Einführung von quadratischen Funktionen mit dem Thymio

Untertitel: Über gestufte Funktionen zur Parabel. Eine Einführungsstunde zur Implementierung digitaler Kompetenzförderung in Klasse 9/10.

Lernroboter: Thymio

Niveaustufe, auf der der Lernroboter eingesetzt wird: Niveau 3 – ausgeprägte Erfahrungen in der Bedienung des Roboters sowie elementare Kenntnisse im Coding notwendig, Bedienung und Verwendung von (blockbasierten) Programmieroberflächen

Schulform: Gesamtschule, Gymnasium

Zielgruppe: Klasse 9/10

Fach: Mathematik

Thema: Quadratische Funktionen

Umfang: 90 Minuten

Kurzbeschreibung der geplanten Unterrichtsstunde (Eckdaten): In der Stunde erarbeitet die Lerngruppe ein Stufendiagramm auf Basis einer Alltagssituation. Dabei wird die digitale Kompetenz durch Mathematisieren und Algorithmisieren gefördert. Der Lerngegenstand der Stunde ist der Thymio. Die Stunde richtet sich an die Jahrgangsstufen 9/10 an Gesamtschulen und Gymnasien. Grundlage bildet der KLP Mathematik für die Sek. I (Gesamtschule) des Landes NRW.

Ablaufbeschreibung der geplanten Unterrichtsstunde: Nach dem Gebrauch von Konfliktmaterial zur Wiederholung der Nutzung linearer Funktionen werden die Schüler*innen durch ein problemorientiertes Setting dazu angeleitet, ein stundenumfassendes Problem zu lösen. Nach einer gemeinsamen Sammel- und Aufklärungsphase mittels PowerPoint-Präsentation und der Online-Plattform *menti.com* über den Thymio beginnen die Schüler*innen in Kleingruppen die Daten mit dem Thymio zu visualisieren. Durch kollaborative Arbeitsschritte gelangen die Kleingruppen zu einem gemeinsamen Ergebnis. Der Thymio als solcher wird über seine digitale Oberfläche explizit programmiert. Eine freie Bewegung auf Basis der Robotersensorik ist hier nicht vorgesehen. Ziel der Stunde ist es, dass über ein Stufendiagramm hinweg die quadratische Funktion im weiteren Sinne erschlossen wird und Kennzeichen dieser eruiert werden können. Am Ende der Stunde sollen die Schüler*innen nicht nur die quadratische

Funktion im weiteren Sinne erschlossen haben, sondern darüber hinaus auch vertiefte Einblicke in die Grenzen von Modellen und Idealisierungen gewonnen haben. Auf Basis dessen wird Vorarbeit für alle naturwissenschaftlichen Fächer geleistet, in welchen die Arbeit an und mit Modellen maßgeblicher Lerngegenstand ist.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung und Themenbegründung.....	1
2. Sachanalyse	4
3. Didaktische Analyse.....	11
Grobziel:.....	15
Feinziele:.....	15
Sachkompetenz	15
Personale und soziale Kompetenz.....	15
Methodische Kompetenz	16
4. Methodische Analyse	18
5. Zusammenfassung.....	23
Literaturverzeichnis	24
Mediennachweis	27
Anhang.....	28
A. Verlaufsplanung - Visuelle Modellierung des Unterrichtsverlaufs	29
B. Materialien für die Lehrkraft (vgl. digitale Ablage)	32
C. Materialien für die Schüler*innen (vgl. digitale Ablage).....	32

Im Rahmen geschlechtergerechter Schriftsprache verwendet dieser Artikel gemäß Empfehlungen der Gleichstellungskommission der WWU für eine entsprechende Schriftsprache ausschließlich genderneutrale Begrifflichkeiten oder mittels * illustrierte Gender-Gap-Paarformulierungen.

1. Einleitung und Themenbegründung

In Zeiten von *Whatsapp*, *TikTok*, *Instagram* und Co. verwandelt sich das alltägliche Leben mehr und mehr in ein Leben vor dem Bildschirm, in welchem die Performanz hinter dem Bildschirm weitaus mehr Gewichtung erhält als *in persona*. Personen älterer Generationen, die während ihrer Jugend noch nicht auf eben diese Vielfalt digitaler Medien zurückgreifen konnten, erleben aus diesem Grund ein wahres Überangebot an Tools und Möglichkeiten, am Leben teilhaben zu können. Bedingt durch das rasante Wachstum der elektronischen Unterhaltungsformate und der Möglichkeit, diese auch aktiv zu Bildungszwecken nutzen zu können, rückt auch mehr und mehr die Frage in den Vordergrund, welche Fertigkeiten eine Person im 21. Jahrhundert erwerben muss, um mit diesem Aufgebot an Digitalität zu Recht zukommen. Basierend auf diesem Fortschritt wird mehr und mehr von der Kultur der Digitalität gesprochen, welche sich aufgliedert in Referentialität, Gemeinschaftlichkeit und Algorithmizität. Referentialität bedeutet die Schaffung neuer Sinn- und Handlungszusammenhänge, unter Gemeinschaftlichkeit wird der gemeinsame Austausch untereinander sowie das kollaborative Arbeiten in Gemeinschaften verstanden und Algorithmizität heißt anders ausgedrückt die Abhängigkeit des Menschen von intelligenten und dynamischen Maschinen sowie dessen aktive Nutzung (vgl. Stalder, 2016). Es stellt sich also die Frage, wie der Mensch im weiteren Verlauf an seine Informationen gelangt, und an dieser Stelle sind neue Kompetenzen erforderlich, die es in dieser Form zuvor nicht gegeben hat. Dies ist unter anderem daran zu erkennen, dass das Leitmedium Buch mehr und mehr vom Medium Computer abgelöst werden (vgl. Döbeli Honegger, 2017) und, dass die Handhabung dieses Mediums nicht der breiten Gesamtheit geläufig ist. Zur allgemeinen Partizipation eines jeden Individuums ist es also von Nöten, dass eine digitale Kompetenz gefördert wird (vgl. KMK, 2019).

Um die erwähnte zukünftig relevante und digitale Kompetenz nachhaltig zu fördern, bietet es sich an, diese gezielt an bereits bestehenden Theorien der (Medien-)Pädagogik zu orientieren. Dabei stoßen wir bei Sichtung diverser Quellen auf die sogenannten 4K-Kompetenzen. Diese stehen stellvertretend für Kreativität, Kritisches Denken, Kommunikation und Kollaboration. Dabei wird unter Kreativität vor allem die

Verfügbarkeit eines breiten Repertoires an Fähigkeiten verstanden und die zudem notwendig ist, um Probleme und Herausforderungen des 21. Jahrhunderts zu bewältigen. Im Bereich des kritischen Denkens werden vor allem die eigene Urteilsbildung und die dazugehörige Interpretation in den Fokus gerückt. Es kommt insbesondere hier darauf an, dass Bewertungen durchgeführt und Schlussfolgerungen erwogen werden können. Möglich ist dies beispielsweise durch die Prüfung von Hypothesen und das Erkennen von Mustern und Strukturen. Weil auch in einer digitalisierten Welt miteinander kommuniziert wird, bildet die dritte Kompetenz den Bereich der Kommunikation. Hier geht es darum, dass Informationen als solche ausgetauscht und übertragen werden. Hierbei kommt es auch auf die Nutzung verschiedener Kommunikationsmöglichkeiten an. Verbale wie nonverbale oder gar paraverbale Kommunikationsfähigkeit gilt als essenziell insbesondere im Blick auf die letzte der 4 K-Kompetenzen. Die Kollaboration ist darauf angewiesen, dass die Mitglieder eines Teams in der Lage sind, miteinander zu kommunizieren. Im Rahmen dessen kommt es bei der Kollaboration ebenfalls darauf an, dass durch diese die Arbeit an einem gemeinsamen Endprodukt entsteht und vollendet wird (vgl. Fadel et al., 2015).

Durch die Einführung des Medienkompetenzrahmens des Landes NRW im Jahre 2018 wurde dafür gesorgt, dass der kompetenzorientierte Umgang mit digitalen Medien nicht nur eine Rahmung erhält, sondern darüber hinaus auch ministerial im Bildungsauftrag der Schule verankert wurde. So beschreibt der Kompetenzrahmen die sechs Kompetenzbereiche (1) *Bedienen und Anwenden*, (2) *Informieren und Recherchieren*, (3) *Kommunizieren und Präsentieren*, (4) *Produzieren und Präsentieren*, (5) *Analysieren und Reflektieren* und (6) *Problemlösen und Modellieren*. Dabei wird jeder Bereich noch einmal in 4 Unterkompetenzen aufgegliedert, wodurch der Medienkompetenzrahmen als solcher 24 Kompetenzen festsetzt, die eine gesellschaftlich fähige Person erworben haben sollte (vgl. Medienberatung NRW, 2018).

Im Rahmen der vorgestellten Unterrichtsstunde für das Fach Mathematik orientiert sich das Material an der Einführung quadratischer Funktionen über die graphische Darstellung einer Stufenfunktion. Dabei sollen mittels des Lernroboters Thymio erste Versuche unternommen werden, Stufenfunktionen graphisch darzustellen, aus welchen im Anschluss quadratische Funktionen abgeleitet werden können. Die Schüler*innen

beginnen dabei über einen problemorientierten Ansatz, Daten in ein graphisches Bild zu übertragen. Zum Übertragen wird der Thymio genutzt und muss dafür passend programmiert werden. Ziel der Stunde ist die Erweiterung der digitalen Kompetenz durch den effizienten Einsatz des Thymios durch Mathematisieren und Algorithmisieren einer Realsituation im groben Raster. Die Ausformulierung der Feinziele konzentriert sich auf methodische, sachliche, soziale und personale Kompetenzen und wird im Rahmen der didaktischen Analyse näher erläutert. Die Unterrichtsstunde ist konzipiert für Schüler*innen der Jahrgangsstufe 9/10 an einer Gesamtschule oder einem Gymnasiums. Orientierung bietet der Kernlehrplan der Sekundarstufe I für das Fach Mathematik für Gesamtschulen des Landes Nordrhein-Westfalen.

Im Rahmen des Dreischrittes dieser Unterrichtsgestaltung wird eingegangen auf die Sachanalyse, die didaktische und die methodische Analyse. Innerhalb der Sachanalyse werden zentrale Aspekte der Robotik sowie der Einsatz des ausgewählten Lernroboters Thymio dargelegt. Die Sachanalyse schließt mit einer Einbettung in den fachlich-inhaltlichen Unterrichtskontext ab. Anschließend daran wird in der didaktischen Analyse auf die Einordnung in den Kernlehrplan und die Zielgruppe der Lernenden eingegangen. Dabei wird die Stunde im Gesamtcurriculum verortet und entsprechende Vorkenntnisse auf Seiten der Schüler*innen erörtert. Berücksichtigt werden zu jedem Zeitpunkt digitale wie fachliche Inhaltspunkte. Die Relevanz des Thymios wird dabei genauer beleuchtet und auf Basis des *computational thinking* sowie der Kompetenz, Probleme zu lösen und zu modellieren, dargelegt. Die didaktische Analyse endet mit der Nennung von Grob- und Feinzielen sowie einer Verknüpfung mit dem Kompetenzraster des Medienkompetenzrahmens des Landes Nordrhein-Westfalen. Im Zuge der methodischen Analyse wird das Unterrichtsvorhaben mit Blick auf seine Planung näher dargelegt. Dabei werden Verknüpfungen zur allgemeinen Kompetenz hergestellt, Diagramme zu erstellen und diese zu lesen. Bezugnehmend dazu werden Anknüpfungspunkte zum naturwissenschaftlichen Unterricht und der Übergang zu den 21st-century-skills geschaffen.

2. Sachanalyse

Roboter sind bewegliche Maschinen, die diverse Dinge erledigen können, die sonst nur Menschen hätten machen können. „Sie [können] spielen, arbeiten, reparieren, bauen und machen noch vieles mehr“ (Buller et al., 2019, S.13). Manchmal ist es sehr wichtig, dass Roboter Aufgaben anstelle von Menschen ausführen, weil sie für Menschen entweder zu gefährlich, zu eintönig oder zu schmutzig wären, sodass einerseits die Sicherheit des Menschen gewährleistet werden kann, andererseits die Zeit aber auch effektiv genutzt werden kann (vgl. Buller et al., 2019).

2.1. Roboter im Allgemeinen

Zuerst einmal wird geklärt, was ein Roboter überhaupt ist. Ein Roboter ist „eine bewegliche Maschine, die von einem Computer so gesteuert wird, sodass sie Aufgaben ausführt. Die meisten Roboter nehmen ihre Umgebung wahr und können autonom auf sie reagieren“ (Buller et al., 2019, S.155). Autonom heißt in diesem Fall eigenständig und eigenverantwortlich, sodass ein Roboter ohne direkte externe Einwirkung Befehle ausführen kann. Im Allgemeinen besitzt der Roboter eine große Flexibilität dadurch, dass er mehrere Bewegungsachsen hat, wodurch ihm freie Bewegungsfolgen ohne Einschränkung auf bestimmte Winkel programmiert werden können. Außerdem kann er mit verschiedenen Werkzeugen, Greifern oder anderen Fertigungsmitteln ausgerüstet werden, sodass er die verschiedensten Aufgaben erledigen kann (vgl. Wüst, 2004).

Grundsätzlich wird zwischen stationären und mobilen Robotern unterschieden. Dabei sind stationäre Roboter an einen Standort gebunden und besitzen einen klar abgegrenzten Arbeits- und Kollisionsraum. Sie haben in der Regel einen festen Bewegungsablauf und sind ohne Sensoren ausgestattet. Industrieroboter sind stationäre Roboter. Dahingegen können sich mobile Roboter frei bewegen und so auch ihren Arbeitsbereich verlassen, sie werden mit Akkus betrieben und brauchen Sensoren, damit sie autonom arbeiten können (vgl. Wüst, 2004).

Der Grundaufbau der meisten Roboter ist gleich. Sie setzen sich aus einer Hülle für die Komponenten, einem Bewegungssystem, verschiedenen Sensoren, die benötigte Informationen aus der Umgebung sammeln, um entsprechend darauf reagieren zu können. Darüber hinaus ist die Möglichkeit, mit Objekten interagieren zu können, eine Stromquelle und eine CPU (das „Gehirn“ des Roboters) vorhanden, welches die zuvor

programmierten Aufträge speichert. Um die Interaktion mit Objekten gewährleisten zu können, benötigt der Roboter bewegliche Segmente. Diese werden Aktuatoren genannt und sind zum Beispiel Greifer. Durch unterschiedliche Zusammensetzungen der Roboter gibt es inzwischen sehr viele verschiedene Roboterarten (vgl. Buller et al., 2019).

Diese finden sich in unterschiedlichen Einsatzbereichen wieder. So gibt es soziale Roboter, die mit Menschen interagieren, die eben genannten Industrie- und Arbeitsroboter, die vor allem bei für den Menschen zu gefährlichen oder zu eintönigen Aufgaben genutzt werden, Weltraumroboter und kollaborative Roboter, die neben dem Menschen arbeiten und beispielsweise exakte Aufgaben ausführen. Des Weiteren gibt es noch humanoide Roboter, die einem Menschen ähneln, biomimetische Roboter, die natürliche Lebensformen imitieren, Schwarmroboter, gesteuerte Roboter, Serviceroboter und Medizinroboter (vgl. Buller et al., 2019, S. 26).

Auch im Alltag werden Roboter vielfach eingesetzt. Im Haushalt kommen oftmals schon Saugroboter oder Rasenmäherroboter zum Einsatz. In der Medizin können inzwischen spezielle Roboter medizinische Eingriffe durchführen oder andere Menschen beim Gehen unterstützen. Auch Drohnen sind Roboter.

2.2.Lernroboter

Roboter können auch zu Lernzwecken verwendet werden. Ein höherer Lernerfolg wird nachweislich durch aktives Auseinandersetzen mit neuem Lernstoff erzielt. Die Schüler*innen sollen nicht nur zuhören, schreiben und Routineaufgaben erledigen, sondern auch anhand von Diskussionen, Recherchen oder auch Programmieren lernen. Um schließlich den neuen Stoff in einem anderen Kontext nutzen zu können, sollte die aktive Rolle der Schüler*innen gewährleistet sein und ihre Selbststeuerung und ihre Kommunikations- und Reflexionskompetenz erhöhen. Da die Schüler*innen in einer digitalisierten Welt aufwachsen, sind eine digitale Bildung und das Verständnis innerhalb einer digitalisierten Welt notwendig (vgl. Fadel et al., 2015). Dabei ist die Medienkompetenz zentral, da die Schüler*innen mit und über Medien lernen sollen sowie die Mediennutzung reflektieren und auch mitgestalten sollen (vgl. Medienberatung NRW, 2018). Für die Schüler*innen ist die Nutzung eines Lernroboters ein nützliches Mittel, um diese Vorteile zu erfahren.

Anhand von Lernrobotern soll die Medienkompetenz von Schüler*innen gefördert werden, da von den sechs Kompetenzbereichen der sechste Bereich Problemlösen und Modellieren damit abgedeckt werden kann. Dieser

verankert eine informatische Grundbildung als elementaren Bestandteil im Bildungssystem. Neben Strategien zur Problemlösung werden Grundfertigkeiten im Programmieren vermittelt sowie die Einflüsse von Algorithmen und die Auswirkung der Automatisierung von Prozessen in der digitalen Welt reflektiert (Medienberatung Broschüre NRW, S. 7).

Das interaktive Informatiksystem des Lernroboters schafft eine spielerische Lernumgebung, sodass die Schüler*innen motivierter vielseitiges und funktionales Werkzeug, welches aus umfangreichen Sensoren und Aktuatoren des Messens, Steuerns und Regeln besteht, sodass „[...]eingeschränkte Formen des Programmierens in der einfachsten Gestalt [...]“ (Nievergelt, 1999, S. 368) und einfache Modellierungen realisiert werden können. Außerdem sind Lernroboter thematisch vielseitig in fachspezifischen und fachübergreifenden Bereichen einsetzbar. Mit ihnen ist ein didaktisch reduzierter Einstieg möglich, da die Schüler*innen nicht über Vorkenntnisse verfügen müssen und so wenige Hürden überwinden müssen, und dennoch einen schnell sichtbaren Erfolg erzielen (vgl. Stiftung Haus der kleinen Forscher, 2018). Durch beispielsweise grafische Codebausteine und eine begrenzte, einfache, strukturierte und erweiterbare Programmlogik ist der Lernroboter geeignet, um verschiedene Zugänge zu den Inhaltsbereichen Programmieren und Problemlösen zu ermöglichen. In diesen Bereichen können die Schüler*innen mithilfe der Lernroboter erste Erfahrungen sammeln und abstrakte Algorithmen durch die Darstellung in Form von Blöcken oder durch die Benutzung von Tastenbefehlen haptisch erfassen und konkretisieren. Sie bekommen eine direkte Rückmeldung, ob ihre Programmierung auch das gewollte Ergebnis liefert (vgl. Brandhofer, 2017).

2.3. Lernroboter Thymio

Der Lernroboter Thymio ist sowohl als Einzelroboter als auch in Klassensätzen erhältlich. Die Programmübertragung zwischen dem Computer und dem Thymio findet per USB-Anschluss statt. Es gibt auch die Möglichkeit, eine Thymio-Variante mit kabellosem Anschluss zu erwerben, diese ist jedoch deutlich kostenintensiver und daher für die Klassennutzung weniger geeignet. Der Aufbau des Thymios sieht folgendermaßen aus: Er hat eine Hülle, die verschiedene Sensoren und Aktuatoren beinhaltet sowie bewegliche

Räder, die über den Motor die Fahrtgeschwindigkeit regulieren und auch zu den Aktuatoren des Roboters zählen. Beginnend mit der Grundstruktur hat der Thymio einen USB-Anschluss, eine Stifthalterung, einen Speicherkarten-Slot, einen Haken für einen Anhänger, einen Reset-Knopf und mechanische Fixierungen, die den Roboter zusammenhalten. Zu seinen Aktuatoren gehören neben den Rädern noch ein Lautsprecher und 39 LEDs, die Sensoren und Interaktionen visualisieren. Die Sensoren des Thymios gliedern sich auf in eine Li-Po Batterie-Ladeanzeige, 5 berührungssensitive Knöpfe, die die Aktivitäten anzeigen und eine ON/OFF Funktion, zwei Abstandssensoren hinten und fünf vorne zur Hinderniserkennung, zwei Bodensensoren, damit Linien gefolgt werden kann, ein Mikrofon, einen Infrarot Fernsteuerungsempfänger, ein dreiachsiges Beschleunigungsmesser und ein Temperatursensor.

Der Thymio besitzt voreingestellte Verhaltensweisen, sodass die Befehlsausführung der Aktuatoren und die Sensorik direkt erprobt werden können. Diese sind spielerisch bezeichnet als: freundlich, ängstlich, neugierig, aufmerksam, erforschend und gehorsam mit den jeweiligen Farbumgebungen: grün, rot, gelb, blau, türkis und lila. Die erste bewirkt, dass der Thymio durch die Nutzung der entsprechenden Infrarotsensoren einer Hand oder einem Gegenstand folgt beziehungsweise langsam zurückweicht, wenn dieser von vorne kommt. Bei der zweiten fährt er schnell vor oder zurück, wenn sich eine Hand nähert. Im dritten Modus erkundet er eigenständig die Umgebung und meidet Gegenstände und Tischkanten. Durch Klatschen reagiert der Thymio im vierten Modus auf den entsprechenden Befehl und im fünften Modus folgt er einer schwarzen Linie. Zuletzt reagiert der Thymio auf Tastenbefehle und die Fernbedienung, sodass Tempo und Richtung durch Eingabe geändert werden können. Der Wechsel zwischen den sechs Möglichkeiten erfolgt über die Pfeiltasten.

Neben den *Verhaltensweisen* kann der Thymio auch mittels verschiedener Software (zum Beispiel *Aseba*, *Scratch* oder *Blockly*) mittels visueller Blöcke oder der Eingabe eines Quelltextes programmiert werden. Mit *Scratch* kann der Thymio sowohl per USB als auch in einer virtuellen Umgebung programmiert werden. Dazu werden Blöcke mit unterschiedlichen Befehlen von der Übersicht auf die Programmieroberfläche gezogen, die Variablen enthalten. Beispielsweise gibt es den Befehl *gehe zehn Schrittlängen* bei dem die zehn die Variable ist und verändert werden kann.

Der Lernroboter Thymio bietet einen didaktisch reduzierten Einstieg und schafft schnelle Erfolgserlebnisse, ohne, dass die Schüler*innen großartig Vorkenntnisse benötigen, wie schon in Abschnitt 2.2. beschrieben. Dieser Aspekt beschreibt den *low floor* des Kompetenzmodells *low floor – wide walls – high ceiling* (vgl. Resnick, 2017). Mithilfe dieses Modells können die Kompetenzen des Programmierens und Problemlösens von allen Jugendlichen in vielen verschiedenen Bereichen und unbegrenzt auf unterschiedliche Niveaustufen erweitert werden. Verschiedene Zugangsweisen zu unterschiedlichen Themengebieten bietet der Aspekt *wide walls*, da der Roboter mehrere Arten der Programmierung besitzt. Damit können unterschiedliche Frage- und Problemstellungen in verschiedenen Fächern oder Fachkulturen wie in Mathe und den Naturwissenschaften durch die Schüler*innen gelöst werden. Durch den Bereich *high ceiling* sind auch die Schüler*innen gefordert, die mit einer gewissen Komplexität umgehen können und so komplexere Aufgabenstellungen lösen können. Wenn ein höherer Anspruch benötigt wird, kann der Roboter auch diesem Anspruch gerecht werden, indem zum Beispiel die grafische Programmierung von Blöcken durch eine Programmiersprache ersetzt werden kann (vgl. Resnick, 2017).

Der Thymio kann in der Blockoberfläche einzelne Befehle beinhalten, zum Beispiel dass er erst geradeaus fahren soll, sich dann um einen bestimmten Grad-Wert drehen soll, und dann wieder geradeaus fahren soll. Wenn diese Schrittfolge mehrmals durchlaufen werden soll, kann sie auch in eine Schleife eingebettet werden, sodass ein höherer Schwierigkeitsgrad vorliegt und der Thymio so repräsentativ für verschiedene Niveaustufen benutzt werden kann. Diese Abfolge von Befehlen wird Algorithmus genannt, da dem Roboter eindeutig vorgeschrieben wird, welchen Anweisungen er zur Lösung des vordefinierten Problems zu folgen hat. Zudem ist der Folgeschritt zu jedem Zeitpunkt eindeutig und die Abfolge der Befehle ist endlich (vgl. Meyer, 2012).

Der Lernroboter deckt den kompletten sechsten Bereich Problemlösen und Modellieren des Medienkompetenzrahmens ab, da sich die Schüler*innen in diesem mit den Prinzipien der digitalen Welt auseinandersetzen müssen, Algorithmen erkennen wie ihre Bedeutung verstehen sowie diese modellieren und programmieren sollen (vgl. Medienberatung NRW, 2018). Zudem fördert der Lernroboter das *computational thinking* der Schüler*innen, welches eine „[...] Reihe von Gedankenprozessen, die an der Formulierung und Lösung von Problemen beteiligt sind [...]“ (Bollin 2016, S. 28) bedeutet.

Das Ziel davon ist, dass der Algorithmus so ausgedrückt wird, dass ein Computer diesen ausführen könnte (vgl. Bollin, 2016). Algorithmen sind ein wichtiger Bestandteil des Alltags und daher ist es essenziell, dass die Schüler*innen damit vertraut gemacht werden und verstehen, was das überhaupt ist und was es bewirkt. Schon beim Aufstehen begegnet man in der Regel einem Algorithmus – dem Wecker. Und so zieht es sich weiter über die Wetter-App, steuerbare Rollläden, Navis, Sprachassistenten und vieles mehr.

Mit dem Lernroboter Thymio wird den Schüler*innen der Begriff Algorithmus nähergebracht, sodass sie sich damit auseinandersetzen und selbst einen Algorithmus entwerfen können. Sie lernen auch, wie ein Algorithmus gestaltet werden muss, um auf ein vordefiniertes Problem zu reagieren. Das fördert ihre eigene Problemlösekompetenz.

2.4. Fachlich-inhaltlicher Unterrichtskontext

Der Lernroboter Thymio wird zur Einführung in die quadratischen Funktionen in der neunten oder zehnten Klasse einer Gesamtschule beziehungsweise eines Gymnasiums eingesetzt. Dem Kernlehrplan für das Fach Mathematik der Sekundarstufe I für Gesamtschulen des Landes NRW zufolge müssen die Schüler*innen ein grundlegendes Verständnis von funktionaler Abhängigkeit besitzen und ihre Kenntnisse zum Erfassen und Beschreiben von Beziehungen und Veränderungen in Mathematik und Umwelt benutzen. Sie müssen also funktionale Zusammenhänge, wozu auch quadratische Funktionen gehören, in sprachlicher Form, in Tabellen, als Graphen und in Termen darstellen und situationsgerecht interpretieren können (vgl. Kernlehrplan Mathematik Sek. I NRW).

Quadratische Funktionen sind Funktionen, deren Funktionsterm ein Polynom zweiten Grades besitzt. Sie haben die Form: $f(x) = Ax^2 + Bx + C$, wobei $A \neq 0$. Der Graph der Funktion $f(x) = x^2$ heißt Normalparabel. Jede quadratische Funktion ist achsensymmetrisch. Für die Normalparabel gilt, dass die Spiegelachse die y-Achse ist. Sollte $A > 0$ sein, ist die Parabel nach oben geöffnet und hat einen Tiefpunkt. Dies ist der Scheitelpunkt der Funktion, an dem das absolute Minimum vorliegt. Sollte $A < 0$ sein, hat die Parabel einen Hochpunkt, an dem das absolute Maximum vorliegt. Die Normalparabel und andere Graphen von quadratischen Funktionen können auch in beide Richtungen auf der x- und y-Achse verschoben werden. Sie können bis zu 2 Nullstellen

besitzen. Das sind die Stellen, an denen die x-Achse geschnitten wird (vgl. Baum et al., 2016).

Im Gegensatz zu linearen Funktionen steigen die Werte nicht gleichmäßig an, sondern quadratisch. Damit kann man komplexere Probleme wie den Bau einer Brücke, den Wurf eines Balles oder andere nicht-lineare Situationen wie die Kund*innen in einem Blumenladen darstellen.

3. Didaktische Analyse

Nachdem im vorherigen Kapitel die Sachanalyse fokussiert wurde, liegt das Hauptaugenmerk in diesem Kapitel auf der didaktischen Analyse. Dazu werden vorab ein paar grundlegende Informationen hinsichtlich des Kontextes der vorliegenden Arbeit gegeben: Fixierung der Zielgruppe sowie das benötigte Vorwissen der Schülerschaft. Dieser Unterrichtsentwurf richtet sich in erster Linie an Gymnasien und Gesamtschulen. Einsetzbar ist die vorliegende mathematische Unterrichtsreihe zum Thema *quadratische Funktionen* je nach Schulform in der neunten beziehungsweise zehnten Jahrgangsstufe, wobei sie der thematischen Einführung dient und von Anfang an für ein fundiertes Verständnis aufbauender Thematiken sorgt. Fachlich bringen die Lernenden Grundkenntnisse linearer Funktionen mit, die in der vorangegangenen Jahrgangsstufe besprochen wurden. Damit einhergehend wird vorausgesetzt, dass die Schülerschaft grundsätzlich mit den Begrifflichkeiten *Funktion* und *Zuordnung* vertraut ist und diese entsprechend definieren und anwenden kann.

Im Kontext des Problemlösens sind die Schüler*innen bereits mit den vier Schritten des idealen Kreislaufes nach Pólya (1995) vertraut; das heißt, die Lernenden verstehen die Aufgaben beziehungsweise die Problemstellung und schreiben gegebenenfalls Unbekanntes heraus, kennen die Bedingungen und notieren sich das Ziel (vgl. Pólya, 1995). Weiter denkt sich die Schülerschaft eine Vorgehensweise aus, in welcher sie auf ähnliche, bereits bekannte Problemstellungen (hier: lineare Funktionen) Bezug nehmen. Außerdem machen sie sich Gedanken über den Ablauf der einzelnen Schritte und über mögliche Wiederholungen, die der Thymio in Form einer Schleife durchläuft, wodurch ein algorithmischer Denkprozess gefördert wird. Im Rahmen der Ausführung des ausgearbeiteten Plans kontrollieren die Schüler*innen, ob ihr Vorgehen aufgeht, also alle Lösungsschritte eindeutig und vollständig definiert wurden. Im Zuge der Rückschau bewerten die Lernenden ihre Problemlösestrategie und überarbeiten diese gegebenenfalls (vgl. Pólya, 1995).

Vor allem im Fach Mathematik wird häufig das Mathematisieren einer Realsituation gefordert, was den Schüler*innen durch Formalisieren beziehungsweise Algorithmisieren gelingt. Dadurch wird ein algorithmisch strukturiertes Modell des mathematischen Problems geschaffen. Demzufolge verfügen die Schüler*innen bereits durch den Verlauf des vorangegangenen Mathematikunterrichts über eine allgemeine digitale Kompetenz,

Problemlösekompetenz und der Kompetenz im Verstehen und Aufstellen von Algorithmen (vgl. Blum, 2011). Diese gilt es im Zuge des Medienkompetenzrahmens als Elemente des *computational thinking* auszubauen. Es wird vorausgesetzt, dass die Schüler*innen den Thymio als Lernroboter in der USB-Variante bereits kennen und dieser zuvor bereits ein- bis zweimal im Unterricht eingesetzt wurde. Demzufolge erfolgt lediglich eine kurze Impulsgebung seitens der Lehrperson hinsichtlich der Sensoren und Aktuatoren des Thymios.¹ Auch die Stifthalterung ist bekannt und wurde zuvor zum Zeichnen linearer Funktionen benutzt. Die sechs Verhaltensmuster des Thymios kennen die Lernenden nur bedingt, da sie ihn bisher in *Scratch* programmiert haben. Nichtsdestotrotz wurden in einer Einführungsstunde zum Thema *Lernroboter* der Jahrgangsstufe 5 der grüne (freundlich) sowie der rote (ängstlich) und der gelbe (neugierig) Modus kurz erforscht. Der türkise (erforschend) Modus ist zur Kalibrierung des Lernroboters ebenfalls bekannt und kann seitens der Schülerschaft angewandt werden. Durch die Integration des Thymios in den Mathematikunterricht wird der fachliche Inhalt: digitale Bildung/digitale Kompetenz/*computational thinking*/Problemlösen/allgemeines algorithmisches Verständnis der Lernenden weiter ausgebildet (vgl. Marsiske, 2017). Der Thymio als Lernroboter lehrt in einer einfachen Spielumgebung und ermöglicht den Lernenden so einen Einstieg in die digitale Welt. In Bezug auf die Lebenswelt der Schüler*innen bedeutet dies, dass durch das Programmieren mit dem Thymio programmierte Geräte reflexiv und mündig genutzt werden können (beispielsweise Computersysteme, Suchmaschinen, Grundprinzipien von Automaten etc.) (vgl. Rushkoff, 2011), wodurch dem Lernprozess eine immense Zukunftsbedeutung zugesprochen wird. Ziel ist es dabei, die passive Nutzung digitaler Angebote zu minimieren und das Augenmerk vielmehr auf eine mitgestaltende, durchschauende und problemlösungsorientierte Anwendung zu lenken, um so durch *computational thinking* die digitale Kompetenz der Schüler*innen nachhaltig zu aktivieren. Der Einsatz des Thymios ermöglicht einen didaktisch reduzierten Einstieg, da keine spezifischen Programmierkenntnisse seitens der Schüler*innen gefordert werden, dennoch machen sich schnelle Erfolgserlebnisse durch geringe Einstiegshürden bemerkbar (vgl. Stiftung Haus der kleine Forscher, 2018). Der Lerninhalt ist unter anderem repräsentativ

¹ Eine mögliche Präsentation zur Impulsgebung und Vorstellung des Thymios findet sich im Anhang, wobei jedoch vorausgesetzt wird, dass die Schülerschaft bereits Kontakt zu dem Lernroboter hatte.

für das interdisziplinäre Lernen, weil hier Gegenstände der Mathematik mit denen der Robotik, Informatik und Technik verknüpft werden. Der Thymio als ein exemplarischer Lernroboter bietet verschiedene Zugänge zu den Inhaltsbereichen der Programmierung und der Problemlösung. So bietet der Thymio aufgrund seiner verschiedenen Modi ein breites Spektrum an Programmiermöglichkeiten und ist aufgrund dessen flexibel in unterschiedlichen Jahrgangsstufen einsetzbar. Außerdem existieren verschiedene Programmiersprachen, mit welchen der Thymio programmiert werden kann, sodass Programmierkenntnisse der Schüler*innen je nach Programmiersprache unter Umständen vorteilhaft sein können. Daneben bietet der Einsatz des Thymios einen hohen Bildungswert für die Schüler*innen, da sie den Roboter als „[...] ein vielseitiges Instrument zur Sicherung und zum Ausführen von Gedankenexperimenten [...]“ (Micheuz, 2019, S. 282) wahrnehmen.

Ein weiterer Bildungswert wird darin gesehen, dass das algorithmische Denken beim Verstehen jeglicher Konzepte hilft und nicht zwangsläufig von Anfang an gelingt, sondern durch Übung erlernt werden muss (vgl. Micheuz, 2019). Damit einhergehend sind Lernroboter wie der Thymio gut dazu geeignet, auch älteren Schüler*innen oder Student*innen grundlegenden Programmierkenntnisse zu vermitteln, da sich das Erlernen einer Programmiersprache mit Quelltext als deutlich leichter erweist, sofern zuvor eine visuelle Programmiersprache gelernt wurde (vgl. Marsiske, 2017). Dies kann im Zuge einer immer digitaler werdenden Umgebung ein großer Vorteil sein und sich positiv auf verschiedene Lebensbereiche auswirken. Eine Transferebene ist dabei das Erkennen der technischen Funktionsweise des Roboters, vor allem mit Blick auf technische Wechselwirkungen zwischen Hard- und Software. Bei wiederholter Anwendung des Algorithmus lernen die Schüler*innen, diesen nachhaltig zu reflektieren, und prüfen die Schrittfolge des Thymios auf seine Effizienz. Dies kann auch schon in der vorliegenden Unterrichtsstunde erfolgen, da der Thymio zuvor für lineare Funktionen programmiert wurde. Schwierigkeiten im Zusammenhang des Umgangs mit Lernrobotern allgemein ereignen sich beispielsweise aufgrund eines inhomogenen technischen Verständnisses der Lernenden, wobei jedoch der Versuch unternommen wird, das mit der Gruppenarbeit zu kompensieren. Schwierigkeiten, auf die die Schülerschaft treffen könnte, äußern sich möglicherweise darin, dass sie Schwierigkeiten haben den Thymio entsprechend zu programmieren oder dass dieser vorab kalibriert werden muss. Zudem könnte es

problematisch sein, zu erkennen, dass sie für den vorliegenden Modellierungsprozess *Winkelangaben* für den Lernroboter programmieren müssen, damit dieser das erstellte Diagramm abfährt und das Zielformat *Stufendiagramm* entsteht. Lernerfolgskriterien, die der Überprüfung dienen, ob der Lernprozess erfolgreich war, äußern sich beispielsweise in der korrekten Eingabe der Bewegungsabfolge und der Erkennung von Mustern.

Bezieht man die Kompetenzen, die die Schüler*innen im Laufe der vorliegenden Unterrichtsstunde erwerben sollen auf den Kernlehrplan Mathematik Sek. 1, so lässt sich festhalten, dass diese eng miteinander korrespondieren, sodass die Unterrichtsstunde neben der Förderung der digitalen Kompetenz natürlich auch auf die fachlichen Ziele des Mathematikunterrichts abzielt. So wird zum Beispiel die Lesekompetenz der Schüler*innen im Rahmen des Argumentierens/Kommunizierens gefördert, da diese im Zuge der Einführungsphase mathematische Informationen aus den Schaubildern der linearen Funktionen entnehmen und sie hinsichtlich der Anwendbarkeit auf das vorliegende Problem analysieren und prüfen. Sie erkennen, dass die vorliegenden Funktionen nicht zu dem vorliegenden Realproblem passen, da es sich um kein lineares Wachstum handelt. Darüber hinaus wird die Modellierungskompetenz der Lernenden gefördert, da diese auf Grundlage der ihnen zur Verfügung gestellten Daten (hier: Zu- und Abnahme der Kund*innen im Blumenladen) ein Diagramm erstellen und dieses im Hinblick auf die Realsituation bewerten und verändern. Die Lernenden mathematisieren eine Realsituation, indem sie den Wachstumsprozess in einem mathematischen Modell (hier: Diagramm, Graph) darstellen. Zudem verwenden sie für die Erstellung des Diagramms mathematische Werkzeuge wie ein Lineal/ Geodreieck zum Messen beziehungsweise genauen Zeichnen. Außerdem verstehen die Schüler*innen anhand des gegebenen Beispiels beziehungsweise der Modellierung den Unterschied zwischen linearen und quadratischen Funktionen. Anlehnend an die digitale sowie die fachliche Kompetenzerweiterung der Schüler*innen werden nun die Haupt- und Feinziele für die Unterrichtsstunde festgelegt (vgl. Kernlehrplan Mathematik Sek. 1).

Für die Unterrichtsstunde werden die folgenden Lernziele formuliert:

Grobziel:

Die Schüler*innen erweitern ihre digitale Kompetenz, indem sie den Thymio als Lernroboter effizient einsetzen: Sie algorithmisieren ein Realproblem; dies geschieht durch das Mathematisieren dieser Situation und das anschließende Implementieren in den Thymio.

Feinziele:

Sachkompetenz

- Die Schüler*innen mathematisieren ein Realproblem, indem sie Informationen aus einer Tabelle ziehen, diese strukturieren und bewerten. (SA 1)
- Die Schüler*innen wenden den Thymio als digitales Werkzeug an, indem sie Muster und Programmierstrukturen erkennen und einen Algorithmus zur Lösung des mathematischen Problems entwickeln. (SA 2)
- Die Schüler*innen validieren die Anwendbarkeit linearer Funktionen auf den Handlungskontext, indem sie verschiedene mathematische Modelle für eine Realsituation vergleichen und bewerten. (SA 3)
- Die Schüler*innen reflektieren ihren Lösungsweg und überprüfen diesen auf Effizienz, indem sie Lösungswege und Problemlösestrategien in Kleingruppen sowie im Plenum vergleichen und bewerten. (SA 4)

Personale und soziale Kompetenz

- Die Schüler*innen lernen zu kommunizieren, auf die Ideen anderer einzugehen und diese kritisch zu hinterfragen sowie im Umkehrschluss mit Kritik umzugehen, indem sie kollaborativ einen Lösungsweg erarbeiten. (PS 1)
- Bei den Schüler*innen wird das bewusste und differenzierende Reflexionsvermögen gefördert, indem sie über eine mathematische Vorgehensweise nachdenken, Modellannahmen und Idealisierungen prüfen und Grenzen des Modells im jeweiligen Kontext erkennen. (PS 2)
- Die Interessensfindung beziehungsweise Neigung der Schüler*innen stellt sich heraus, indem sich die Lernenden intensiv mit diversen Disziplinen (Robotik, Programmierung, Mathematik, Kommunikation, Management etc.) auseinandersetzen. (PS 3)

Methodische Kompetenz

- Die Schüler*innen erkennen die Methode der Mindmap aus anderen Fächern wieder und wenden diese an, indem sie durch ein Brainstorming ihr Wissen hinsichtlich des Thymios zusammentragen und entsprechend clustern. (M 1)
- Bei den Schüler*innen wird die Fähigkeit Informationen zu verarbeiten und mathematisch zu formalisieren gefördert, indem sie ein Realproblem mathematisieren. (M 2)
- Die Schüler*innen algorithmisieren ein mathematisches Modell, indem sie einen Lösungsweg entwickeln, der in den Thymio implementiert werden kann. (M 3)

Mit Blick auf die oben genannten Grob- und Feinziele der vorliegenden mathematischen Unterrichtsstunde werden ebenfalls diverse Kompetenzen des Medienkompetenzrahmens NRW abgedeckt. Im Folgenden wird kurz Bezug auf den Medienkompetenzrahmen NRW genommen, der als Instrument digitaler Bildung landesweit etabliert ist. Im Bereich Bedienen und Anwenden kennen die Schüler*innen die Hardware und den Funktionsumfang des Thymios und können diesen zielgerichtet einsetzen. Sie sind mit den Sensoren des Thymios vertraut und können diesen entsprechend in Scratch programmieren. Darüber hinaus verfügen die Lernenden über gute Kommunikations- und Kooperationsprozesse mit digitalen Werkzeugen. Sie kooperieren und kommunizieren, sodass sie gemeinsam ein Vorgehen vereinbaren und durchführen. Zudem analysieren und reflektieren die Schüler*innen die Anwendbarkeit des Thymios und können die Auswirkungen ihrer Programmierung beschreiben, aber auch kritisch reflektieren. So erkennen sie Idealisierungen und Modellannahmen und daran anknüpfend die Grenzen des Modells. Mit dem vorliegenden Unterrichtsentwurf wird in erster Linie der sechste Kompetenzbereich Problemlösen und Modellieren gefördert, da Schüler*innen mit algorithmischen Mustern und Strukturen vertraut gemacht werden und Algorithmen in verschiedenen Kontexten erkennen und nachvollziehen können. Durch das Mathematisieren eines Realproblems entwickeln die Lernenden Problemlösestrategien und planen algorithmische Sequenzen, die sie anschließend mit Blick auf die Realsituation validieren. Dies führt dazu, dass die Schüler*innen algorithmische Einflüsse und Auswirkungen der Automatisierung auch in anderen Kontexten der digitalen Welt erkennen, beschreiben und reflektieren können,

wodurch ihnen ein Grundstein für das Verständnis innerhalb einer digitalen Welt geschaffen wird. Dadurch wird ein wichtiger lebensnaher Bezug hergestellt.

4. Methodische Analyse

Die Unterrichtsstunde zur Einführung in die quadratischen Funktionen folgt einer klassischen Dramaturgie des Unterrichts mit dem Dreischritt Einführung – Erarbeitung – Sicherung (vgl. Dramaturgie des Unterrichts im Rahmen der Handreichung zum Praxissemester am Ausbildungsstandort Münster, s. Anhang). Dabei wird zu Beginn der Stunde ein Ansatz gewählt, welcher die Schüler*innen mit einem (alltäglichen) Problem konfrontiert, welches es im weiteren Verlauf der Unterrichtsstunde zu lösen gilt. Durch das POL-Schema erhalten wir gleichzeitig eine Rahmung der Stunde, wodurch einleitend ein Problem erörtert wird und dieses für den gesamten Unterrichtsverlauf begleitend zur Seite steht. Am Ende der Unterrichtsstunde gilt es, eine mögliche Lösung für das eingangs präsentierte Problem, gefunden zu haben. Die Stunde fördert - losgelöst von den sowieso geforderten Problemlösestrategien im Umgang mit dem Lernroboter Thymio - eine weitere Problemlösekompetenz. Mittels der Einführung, in welcher ein dafür erstelltes Konfliktmaterial erstellt wurde, werden die Schüler*innen an das „Problem der Stunde“ herangeführt. Den Schüler*innen werden dabei gezielt Fragen gestellt, welche dazu anregen sollen, die Inhalte aus vorherigen Stunden auf die aktuelle Thematik anzuwenden. Weil sich Unterrichtseinheiten zuvor mit dem Thema *Lineare Funktionen und lineare Modellierungen* befasst haben, wird den Schüler*innen die Frage gestellt, ob lineare Funktionen zum abgebildeten Gegenstand (Kund*innen in einem Blumenladen) als sinnvolle Darstellungsmöglichkeit gewählt werden können. Die Schüler*innen sollen auf Basis dessen zu dem Entschluss kommen, dass lineare Funktionen den erzielten Zustand nicht in gewünschter Weise darstellen können. Durch die daran anschließende Veranschaulichung des Stundenvorhabens bekommen die Schüler*innen dahingehend einen Einblick in die Ziele und Vorstellungen, die an die Stunde gekoppelt sind. Insgesamt bekommen die Schüler*innen ab diesem Zeitpunkt die Möglichkeit, den Unterricht selbst aktiv mitzugestalten.

Im Zuge des Übergangs geschieht dann die eigentliche Begegnung mit dem Thymio. Da der Thymio bereits bekannt ist, wird als Erstes über ein *menti*² abgefragt, welche

² Menti.com bietet die Möglichkeit Abfragen durchzuführen und diese über ein zweites Fenster direkt zu projizieren. Die Generierung von Wortwolken ist darüber hinaus möglich. Häufig genannte Begriffe werden dabei vom System verarbeitet und als solche stärker hervorgehoben als weniger frequentierte Begriffe, mit denen das Programm gespeist wird. Eine ausführlichere Beschreibung des Programms ist der Methodenkarte im Anhang zu entnehmen.

Eigenschaften des Thymios noch bekannt sind. Auf Basis der Ergebnisse kann die Vorstellung des Thymios mittels Powerpoint-Präsentation (s. digitalen Anhang) an die Lerngruppe angepasst werden. In jedem Fall kommt es aber zu einer wiederholten Vertiefung von Eigenschaften von Robotern. So sollen die Schüler*innen erneut mit den Bauteilen des Roboters konfrontiert werden und erkennen, welche Bestandteile des Roboters diejenigen sind, die aktiv benötigt werden. Sollte es technische Schwierigkeiten bei der Handhabung des *menti* geben, so kann hier auf eine analoge Mind-Map zurückgegriffen werden. Diese bietet den Vorteil, dass aktiv geclustert werden kann und die Schüler*innen über Assoziationen mehr Input zur Diskussion beisteuern können. Für diese ersten beiden Schritte ist das erste Drittel der 90-minütigen Unterrichtsstunde anberaumt.

Gefolgt wird dieses erste Drittel von der eigentlichen Erarbeitungsphase. In dieser 40-minütigen Phase des Unterrichts obliegt es den Schüler*innen, den Thymio gemäß der Aufgabenstellung zu programmieren. Ziel ist es, dass die Schüler*innen den Thymio dabei nicht nur als ein mathematisches Werkzeug benutzen, sondern, dass sie darüber hinaus auch damit beginnen, das Problem der Darstellungsmöglichkeit zu lösen. Sie sollen Muster erkennen und diese im Rahmen des *computational thinking* (vgl. Bollin, 2016) umsetzen und anwenden. Dies geschieht weiterhin am Beispiel der Kund*innen im Blumenladen. Die Lerngruppe ist damit weiterhin einer Realsituation ausgeliefert, welche sie durch mathematische Modellierung erfassen und graphisch umsetzen sollen. Bereits hier soll nicht nur der Umgang mit Daten, sondern auch die Umsetzung in eine Realsituation kritisch reflektiert werden. Insgesamt sind die Schüler*innen also auch zum kritischen Hinterfragen im Umgang mit mathematischen Modellierungen angehalten. Grenzen von Modellierungen sollen auch dahingehend erfahren werden. Gleichzeitig soll aber auch der Mehrwert im Umgang mit mathematisch modellierten Situationen erkannt werden. Durch die Modellierung dieser Realsituation werden alltägliche Erfahrungen graphisch umgesetzt und der Umgang mit Diagrammen wird weiter gefördert.

Die Kompetenz zum Lesen und Verstehen von Diagrammen wie auch deren Erstellung ist als solche in den Kernlehrplänen des mathematischen Unterrichts sowie des naturwissenschaftlichen Unterrichts verankert (vgl. Kernlehrplan Biologie, Chemie, Physik, Naturwissenschaften, Mathematik des Landes NRW). Im Rahmen dessen bereitet die Einführungsstunde zu quadratischen Funktionen auf eine fachlich versierte Art und Weise

darauf vor, Diagramme in jeder Form in das alltägliche (fachliche) Handeln zu implementieren. Die Stunde erweist sich insofern als gestufter Unterstützungsbedarf im Rahmen der Erstellung von Diagrammen. Hierbei steht weniger der mathematische Umgang mit Funktionen im Vordergrund. Vielmehr sollen die Schüler*innen ihre Kompetenzen dahingehend vertiefen, Datensätze auf ein anderes Abstraktionsniveau übertragen zu können. Diese Fertigkeit wird nicht nur im Mathematikunterricht benötigt, sondern auch in allen anderen naturwissenschaftlichen Fächern. In den naturwissenschaftlichen Fächern gewinnt der Umgang mit Daten mehr und mehr an Bedeutung. Zwar werden Ergebnisse aus Versuchsansätzen immer wieder genutzt (bspw. im Fach Physik im Themenfeld Elektrizitätslehre oder im Fach Chemie im Bereich der Elektrochemie) (vgl. Kernlehrpläne Physik, Chemie, Naturwissenschaften des Landes NRW), werden diese Daten aber auch nicht immer in ihrer Abstraktion verändert. Diese Umwandlung ist jedoch als eine Basiskompetenz zu verstehen (vgl. Kernlehrplan Biologie, Chemie, Physik, Naturwissenschaften, Mathematik des Landes NRW) und bedarf einer entsprechenden Übung im Fachunterricht.

Im Rahmen der Einführung der 21st-century-skills orientiert sich die vorgestellte Unterrichtsstunde an verschiedenen Teilaspekten. So werden nicht nur Kommunikation und Kollaboration durch die Arbeit an und mit dem Thymio gefördert und angeregt, sondern auch die Kompetenzen im Bereich des computational thinking werden vertieft behandelt. Fächerübergreifend, aber beispielhaft am Mathematikunterricht, wird hier der Umgang mit Daten vertiefend behandelt und zugleich das Lösen von Problemen mit Hilfe von digitalen Werkzeugen (vgl. Hartmann et al., 2015), in diesem Unterrichtsentwurf mit dem Thymio. Insbesondere mit Blick auf das *computational thinking* wird die Lerngruppe dazu angehalten, dass Daten bearbeitet werden und diese mittels der Programmierung des Thymios auf zwei verschiedenen Ebenen umgesetzt werden. Zum einen müssen die Daten in die Programmierung des Thymios eingearbeitet werden. Erst dann ist der Thymio im Stande, ein gestuftes Diagramm zu erstellen. Zum anderen werden die Daten dann in die Form des gestuften Diagramms übertragen. Die Idee hinter dem Vorhaben ist die, dass die Schüler*innen sich von Beginn an überlegen müssen, wie das Diagramm am Ende auszusehen hat. Auf Basis dessen müssen die Schritte für den Thymio entsprechend programmiert werden. Der Förderung einer *computer literacy* (vgl. Bork, 1985) wird so zugespielt. Auf diese Weise erlangen die Schüler*innen als agierender Teil der

Gesellschaft die Befähigung zur gesellschaftlichen Teilhabe und Partizipation (vgl. Hedtke, 2016).

Die Erarbeitungsphase wird dabei begleitet mit Hilfekarten, welche diese Phase zugleich auch einrahmen. Mit Hilfe der Karten bekommen die Lernenden stichwortartig Hilfe bei der Umsetzung der Aufgaben. Insbesondere wenn sie an einem Punkt nicht wissen wie sie weiter vorgehen können, sollen die Karten unterstützend zur Seite stehen. Zum Ende der Erarbeitungsphase sollen die Schüler*innen darüber hinaus auch mit spezifischen Impulsfragen anfangen, die Arbeit und die graphische Darstellung dahingehend zu reflektieren. Im Sinne dieser Aufgabe sollen die Schüler*innen beginnen, den erstellten Graphen zu reflektieren und funktionale Zusammenhänge zu erschließen. Dies geschieht mit den Fragen „Spiegelt das Diagramm eine adäquate Übersicht für die Situation wider?“ sowie „Wie ist es möglich, dass wir eine graphische Darstellung erstellen, die es erlaubt, zu jedem Zeitpunkt im angegebenen Intervall die Zahl der Kund*innen zu ermitteln?“. Insbesondere letztere Frage schließt an den Gedanken an, dass die Schüler*innen Grenzen von (mathematischen) Modellierungen erkennen.

Beachten wir die Grob- und Feinziele, die an diese Stunde anschließen, so kann mit Fokus auf die Grobziele genannt werden, dass die Grobziele insbesondere dadurch erreicht werden, dass die Schüler*innen selbst in der Position sind, dass sie den Thymio programmieren müssen. Durch das algorithmisieren einer Realsituation werden darüber hinaus und durch die Möglichkeit zum Austausch in der Kleingruppe selbst der Umgang mit Daten gefördert. Der Thymio schließt an dieser Stelle daran an, dass eine Möglichkeit zur Visualisierung genutzt werden kann.

Im Bereich der Sachkompetenzen erlangen die Schüler*innen die Fähigkeit, lineare Funktionen von quadratischen Funktionen abzugrenzen. Insbesondere im Bereich der Darstellungsmöglichkeiten von linearen und quadratischen Funktionen werden hier die Grenzen der Modellierungen erfasst und an einem Beispiel erörtert.

Die personale und soziale Kompetenz wird insbesondere während der Erarbeitungsphase gefördert. Durch die kollaborative Arbeit am Thymio beginnen die Jugendlichen gemeinsame und eigene Ideen in das Gespräch einzubringen und dabei abzuwägen, welcher Weg letzten Endes verfolgt wird.

Insbesondere im Bereich der methodischen Kompetenzentwicklung erlangen die Schüler*innen hier diverse Möglichkeiten ihre eigenen Kompetenzen zu vertiefen. Durch

die Nutzung des Online-Tools menti.com werden Möglichkeiten der Visualisierung genutzt und auch das Sammeln von Kenntnissen. Das Wissen darüber können die Schüler*innen für das eigene Methodenrepertoire aufnehmen, welches im Rahmen von Präsentationen oder anderen Formaten der weiteren Schul- und Ausbildungsphase genutzt werden kann. Zudem wird durch die gemeinsame Arbeit am Thymio die Fähigkeit gefördert, algorithmisches Denken im Sinne der Programmierung von Robotern umzusetzen. Dabei müssen sich die Schüle*innen von Beginn an darüber im Klaren sein, welches Endergebnis wünschenswert ist. Entsprechendes Ergebnis muss dann mittels der Programmierung des Thymios in ein klares Bild umgewandelt werden.

5. Zusammenfassung

Basierend auf den dargelegten Analysen zur digitalen Bildung und der Fähigkeit, digital kompetent zu sein, kann festgehalten werden, dass es von großer Bedeutung ist, junge Menschen auf die digitale Welt vorzubereiten. Dies bedarf einer schulisch ausgerichteten Implementierung von digitalen Unterrichtsinhalten. Aufgrund dessen ist die Nutzung von Lernrobotern im Unterricht als eine gute Möglichkeit zu betrachten, um digitale Bildung nachhaltig in den Unterricht zu implementieren. Die vorliegende Unterrichtsplanung forciert dabei die Kompetenzen, die laut Medienkompetenzrahmen des Landes NRW (2018) angelegt sind. Durch die Programmierung des Thymios werden digitale Werkzeuge genutzt und basierend darauf wird auch die Gestaltung von Modellen berücksichtigt. Die Schüler*innen begeben sich in eine Haltung kritischer Reflexion zur Abschätzung der geleisteten Arbeit und bewerten das Procedere. Die Grenzen von Modellierungen werden dabei berücksichtigt und zur Rede gestellt. Durch die Kommunikation untereinander beginnen die Jugendlichen nicht nur damit, die Aussagen von anderen Gruppenmitgliedern zu achten und wertzuschätzen, sondern darüber hinaus wird auch im direkten Diskurs untereinander eine direkte Wertung dessen vorgenommen, was ein Gruppenmitglied zum Endergebnis beigetragen hat. Es werden also im Idealfall neue Kommunikationsregeln etabliert oder bereits bekannte Regeln werden anerkannt. Entsprechende Fähigkeiten finden sich als solche auch in den 21st-century-skills wieder und finden entsprechend ebenfalls Anwendung. Bei Betrachtung der Anwendbarkeit für den mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht fällt hier insbesondere ins Gewicht, dass durch die Stunde basale Fähigkeiten im Umgang mit Daten, Diagrammen und deren Abbildung behandelt und geschult werden. Es wird also ein fächerübergreifendes Ziel fokussiert, welches in erster Linie mathematische Kenntnisse voraussetzt.

Literaturverzeichnis

- Baum, Manfred; Martin Bellstedt; Dr. Dieter Brandt; Heike Buck; Prof. Rolf Dürr; Hans Freudigmann; Inga Giersemehl; Dr. Frieder Haug; Thomas Jörgens; Thorsten Jürgensen-Engl; Dr. Wolfgang Riemer; Raphaela Sonntag; Heike Spielmans (2016): Lambacher Schweizer - Mathematik für Gymnasien. Für Gymnasien, Nordrhein-Westfalen, 2. Aufl. Stuttgart: Klett.
- Blum, Werner (2006): Modellierungsaufgaben im Mathematikunterricht – Herausforderung für Schüler und Lehrer. In: Realitätsnaher Mathematikunterricht – vom Fach aus und für die Praxis: Bücher, Andreas; Humenberger, Hans; Prediger, Susanne (Hrsg.). Verlag Franzbecker, Hildesheim, Berlin.
- Bollin, Andreas (2016): COOLeInformatik. In: OCG Journal (02), S. 28. Online verfügbar unter <https://www.ocg.at/sites/ocg.at/files/medien/pdfs/OCG-Journal1602.pdf>, Tag des letzten Zugriffs: 14.01.2020.
- Bork, Alfred (1985): Personal Computers for Education. New York: Harper & Row. Zit. n. Rosenberg, Ronni Lynne (1989): Computer Literacy Education. Cambridge: Massachusetts Institute of Technology, S. 17. Bezug über URL: <http://www.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a209126.pdf>, Tag des letzten Zugriffs: 27.07.2018.
- Brandhofer, Gerhard (2017): Code, Make, Innovate! Legitimation und Leitfaden zu Coding und Robotik im Unterricht. Ein Plädoyer für einen Blick hinter die Kulissen des Digitalen, für Coding, Computational Thinking, Robotik und Making in der Schule. In: R&E-Source -Open Online Journal for Research and Education. Online verfügbar unter <https://journal.ph-noe.ac.at/index.php/resource/article/view/348/422>, Tag des letzten Zugriffs: 14.01.2020.
- Buller, Laura; Gifford, Clive; Mills, Andrea (2019): Roboter. Wie funktionieren die Maschinen der Zukunft? München: DK.
- Döbeli Honegger, Beat (2017): Mehr als 0 und 1 – Schule in einer digitalisierten Welt. 2. Auflage. Bern: hep Verlag AG.
- Fadel, Charles; Bialik, Maya & Trilling, Bernie (2015): Die vierte Dimension der Bildung. Was Schülerinnen und Schüler im 21. Jahrhundert lernen müssen. Hamburg: ZLL21.
- Hartmann, Werner & Hundertpfund, Alois (2015): Digitale Kompetenz – Was die Schule dazu beitragen kann. Bern: hep Verlag AG.

-
- Hedtke, Reinhold (2016) Bildung zur Partizipation. Fachdidaktik als Auftragnehmerin der Politik? In: Menthe, J.; Höttecke, D.; Zabka, T.; Hammann, M.; Rothgangel, M. (2016) Befähigung zu gesellschaftlicher Teilhabe. Beiträge der fachdidaktischen Forschung. Münster; New York Waxmann. S. 9-24.
- KMK, Kultusministerkonferenz (2019): Empfehlungen zur Digitalisierung in der Hochschullehre – Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 14.03.2019. Berlin: Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland. Bezug über URL: https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/pdf/PresseUndAktuelles/2019/BS_1903_14_Empfehlungen_Digitalisierung_Hochschullehre.pdf, Tag des letzten Zugriffs: 30.05.2019.
- Marsiske, Hans-Arthur (2017): Robotics in Education: Roboter vermitteln nicht nur Technikverständnis. In: heise online. Online-Bezug über URL: <https://www.heise.de/newsticker/meldung/Robotics-in-Education-Roboter-vermitteln-nicht-nur-Technikverstaendnis-3699336.html>, Tag des letzten Zugriffs: 27.11.2019.
- Medienberatung NRW (2018): Medienkompetenzrahmen NRW – Broschüre für Lehrkräfte. Münster, Düsseldorf: Medienberatung NRW. Online-Bezug über URL: https://medienkompetenzrahmen.nrw/fileadmin/pdf/LVR_ZMB_MKR_Broschuere_2019_06_Final.pdf, Tag des letzten Zugriffs: 15.11.2019.
- Meyer, Manfred & Neppert, Burkhard (2012): Java. Algorithmen und Datenstrukturen; mit einer Einführung in die funktionale Programmiersprache Clojure. Herdecke: W3L-Verl. Das verwendete Kapitel 3 kann über den Springer-Verlag als Leseprobe (PDF) bezogen werden – Bezug über URL: https://www.springer-campus-it-onlinestudium.de/w3lmedia/W3L/Medium224171/9783937137179_Leseprobe.pdf, Tag des letzten Zugriffs: 20.11.2019.
- Micheuz, Peter, Mischen possible (2019): Didaktische und unterrichtspraktische Überlegungen zum Mischen im Informatikunterricht. In: Pasternak, Arno (Hrsg.), Informatik für alle. Dortmund: Gesellschaft für Informatik e.V. (GI). Bezug über URL: https://ls11-www.cs.tu-dortmund.de/people/paster/infos2019/lni_band_288/proceedings_infos2019.pdf, Tag des letzten Zugriffs: 09.08.2020.
- Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes NRW (2013), Kernlehrplan für die Gesamtschule – Sekundarstufe I in Nordrhein-Westfalen. Naturwissenschaften Biologie, Chemie, Physik. 2. Auflage. Zugriff über

https://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/lehrplan/130/KLP_GE_NW.pdf.
Tag des letzten Zugriffs: 09.08.2020

Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes NRW (2004), Kernlehrplan für die Gesamtschule – Sekundarstufe I in Nordrhein-Westfalen. Mathematik. Frechen: Ritterbach Verlag. Zugriff über https://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/upload/lehrplaene_download/gesamtschule/gs_mathematik.pdf. Datum des letzten Zugriffs: 09.08.2020

Nievergelt, Jürg (1999): Roboter programmieren -ein Kinderspiel -Bewegt sich auch etwas in der Allgemeinbildung? In: Informatik Spektrum, 22.10.1999, S. 364-375. Bezug über URL: http://www.johanneum-lueneburg.de/dokumente/upload/Nievergelt_RoboterProgrammierenEinKinderspiel.pdf, Tag des letzten Zugriffs: 31.05.2019.

Pòlya, George (1995): Schule des Denkens. Vom Lösen mathematischer Probleme. Tübingen: Francke Verlag.

Resnick, Mitchel; Robinson, Ken (2017): LifelongKindergarten. Cultivatingcreativitythroughprojects, passion, peers, and play. Cambridge, Massachusetts, London: The MIT Press.

Rushkoff Douglas (2011): Program or Be Programmed: Ten Commands for a Digital Age by Douglas Rushkoff.

Stalder, Felix (2016): Kultur der Digitalität. Berlin: Suhrkamp.

Stiftung Haus der kleinen Forscher (Hrsg., 2017): Frühe informatische Bildung - Ziele und Gelingensbedingungen für den Elementar- und Primarbereich. Opladen, Berlin, Toronto: Verlag Barbara Budrich. Online-Bezug über URL: https://www.haus-der-kleinen-forscher.de/fileadmin/Redaktion/4_Ueber_Uns/Evaluation/Wissenschaftliche_Schriftenreihe_aktualisiert/180925_E-Book_Band_9_final.pdf, Tag des letzten Zugriffs: 15.11.2019.

Wüst, Klaus (2004): Grundlagen der Robotik. Skript zur Vorlesung. Gießen: Technische Hochschule Mittelhessen. Online-Bezug über URL: <https://homepages.thm.de/~hg6458/Robotik/Robotik.pdf>, Tag des letzten Zugriffs: 20.11.2019.

Mediennachweis

Bild „Blumenladen“ von [Aebersold Florist \(https://pixabay.com/de/photos/blumenladen-geburtstag-blumen-955621/\)](https://pixabay.com/de/photos/blumenladen-geburtstag-blumen-955621/) auf [Pixabay](https://pixabay.com/de/service/license/) (Pixabay Lizenz, <https://pixabay.com/de/service/license/>)

Bestandteile des Thymios: Raphael Fehrmann | Projekt „Lernroboter im Unterricht“ an der WWU Münster | www.wwu.de/Lernroboter/ | Lizenz: CC-BY-4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>)

Die sechs Verhaltensmuster des Thymios: Raphael Fehrmann | Projekt „Lernroboter im Unterricht“ an der WWU Münster | www.wwu.de/Lernroboter/ | Lizenz: CC-BY-4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>)

Bedienungshinweise „Scratch-Programmierung mit dem Thymio“: Raphael Fehrmann | Projekt „Lernroboter im Unterricht“ an der WWU Münster | www.wwu.de/Lernroboter/ | Lizenz: CC-BY-4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>)

Anhang

- A. Verlaufsplanung - Visuelle Modellierung des Unterrichtsverlaufs
- B. Materialien für die Lehrkraft (vgl. digitale Ablage)
- C. Materialien für die Schüler*innen (vgl. digitale Ablage)

A. Verlaufsplanung - Visuelle Modellierung des Unterrichtsverlaufs

Thema des Unterrichtsentwurfs: Einführung in die quadratischen Funktionen - Erste Modellierungsversuche

Thema der Unterrichtseinheit: Der Übergang gestufter Funktionen zu quadratischen Funktionen anhand von Kundenzählungen

Phase	Handlungsschritte / Lehr-Lern-Aktivitäten der Lehrkraft sowie der Schüler*innen	Sozialform	Kompetenzen	Medien und Material
Einführung (15 Min.)	<ul style="list-style-type: none"> • Problemfrage: Zu welchem Zeitpunkt kann Anna idealerweise in den Blumenladen gehen, um mit wenigen Menschen in Kontakt zu treten? • Präsentation des Konfliktmaterials mit Frage an das Plenum: „Ist die Darstellung der Kundenzahl mit den linearen Funktionen sinnvoll darstellbar?“ • Erläuterung des Verlaufs der Unterrichtsstunde durch Lehrkraft 	Gespräch im Plenum	<ul style="list-style-type: none"> • Reaktivierung des Vorwissens, Schaffen von Motivation (PS 2) • Lesen und verstehen: Ziehen Informationen aus einer Tabelle; strukturieren und bewerten diese (SA 1, M 2) • Kommunizieren: vergleichen und bewerten Argumentationen und Darstellungen (PS 1, SA 3) 	Konfliktmaterial: Bild Geschäft; lineare Funktionen steigend & fallend; AB „Erfassung von Kund*innen im Blumenladen“
Übergang (18 Min.)	<ul style="list-style-type: none"> • Mind-Map zum Thema: Thymio (Menti) • Vorstellung des Thymios in Kurzform: „Was kann der Thymio?“ 	Plenum/ Vortrag	<ul style="list-style-type: none"> • Reaktivierung des Vorwissens (PS 2) • Bedienung und Anwendung eines digitalen Werkzeuges (SA 2) • Erstellen einer Mind-Map (M 1) 	Info-Karten Thymio Mentimeter

Erarbeitung (40 Min.)	<ul style="list-style-type: none"> • Darstellung des Sachverhalts im Stufendiagramm • Schüler*innen beginnen den Thymio zu programmieren mit Blick auf das Zeichnen des Diagramms 	Gruppenarbeit	<ul style="list-style-type: none"> • Erkunden: nutzen den Thymio als mathematisches Werkzeug zum Erkunden und Lösen des mathematischen Problems (SA 2, M 2) • mathematisieren: ordnen einer Realsituation ein mathematisches Modell zu (SA 1, M 3) • Problemlösen: untersuchen Muster und Programmierstrukturen (SA 2, PS 3) • nutzen Algorithmen zum Lösen mathematischer Standardprobleme (SA 2) • wenden • Problemlösestrategien: „Zurückführen auf Bekanntes“, „Verallgemeinern“ (PS 2, SA 4) 	Tipp-Karten zur Erstellung von Diagrammen (Hinweise zur Beschriftung; Bearbeitung von Daten); Tipp-Karten zum Umgang mit dem Thymio; Poster Blanko Diagramm; Stift, Laptop, Kabel für den Thymio; Thymio
	<ul style="list-style-type: none"> • Frage: „Spiegelt das Diagramm eine adäquate Übersicht für die Situation wider?“ 	Partnerarbeit Plenum	<ul style="list-style-type: none"> • validieren: Überprüfung der im mathematischen Modell gewonnen Lösungen (SA 4) 	Kleinschrittiges Diagramm (kürzere Messabstände)
	<ul style="list-style-type: none"> • Wie ist es möglich, dass wir eine graphische Darstellung erstellen, die es erlaubt, zu jedem Zeitpunkt im angegebenen Intervall die Zahl der Kund*innen zu ermitteln? 	Partnerarbeit/ Plenum	<ul style="list-style-type: none"> • interpretieren Graphen funktionaler Zusammenhänge (SA 4, PS 2) 	

Ergebnis- sicherung (17 Min.)	<ul style="list-style-type: none"> • Zusammentragen der Analyseergebnisse im Plenum, • Reflexion des Arbeitsprozesses im Plenum 	Gespräch im Plenum, Einzelarbeit	<ul style="list-style-type: none"> • Visualisierung der Ergebnisse (unter Rückgriff auf die Mindmap) (PS 2) • Reflexion des Arbeitsprozesses (PS 2) 	Zugriff auf verwendete Materialien
	<ul style="list-style-type: none"> • Betrachtung quadratischer Funktionen auf Metaebene <ul style="list-style-type: none"> ○ Erfassung erster Merkmale von quadratischen Funktionen ○ Unterschiede zu linearen Funktionen ○ Beantworten der Problemfrage aus der Einführung 	Plenum		
	<ul style="list-style-type: none"> • Hausaufgabe: Abwandlung des Kontextes bei wiederholter Anwendung (diesmal Zielfunktion quadratische Funktion) 			

B. Materialien für die Lehrkraft (vgl. digitale Ablage)

- AB Erfassung von Kund-innen im Blumenladen
- Konfliktmaterial
- Methodenkarte Mentimeter
- Musterlösung - Erstellung des Stufendiagramms
- Musterlösung - Programmierung Thymio
- PPP Thymio
- Scratch Infokarte
- Scratch Musterlösung
- Scratch Blanko-Playground für den Thymio

C. Materialien für die Schüler*innen (vgl. digitale Ablage)

- Impulskarten quadratische Funktionen
- Mind-Map als Beispiel für die Wiederholung des Thymios