

## II Konstruieren nach dem StartlearnING-Prinzip

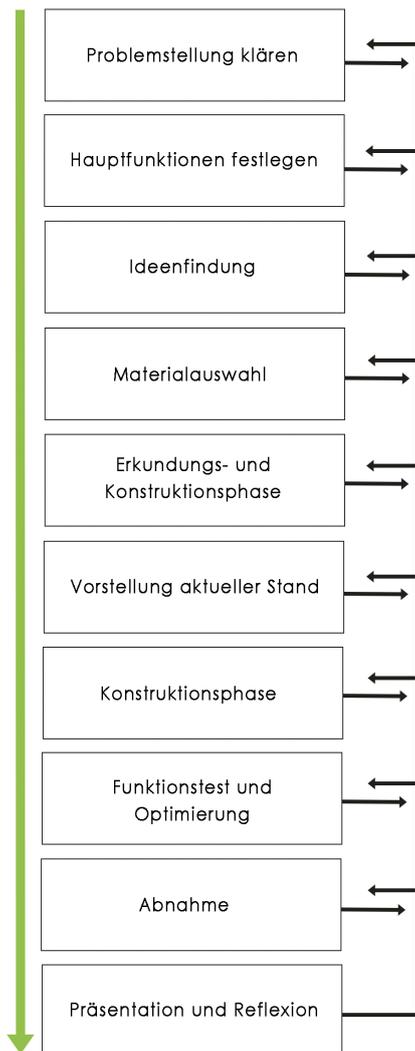


Abb. 1: Konstruktionsmethodik nach dem startlearnING-Prinzip: 10 Arbeitsphasen

Für das phasenorientierte Vorgehen für das Konstruieren nach dem startlearnING-Prinzip (in Anlehnung an die Arbeitsweise von Ingenieuren) wurde ein Flussdiagramm entwickelt (siehe 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. Nachfolgend gehen wir auf jede Arbeitsphase detailliert ein.

Im Rahmen der Unterrichtseinheit soll durch einen vernetzten Zugang aus Biologie und Technik das Interesse am technischen Konstruieren einer Wasserreinigungsanlage geweckt werden. Schüler\*innen lernen praxis- und kriterienorientiert das Konstruieren technischer Gegenstände. Erste Grundlagen des Konstruierens werden mit Alltagsmaterialien und einfachen Werkzeugen aus der Erfinderkiste 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 Gewässerreinigungskonstruktion,
- Identifikation, Analyse und Korrektur der Fehler beim Bauen und
- erfolgreiche Kommunikation miteinander.

## 2.1 Problemstellung klären

Zunächst muss möglichst genau geklärt werden, was die Konstruktion leisten soll und was nicht. Die Schüler\*innen werden vor das Problem gestellt, dass sie eine Konstruktion bauen, durch die ein (durch Algenblüte) trübe gewordener Gartenteich wieder optisch geklärt werden soll. Dabei gilt es zu beachten, dass die Tiere im Teich nicht geschädigt werden sollen. Das bedeutet, dass der Teich während des Reinigungsvorgangs nicht trockengelegt werden darf.

Die „Wasserreinigungskonstruktion“ soll...

1. eine künstlich mit Mehl verunreinigte Wasserprobe (500 ml) wieder so klar bekommen, dass man das startlearnING- Logo hindurch erkennen kann,
2. sicherstellen, dass das Hauptgefäß (analog zum Teich) nicht austrocknet,
3. sicherstellen, dass keine Tiere herausgefiltert werden,
4. mehrfach verwendbar sein und
5. transportabel sein.

## 2.2 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 unbedingt können muss, um das Problem zu lösen.

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

Über diese Funktionen soll mit den Schüler\*innen eine Liste von Anforderungen entwickelt werden (Checkliste), die die Wasserreinigungskonstruktion 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. Zusätzlich erhalten die Schüler\*innen den Tipp, dass die verwendeten Filter auswechselbar sein sollten, um bessere Ergebnisse zu erhalten.

### Hauptfunktionen („Pflicht/Muss“)

1. Das trübe Wasser wieder so klar bekommen, dass man das StartlearnIN-Logo hindurchsehen kann.
2. Einen Schutz vor dem Herausfiltern von Tieren haben.
3. Den Teich (Gefäß) nicht austrocknen
4. Transportabel sein.
5. Mehrfach verwendbar sein.

### Zusatzfunktionen („Kür/Kann“) -

#### Beispiele

-

## 2.3 Ideenfindung

Aus der Betrachtung der Funktionen ergeben sich nun Teilprobleme, die die Schüler\*innen lösen sollen (Filterung an sich, Wasser entnehmen, Wasser zurückführen): 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 von technischen Teillösungen dienen.

## 2.4 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.

## 2.5 Erkundungs- und Konstruktionsphase

Die Schüler\*innen beginnen, ihre Vorhaben in die Tat umzusetzen. Viele werden rasch auf die ersten Schwierigkeiten bei den Detailkonstruktionen stoßen. In dieser Phase ist es essentiell, 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.

## 2.6 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 „Wasserreinigungskonstruktion“ 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 Schüler\*innen 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.

## 2.7 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 jetzt unterschiedliche Hilfekarten eingesetzt werden. Es können aber auch die Schüler\*innen, die schon sehr weit oder fertig sind, die schwächeren Schüler\*innen 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.

Schüler\*innen, die deutlich früher fertig sind als der Rest der Klasse, können ihre Konstruktion optimieren, „Extras“ einbauen oder sich eine Erweiterung ausdenken.

## 2.8 Funktionstest und Optimierung

Wer mit seiner Reinigungsvorrichtung 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 Ingenieur\*innen. (Die meisten Kinder prüfen auch während der Konstruktionsphasen, ob einzelne Teile funktionieren.) Die Schüler\*innen sollen anhand ihrer Checkliste erst alle Hauptfunktionen überprüfen. Dazu benötigen sie eine verunreinigte Gewässerprobe (Stärkelösung) und zwei Behältnisse.

Wenn alle Hauptfunktionen realisiert sind, können sie die Zusatzfunktionen überprüfen. Die 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:

- Tritt irgendwo ungewollt Wasser aus?
- Wird der Wasserfluss unterbrochen? Verstopfungen?
- Wird das Wasser gut aufgefangen?
- Trocknet das Hauptgefäß zu sehr aus?
- Geraten die "Fische" in die Reinigungsvorrichtung?
- Wird die Lösung nicht klar genug, um das startlearnING- Logo - Kärtchen durch das Behältnis zu sehen?

## 2.9 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 Wasserreinigungskonstruktion alle Hauptfunktionen erfüllt, ist die Aufgabe erfüllt.

Es muss bedacht werden, dass am Ende eines Konstruktionsprozesses kein verkaufbares 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 die Konstruktion die geforderten Funktionen erfüllt - so sicher, dass sie nicht beim dritten Benutzen auseinanderfällt.

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