

II Konstruieren nach dem StartlearnING-Prinzip

Der schüler*innenorientierte Lernprozess nach dem startlearnING-Prinzip hat diese Merkmale:

1. Das Konstruieren erfolgt systematisch analog zur Vorgehensweise von Ingenieuren.
2. Problemstellungen aus der Lebenswelt sind Grundlage für technische Konstruktionen.
3. Das Konstruieren erfolgt ohne Lösungsvorgabe.
4. Naturwissenschaftliche Phänomene sind Ideengeber für technische Konstruktionen.
5. Das Konstruieren erfolgt mit einfachen Werkzeugen und Alltagsmaterialien.
6. Gute Konstruktionen erfordern Kommunikation.
7. Gute Konstruktionen funktionieren unabhängig vom Aussehen.
8. Fehler werden als Katalysatoren des Lernprozesses betrachtet.

Abb. 1: Merkmale des startlearnING-Prinzips

Zu den einzelnen Punkten:

1. **Das Konstruieren erfolgt systematisch analog zur Vorgehensweise von Ingenieur*innen:** Das ist das Herzstück des startlearnING-Prinzips und mündet in das nachstehend abgebildete Flussdiagramm (Abb. 2).
2. **Problemstellungen aus der Lebenswelt sind Grundlage für technische Konstruktionen:** Aus dem Alltagsbezug erwächst die Motivation, sich mit der Problemstellung auseinanderzusetzen.
3. **Das Konstruieren erfolgt ohne Lösungsvorgabe:** Nach Anleitung konstruieren geht nicht, das ist nachbauen und verhindert eine intensive Auseinandersetzung mit dem Problem.
4. **Naturwissenschaftliche Phänomene sind Ideengeber für technische Konstruktionen:** Hier liegt der Schwerpunkt auf der Biologie. Biologische Phänomene zeigen, wie Problemstellungen in der Natur gelöst wurden oder sind Anlass für eine Konstruktion. Darüber hinaus ist gerade Schülerinnen ein großes Interesse daran anzumerken.
5. **Das Konstruieren erfolgt mit einfachen Werkzeugen und Alltagsmaterialien:** Letztlich müssen technische Konstruktionen nicht teuer sein. Wir wollen aufzeigen, was mit einfachen Materialien, zu denen jeder Zugang hat, möglich ist.
6. **Gute Konstruktionen erfordern Kommunikation:** Hier geht es darum, voneinander zu lernen und Fragen zu stellen. Auch wenn Schüler*innen durchaus allein konstruieren dürfen.

7. **Gute Konstruktionen funktionieren unabhängig vom Aussehen:** Wenn eine Lösung/Konstruktion funktioniert, dann ist das Ziel erreicht. Das Aussehen ist aus Sicht des Ingenieurs eher nicht relevant.

8. **Fehler werden als Katalysatoren des Lernprozesses betrachtet:** Aus Fehlern lernen die Kinder. Wir lassen sie bewusst Fehler machen und greifen nicht im Vorfeld ein.

Für das phasenorientierte Vorgehen beim Konstruieren nach dem startlearnING-Prinzip wurde ein Flussdiagramm entwickelt (Abb. 2). 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 allenvorgelagerten 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.

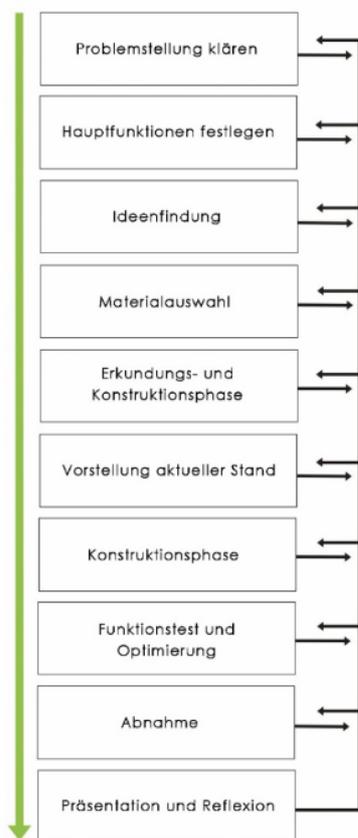


Abb. 2: Konstruktionsmethodik nach dem startlearnING-Prinzip: 10 Arbeitsphasen

1. Problemstellung klären

Zunächst muss geklärt werden, was die Konstruktion leisten soll. Ziel dieses Projektes ist es, aus Alltagsmaterialien ein Schiff mit einem beweglichen Segel zu bauen, das auch bei Wellengang nicht sinkt und Platz für Proviant bietet. Die Aufgaben an die Schüler*innen laut wie folgt:

„Baue ein Modell von einem Schiff, mit dem Aaron seinen Freunden hinterher segeln kann. Es soll ein bewegliches Segel haben und darf auch bei Wellengang nicht umkippen. Außerdem möchte er ein paar Kokosnüsse als Proviant mitnehmen.“

Die Kinder müssen vor dem Beginn der ersten Konstruktionsphase also zunächst klären/verstehen, wie etwas stabil im Wasser schwimmen kann.

Wir spannen den Bogen zur Biologie. Wie eine Ente und ein Seerosenblatt kippstabil im Wasser schwimmen, erfahren die Schüler*innen durch das Lesen entsprechender Infotextes und den anschließenden Austausch über die Inhalte.

Wie Auftrieb und Schwerpunkt das Schwimmverhalten

beeinflussen wird nochmal in kurzen Versuchen nachvollzogen. So sollten alle Kinder auf einem Wissensstand sein, der es ihnen ermöglicht, eventuelle Fehler beim Bauen selbstständig zu identifizieren und zu beheben.

2. Hauptfunktionen festlegen

Wenn wir das Problem verstanden haben, können wir festlegen, was die Konstruktion können muss.

Hier wird zwischen den absolut notwendigen Funktionen und den sinnvollen/möglichen Zusatzfunktionen der Konstruktion unterschieden. Unter Hauptfunktionen versteht man alles, was die Konstruktion unbedingt können muss, um das Problem (siehe Aufgabenstellung!) zu lösen.

Zusatzfunktionen beschreiben die Anforderungen an die Konstruktion, die die Anwendung für (den jeweiligen Nutzer/ die jeweilige Nutzerin) 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.

Für diese Funktionen wird mit den Kindern eine Liste von Anforderungen entwickelt, die Checkliste, Idealerweise wird die Checkliste im Unterrichtsgespräch entwickelt und an die Tafel geschrieben. Die Entwicklung der Checkliste ist für die Kinder eine Herausforderung, die sie allein nicht bewältigen können. Die Lehrkraft muss diesen Prozess intensiv führen, arbeiten, ohne das Ziel aus den Augen zu verlieren.

Hauptfunktionen	Zusatzfunktionen - Beispiele
1. Das Schiff muss auch bei Wellengang stabil schwimmen 2. Das Schiff muss ein bewegliches Segel haben 3. Das Schiff muss mehrere Murmeln (Kokusnüsse) transportieren	<ul style="list-style-type: none"> ● Kajüte ● Platz für die Ente

Tab. 1: Haupt- & Nebenfunktionen

Weiterführende unterstützende Fragen im Rahmen der Entwicklung der Checkliste könnten sein:

- Was macht Aaron, wenn der Wind aus der falschen Richtung kommt?
- Wie kann ich das Schiff vorwärts bewegen?
- Was passiert bei hohen Wellen?
- Was kann Aaron zu Mittag essen?

3. Ideenfindung

Sobald die Checkliste steht, sammeln die Schülerinnen und Schüler Umsetzungsideen. Diese Phase geht zumeist sehr schnell in die Phase der Materialauswahl über. Erfahrungsgemäß kommen den Schülerinnen und Schüler mit den Materialien die ersten guten Ideen.

4. Materialauswahl

Es folgt eine erste Informations- und Planungsphase. Das mitgebrachte Alltagsmaterial und die Arbeitsmaterialien aus der Erfinderkiste werden für die Kinder zu einem „Buffet“ aufgebaut. Die Schülerinnen und Schüler können materialgeleitet überlegen, was sie bauen wollen und die Materialien mit an ihren Platz nehmen.

Diese Phase ist für alle herausfordernd, weil zum ersten Mal konstruiert wird. Es kann hilfreich sein, wenn die Schüler vor dem Bauen überlegen müssen, ob ihre Umsetzungsidee wirklich zur Problemlösung taugt.

Eine klassische Planung, die idealerweise hier erfolgen sollte, ist für Ungeübte nicht sinnvoll. Sie können Probleme, die im Verlauf einer Konstruktion auftreten können, im Vorfeld nicht erkennen. Letztlich ist es eine Frage des pädagogischen Geschicks, einen für die beteiligten Schüler passenden Weg zu finden.

5. Erkundungs- und Konstruktionsphase

Die Kinder beginnen, ihre Vorhaben in die Tat umzusetzen. Es sollte bedacht werden, dass es für jede Funktion sehr viele Lösungsmöglichkeiten gibt.

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 möchtest du bauen?
- Was soll es können?
- Wie möchtest du das umsetzen?
- Wo genau liegt das Problem?

Aktiv sollte nur bei feinmotorischen Defiziten geholfen werden oder wenn die Frustrationsgrenze erreicht wurde und es keinen einfacheren Weg gibt.

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 wenn notwendig, Impulse zu geben.

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 den Schiffen unterbrochen und die bisherige Arbeit reflektiert. Die Schüler*innen präsentieren den aktuellen Stand ihrer Arbeit und geben einen Ausblick, was sie in der nächsten Phase noch realisieren wollen. Die Kinder stellen einander Fragen und machen Lösungsvorschläge. Ziel dieser Phase ist, neben der Reflexion der eigenen Arbeit, auch der Austausch kreativer Ideen und die Einsicht, dass alle auf vergleichbare Probleme stoßen.

Die Schüler*innen sollen 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.

Mögliche Impulsfragen in dieser Phase sind:

- Was hast du gebaut?
- Was ist besonders gut gelungen? / Was funktioniert noch nicht?
- Welchen Zweck haben die einzelnen Komponenten?
- Was möchtest du noch bauen und wie?
- Hast oder wirst Du alle Hauptfunktionen erfüllen?
- Möchtest du Vorschläge/Ideen aus der Klasse haben?

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

Auf die Reflexionsrunde folgt die eigentliche Konstruktionsphase. Einige Kinder werden bei ihren ersten Vorstellungen bleiben, andere werden Details verändern und wieder andere ein ganz neues Bauvorhaben beginnen. Je nachdem, wie heterogen die Klasse ist, können Kinder, die schon sehr weit oder fertig sind, die schwächeren 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 und „Extras“ einbauen.

8. Funktionstest und Optimierung

Am Ende der Konstruktionsphase haben die Schülerinnen und Schüler keine einfachen Modelle mehr vor sich, sondern auf die Anforderungen hin gezielt entwickelte Lösungen. Wer mit seinem Schiff fertig ist, muss es erst mal testen. Das klingt banal, aber das systematische Überprüfen der eigenen Konstruktion ist ein häufiger und wichtiger Anteil der Arbeit von Ingenieurinnen und Ingenieuren. Die Schülerinnen und Schüler sollen anhand ihrer Checkliste alle Hauptfunktionen überprüfen.

Ob ein Segel in der Realität funktionieren könnte, können die meisten Kinder nicht einschätzen. Bei einem „Lappen am Stiel“ können sie durch Pusten nachvollziehen, dass der Wind zu wenig Angriffsfläche hat. Bei einem Tuch, was zwischen 2 Masten gespannt ist, hilft die Frage, was passiert, wenn der Wind aus der falschen Richtung kommt.

9. Abnahme

Wenn die Konstruktion nach Meinung vieler Schülerinnen und Schüler fertig ist, erfolgt eine Abnahme bei der Lehrkraft. Anhand der Checkliste und dem Test im Planschbecken werden alle Funktionen überprüft.

Wichtig, das ist kein Wettbewerb!

10. Präsentation und Reflexion

In dieser Phase stellen möglichst viele Kinder ihre Warmhaltebox vor. Auf diese Aspekte sollten sie im

Rahmen der Vorstellung eingehen:

- Wie bin ich vorgegangen?
- Wo hatte ich evtl. Schwierigkeiten beim Bauen?
- Was habe ich wie und warum gemacht?
- Wo werden die „Kokusnüsse“ gelagert?
- Wie ist das Segel beschaffen, befestigt und was passiert, wenn es nass wird?
- Was gefällt Aaron besonders gut/ welche Extras hat das Boot?

Einzel oder Gruppenarbeit?

Gruppenarbeit ist für viele Kinder hilfreich, aber nicht für alle. Manche*r Ingenieur*in gibt an, als Kind nicht teamfähig gewesen zu sein, weil er seine bzw. sie ihre eigenen Ideen in der Gruppe nicht ausreichend erproben und durchführen konnte. Eine erzwungene Gruppenarbeit kann dann durchaus eine negative Erfahrung sein. Hier stehen das Entwickeln und Erproben von Ideen im Fokus und nicht die Teamarbeit.

Deswegen ist bei dieser Unterrichtsform sinnvoll, die Schülerinnen und Schüler selbst entscheiden zu lassen, ob sie allein oder im Team arbeiten wollen. Um soziale Kompetenzen und Kommunikation fördern zu können, sollen sie bei Schwierigkeiten nicht auf die Lehrkraft warten, sondern sich im Idealfall gegenseitig helfen bzw. ihre Lösungsansätze oder Detailprobleme miteinander diskutieren (vgl. Punkt 6 des startlearnING-Prinzips).

Das Herumlaufen im Klassenraum und die Formulierung sogenannter “W”-Fragen (Wie macht ihr das? Warum macht ihr das? ...) sind erlaubt. Die Lehrkraft sollte lediglich Impulse setzen oder durch gezieltes Nachfragen die Kinder auf Ideen bringen. So lassen sich gewinnbringende Team-Diskussionen in Gang setzen, ohne dass sich alle Beteiligten auf einen Lösungsweg einigen müssen.