

Die Frage ist, was es mit „startlearnING“ auf sich hat. Der Name unseres Projekts versucht das, was wir tun, prägnant zusammenzufassen und setzt sich aus den folgenden Bausteinen zusammen:

- **start:** Das Projekt ist auf allgemeinbildenden Unterricht ab Klasse 3 ausgerichtet. Es findet also bei den „Startern“ statt.
- **learn:** Es handelt sich um ein Bildungsprojekt, in dem das Lernen im Vordergrund steht.
- **ING:** Das Projekt orientiert sich an der Arbeitsmethodik von Ingenieurinnen und Ingenieuren. Die Schülerinnen und Schüler tauchen in das systematische Konstruieren und Entwickeln ein, ohne dabei an einem professionellen Niveau gemessen zu werden.

Konstruieren im Unterricht – Herausforderungen und Chancen

Wenn etwas ohne Bauanleitung oder Anleitung gebaut werden soll, um ein Problem zu lösen oder ein Bedürfnis zu erfüllen, dann wird konstruiert.

Da es für die meisten Probleme mehr als eine Lösung gibt, ist es wesentlich, unterschiedliche Lösungsmöglichkeiten zuzulassen und durch die Auswertung von Fehlern zu Änderungen der ursprünglichen Konstruktionspläne und letztlich zu guten Ergebnissen zu kommen.

Die Fähigkeit, Fehler zu erkennen, zu analysieren und notwendige Änderungen daraus abzuleiten (und umzusetzen), ist ein elementares Lernziel. Es kann nur erreicht werden, wenn die ersten Entwürfe getestet, reflektiert und optimiert werden. Frustrationstoleranz ist dabei essenziell, denn auch die erfahrensten Konstrukteur*innen verbringen mindestens die Hälfte ihrer Arbeitszeit mit diesen Tätigkeiten.

Das Arbeiten ohne genaue Anleitung kann für Schülerinnen und Schüler ungewohnt oder sogar verunsichernd wirken, weil sie „alles richtig machen“ wollen. Diese Haltung kann zu Hemmungen führen, wenn es darum geht, das Problem anzupacken. Das Arbeiten mit kostenlosen Haushalts-Verbrauchsmaterialien senkt die Hemmschwelle, neue Wege auszuprobieren. Durch die leichte Verfügbarkeit der Materialien kann, unabhängig vom Budget der Schule oder der Schüler*innen, damit gearbeitet werden und Kinder aus allen Gesellschaftsbereichen können auch zu Hause konstruieren, wenn sie interessiert sind.

Eine weitere ungewohnte Komponente ist die Tatsache, dass Kinder möglicherweise gute Lösungen finden, ohne deren Wirkungszusammenhang erklären zu können. Was hier aus naturwissenschaftlicher Perspektive befremdlich anmutet, ist für Ingenieur*innen und auch aus technikdidaktischer Sicht nicht wesentlich, solange die Lösung unter den gegebenen Bedingungen immer zuverlässig funktioniert. Bis heute werden selbst in sehr teuren Maschinen Effekte genutzt, die bisher kein*e Physiker*in umfassend erklären kann. Also sollte man auch im Unterricht davor keine Angst haben. Vielmehr gilt es, dies als Chance zu begreifen: Das Wissen um ein Phänomen kann bereits ausreichen, um Problemstellungen zu lösen.

Diese Besonderheiten führen zu spezifischen Herausforderungen für alle Beteiligten.

Für die Lehrkräfte bestehen die nachfolgenden Herausforderungen:

- Die Kinder zu einem funktionierenden Ergebnis zu führen, ohne ihre Begeisterung zu bremsen und ihre Kreativität mehr als nötig einzuschränken.
- So wenig wie möglich und so viel wie nötig zu unterstützen.
- Verschiedene Lösungswege (mit absehbaren Fehlschlägen) gleichzeitig zu betreuen.
- Umwege und Fehlschläge konstruktiv auszuwerten.
- Den Kindern eine Aufgabe zu geben, für die es keine Musterlösung gibt.

Für die Schülerinnen und Schüler gibt es diese Herausforderungen:

- Bei einer so offenen Konstruktionsaufgabe wie einer Kalthaltebox sind sehr unterschiedliche Ergebnisse möglich (und gut).
- Erfahrungen und Geschicklichkeit beim zielorientierten Bauen ohne Anleitung können innerhalb einer Schulklasse sehr weit auseinander liegen.
- Manche Kinder brauchen Vorlagen (aus der Klasse), um Ideen zu entwickeln.
- Manche Kinder benötigen häufige Rückversicherung, ob sie noch auf dem richtigen Weg sind.
- Das Unterscheiden von „Kür“ und „Pflicht“ ist für viele Kinder schwierig, da sie schnell wieder „basteln“ und die Funktionen aus den Augen verlieren.

Lehrkräften und Schüler*innen bieten sich aber auch eine Reihe von Chancen:

- spannend-herausfordernder Unterricht,
- problemorientiertes Erarbeiten biologischer, physikalischer und technischer Themen führt zu nachhaltigen Lernerfolgen,
- gemeinsame Lösungssuche und Stolz auf die Ergebnisse führt zu bleibenden, positiven Unterrichtserlebnissen.

Verknüpfung von Biologie, Physik und Technik

Bei startlearnING lernen Schüler*innen technisches Konstruieren auf der Grundlage biologischer sowie physikalischer Phänomene, die an eine technische Problemstellung aus der Lebenswelt der Schüler*innen gekoppelt werden. Die Verknüpfung von Biologie, Physik und Technik ist ein ganz wesentlicher Baustein von startlearnING.

II Konstruieren nach dem StartlearnING-Prinzip

Im Rahmen der Unterrichtseinheit soll durch einen vernetzten Zugang aus Biologie, Physik und Technik das Interesse am technischen Konstruieren einer Kalthaltebox geweckt werden. Kinder lernen praxis- und kriterienorientiert das Konstruieren technischer Gegenstände. Erste Grundlagen des Konstruierens werden mit Alltagsmaterialien und einfachen Werkzeugen aus der Konstruktionskiste vermittelt. Das problemorientierte, selbstorganisierte Lernen leitet den Unterricht.

Die Unterrichtseinheit verfolgt im Wesentlichen die nachfolgenden Ziele:

- Entwicklung einer technischen Lösung für ein Problem aus der Alltagswelt.
- Planung und Bau einer funktionstüchtigen Kalthaltelösung.
- Identifikation, Analyse und Korrektur der Fehler beim Bauen.
- Erfolgreiche Kommunikation miteinander.

Für das phasenorientierte Vorgehen für das Konstruieren nach dem startlearnING-Prinzip wurde ein Flussdiagramm entwickelt (Abb. 1). Zur Zielerreichung müssen alle Phasen durchlaufen werden. Es werden jedoch verschiedene Optimierungs- und Rückversicherungsschleifen notwendig sein. Das gehört zu einem Konstruktionsprozess dazu. Deshalb kann jederzeit von einer Phase zu allen vorgelagerten Phasen zurückgesprungen werden. Das Flussdiagramm kann also als grundsätzlicher Leitfaden für das Konstruieren mit Schülerinnen und Schülern verstanden werden, der dabei helfen soll, kreativ zu arbeiten, ohne das Ziel aus den Augen zu verlieren.

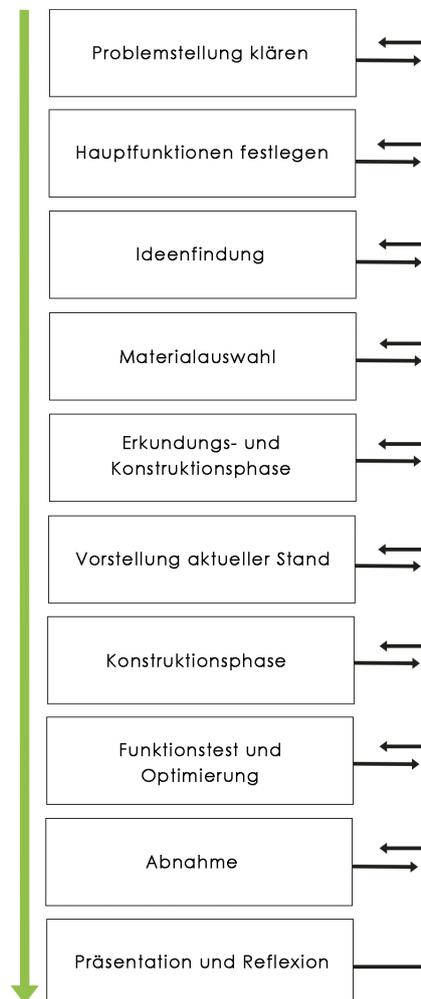


Abb. 1: Konstruktionsmethodik nach dem startlearnING-Prinzip: 10 Arbeitsphasen

Nachfolgend gehen wir auf jede Arbeitsphase detailliert ein und bilden dabei den direkten Bezug zur Konstruktion der Kalthaltelösung:

1 Problemstellung klären

Zunächst muss möglichst genau geklärt werden, was die Konstruktion leisten soll und was nicht:

- Die Kalthaltebox soll eine kalte Limoflasche mit 500 ml Inhalt möglichst lange kalt halten.
- Die Kalthaltebox soll mehrfach verwendbar sein.
- Die Kalthaltebox soll transportfähig sein.
- Die Flasche darf in der Kalthaltebox nicht umherrollen.

Vor den Schüler*innen sprechen wir immer von einer **Kalthaltelösung**.

2 Hauptfunktionen aus der Problemstellung ableiten

Hier wird zwischen den absolut notwendigen Hauptfunktionen und den sinnvollen/möglichen Zusatzfunktionen der Konstruktion unterschieden. Um ein leichteres Verständnis zu ermöglichen, werden die Hauptfunktionen „Pflicht oder Muss“ genannt und die Zusatzfunktionen „Kür oder Kann“. Unter Hauptfunktionen versteht man alles, was die Konstruktion können muss, um das Problem zu lösen.

Zusatzfunktionen beschreiben die Anforderungen an die Konstruktion, die die Anwendung (für die/den jeweilige*n Nutzer*in) angenehmer und praktischer machen. Diese können bei derselben Problemstellung unterschiedlich ausfallen - je nachdem, welche individuellen Bedürfnisse die Kinder mit der Aufgabenstellung verbinden und wie sie die Prioritäten setzen. Teilweise werden auch Fehlvorstellungen der Kinder dadurch sichtbar, die sie aber nur dann beim Konstruieren erkennen können, wenn sie das Problem selbst durchlaufen - wenn man sie also ausprobieren lässt.

Über diese Funktionen soll mit den Kindern eine Liste von Anforderungen entwickelt werden (Checkliste), die die Kalthaltelösung erfüllen soll. Diese Anforderungen können, je nach Leistungsniveau der Klasse, auf Kärtchen geschrieben und gemeinsam ausgewertet oder im Unterrichtsgespräch entwickelt und an die Tafel geschrieben werden.

Hauptfunktionen („Pflicht/Muss“)

- Die Flasche kalt halten
 - Wärmestrahlung abschirmen
 - Wärmeleitung unterbrechen
 - Konvektion vermeiden
- Transportabel (mit dem Fahrrad) sein
- Mehrfach verwendbar
- Flasche darf nicht rausfallen

Nebenfunktionen („Kür/Kann“)

- Beispiele

- Verschließbar
- Haltegriffe

3 Ideenfindung

Aus der Betrachtung der Funktionen ergeben sich nun Teilprobleme, die die Schüler*innen lösen sollen. Hier sind Ideen gefragt. Als Ideengeber wird nun der Blick auf Lebewesen gerichtet, die sich mit ähnlichen Herausforderungen arrangieren müssen. Die dort evolvierten Lösungen werden betrachtet und die zugrundeliegenden Phänomene werden untersucht. Die hieraus erworbenen Kenntnisse können zur Realisierung technischer Teillösungen dienen.

4 Materialauswahl und erste Planung

Die Schüler*innen dürfen nun ihr mitgebrachtes Material auspacken. Zusammen mit dem Material aus der Kiste wird es, für alle gut sichtbar, zu einem Material-Buffer aufgebaut - sofern sie eigenes Material für alle zur Verfügung stellen wollen. Anschließend überlegen die Schüler*innen materialgeleitet, was sie bauen wollen. Sie nehmen sich, was sie dafür brauchen und tragen diese Dinge an ihren Platz.

5 Erkundungs- und Konstruktionsphase

Die Schüler*innen beginnen, ihre Vorhaben in die Tat umzusetzen. Viele werden sehr schnell auf die ersten Schwierigkeiten bei den Detailkonstruktionen stoßen. In dieser Phase ist es sehr wichtig, den Schüler*innen nicht gleich zu helfen, sondern Fragen zu stellen:

- Was genau hattest du vor?
- Was hat nicht funktioniert?
- Woran könnte das liegen?
- Wie könntest du das Problem noch lösen (anderes Material, andere Verbindungsart, ...)?
- Hat jemand aus der Klasse einen Lösungsansatz, der dir weiterhelfen könnte?

Aktiv sollte nur bei feinmotorischen Defiziten geholfen werden und auch nur dann, wenn das Kind es vorher selbst versucht hat (bis zur Frustrationsgrenze) und es keinen einfacheren Weg gibt. Man kann auch beispielhaft etwas vormachen, wenn die Schüler*innen Angst haben, ihre Konstruktion zu beschädigen.

Wenn die Schüler*innen sich gegenseitig helfen, hat das mehrere positive Effekte:

- Wer sein Vorgehen erklären soll, muss darüber nachdenken.
- Wer erklärt, muss reden und sich so ausdrücken, dass er/sie verstanden wird.
- Wer fragt, bekommt einen Vorschlag und keine Anweisung.
- Gemeinsame Lösungsfindung erfolgt auf Augenhöhe und stärkt das Wir-Gefühl.
- Die Lehrkraft hat mehr Zeit, Arbeitsverhalten zu beobachten und bei Problemen zu unterstützen.

Wie lange diese erste Konstruktionsphase dauern sollte, lässt sich nicht pauschal sagen. Kürzer als 20 Minuten sollte sie aber auf keinen Fall sein und spätestens nach einer Stunde sollte eine Besprechung von Zwischenergebnissen und Schwierigkeiten erfolgen.

6 Vorstellung aktueller Stand

Vor dem Ende der Unterrichtsstunde oder aus strategischen Gründen (z. B. ein Problem tritt bei den meisten Gruppen auf, eine Teilaufgabe scheint unklar, ...) wird die Arbeit an der Kalthaltebox unterbrochen und es kann eine erste Testphase vorgenommen werden. Die Ergebnisse können dann reflektiert werden. Darüber hinaus präsentieren die Schüler*innen den aktuellen Stand ihrer Arbeit und geben einen Ausblick, was sie in der nächsten Phase noch realisieren wollen.

Dabei sollen sie erklären, ob und ggf. wie sie ihren ursprünglichen Plan geändert haben und warum. Probleme und deren Lösung sowie besonders gelungene Baudetails sollen dabei besprochen werden. An dieser Stelle muss auch wieder (anhand der Checkliste, die die Kinder erstellt haben) überprüft werden, ob alle Funktionen erfüllt sind bzw. in der verbleibenden Bauzeit erfüllt werden können. Auch die Checkliste wird, falls nötig, noch einmal überprüft, ob sie wirklich der Aufgabenstellung entspricht.

Bei so einer Reflexionsphase kann aber auch ein konkretes Problem besprochen werden, für das verschiedene Lösungsansätze gesucht werden. Findet die Reflexion am Ende eines Unterrichtsblocks statt, können die Schüler*innen zur nächsten Stunde weiteres kostenloses Material mitbringen, wenn sie glauben, dass etwas fehlt. Ihre Konstruktionen dürfen sie zwar nicht mitnehmen, aber man sollte ihnen ausdrücklich erlauben, zu Hause technische Experimente oder Materialtests durchzuführen. Sollten sie dabei zu dem Ergebnis kommen, dass sie in der nächsten Stunde mit anderem Material oder sogar etwas ganz Neues bauen wollen, dann ist das legitim und sollte wenn möglich zugelassen werden.

7 Konstruktionsphase

Einer solchen Reflexionsrunde folgt wieder eine Konstruktionsphase, in der, je nach dem Stand der Arbeit, weitergebaut wird. Manche Schüler*innen werden bei ihrem Plan bleiben, andere werden Teile oder Details verändern und wieder andere werden ein ganz neues Bauvorhaben beginnen.

Je nachdem, wie heterogen die Klasse ist, können Kinder, die schon sehr weit oder fertig sind, die schwächeren Kinder bei ihrer Arbeit unterstützen.

Der Wechsel von Besprechung der Zwischenergebnisse im Klassenkreis und anschließendem Konstruieren kann mehrere Male stattfinden, je nach Leistungsstand der Klasse und Komplexität der Problemstellung.

Kinder, die deutlich früher fertig sind als der Rest der Klasse, können ihre Konstruktion optimieren, „Extras“ einbauen oder sich eine Erweiterung ausdenken (z. B. einen Tragegriff, einen Verschluss, etc.).

8 Funktionstest und Optimierung

Wer mit seiner Box fertig ist, muss sie erst mal (selbst) testen. Das klingt banal, aber das systematische Überprüfen der eigenen Konstruktion ist ein häufiger und wichtiger Anteil der Arbeit von Ingenieurinnen und Ingenieuren. Die Schüler*innen sollen anhand ihrer Checkliste erst alle Hauptfunktionen überprüfen.

Aus Zeitgründen testen wir die Boxen allerdings nicht mit kalten Limo-Flaschen, sondern nehmen dafür wieder Eiswürfel und Salbendöschen, wie in dem Experiment am Anfang. Dann genügen nämlich 15 Minuten, um den Unterschied der Schmelzwassermenge zur Referenzdose zu testen. Sollten Sie ausreichend Zeit für eine Überprüfung in der Realität haben, können die Kalthaltemöglichkeiten auch mit Leitungswasser gefüllten PET-Flaschen getestet werden. Hierfür sollten jedoch mindestens 60 Minuten eingeplant werden.

Wenn alle Hauptfunktionen realisiert sind, können sie die Zusatzfunktionen überprüfen. Diese müssen zwar nicht funktionieren, damit die Aufgabe erfüllt ist, aber sie bieten Raum für Optimierung.

Wenn noch genug Zeit ist, dürfen die Schüler*innen ihre Konstruktion also optimieren. Was genau sie darunter verstehen, kann sehr unterschiedlich sein. Es könnte bedeuten:

- Müssen Wärmebrücken eliminiert werden?
- Werden alle Formen der Wärmeausbreitung unterbunden?
- Die Box wird optisch verschönert.

9 Abnahme mit anschließender Präsentation und Reflexion

Wenn die Konstruktion nach Meinung der Schüler*innen fertig ist, erfolgt eine Abnahme beim „Kunden“ (Lehrkraft). Anhand der Checkliste werden alle Funktionen vorgeführt und von der Lehrkraft noch einmal überprüft. Nur wenn sie auch der Meinung ist, dass die Kalthaltebox alle Hauptfunktionen erfüllt, ist die Aufgabe erfolgreich abgeschlossen.

Es muss bedacht werden, dass am Ende eines Konstruktionsprozesses kein Produkt steht, sondern ein Prototyp. Dieser Prototyp, also das Ergebnis der Schüler*innen, muss nicht „schön“ sein, man darf sich daran aber nicht verletzen. Das wichtigste Bewertungskriterium ist, dass sie die geforderten Funktionen erfüllt - so sicher, dass sie nicht beim fünften Benutzen auseinanderfällt.

Zum Abschluss präsentieren die Kinder ihre Konstruktionen. Dabei erklären sie, wie sie die Funktionen realisiert haben und auf welche Schwierigkeiten sie dabei gestoßen sind.