

### 1. Einzel- oder Gruppenarbeit? Zur Frage der Lernorganisation

Gruppenarbeit ist für viele Kinder hilfreich, aber nicht für alle. Mancher Ingenieur bzw. manche Ingenieurin gibt an, als Kind nicht teamfähig gewesen zu sein, weil er seine bzw. ihre eigenen Ideen in der Gruppe nicht ausreichend erproben und durchführen konnte. Eine erzwungene Gruppenarbeit kann dann durchaus eine negative Erfahrung sein.

Primäres Ziel dieser Aufgabe ist nicht das Einüben von Teamarbeit, sondern das Finden und Erproben von kreativen technischen Lösungen.

Deswegen ist es bei dieser Unterrichtsform sinnvoll, die Schüler\*innen selbst entscheiden zu lassen, ob sie allein oder im Team arbeiten wollen. Um trotzdem soziale Kompetenzen 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 bis zu einer bestimmten Grenze erwünscht. 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.

### 2. Transfer vom Experiment zur Konstruktion

Vor dem Bau der Kalthalteboxen stehen die Experimente. Am Ende jedes Experimentes kommt die Frage, was diese Erkenntnis für die Konstruktionsaufgabe bedeutet.

Selbst wenn Kinder diese Frage korrekt beantworten, bedeutet das noch lange nicht, dass sie diese Erkenntnis wirkungsvoll umsetzen können.

Teilweise stehen Alltagseindrücke im Gegensatz zu dieser Erkenntnis und ein Gefühl für Größenordnungen fehlt mangels Erfahrung.

### 3. Umgang mit typischen Fehlern

#### Spiegelfolie in der Box statt an den Außenseiten

Hier zeigt sich deutlich, wie schwer es ist, mit einem Experiment gegen Alltagseindrücke anzukommen. Die Kinder kennen Kühltaschen, die innen weiß oder spiegelnd und außen bedruckt sind und viele Menschen glauben, dass es dafür physikalische Gründe gibt.

Der Grund ist aber viel profaner. Die verwendeten Isolierfolien sind eigentlich beidseitig verspiegelt (vielfältiger einsetzbar und billiger), aber wenn man Taschen bedruckt, tut man das natürlich auf der Außenseite. Die Spiegelfolie innen hat keinerlei Nutzen beim Transport von kalten Dingen, schadet ihnen aber auch nicht. Dafür könnte man diese Taschen auch sehr gut zum Warmhalten benutzen.



Abb. 10: Kalthaltebox mit innenliegender Spiegelfolie

Bei den meisten Kindern hilft die Frage, von wo die Wärmestrahlung kommt, die nicht zur Flasche gelangen soll. Einige insistieren jedoch auf die „Profi-Taschen“ aus dem Supermarkt, da ist dann der Hinweis angebracht, dass diese nur innen verspiegelt sind, weil das billiger ist.

#### Keine Wärmeisolierung am Boden der Box

Im Unterricht und in unseren Experimente lernen die Kinder, dass warme Luft nach oben steigt. Bei einigen entsteht der Eindruck, dass ihre Box nur nach oben vor Wärmestrahlen und Wärmeleitung schützen müssen.

Durch die Frage, wie warm der Asphalt, über den das Fahrrad fährt, im Sommer sein könnte, stellt sich meistens die Einsicht ein, dass Wärme (anders als beim Termitenbau) auch von unten kommen kann.

#### Undichte Box

Manchmal übersehen Kinder Löcher oder glauben, dass oben die Warme Luft aus der Box austritt. Dass von draußen aber nur warme Luft in die Box kommen kann, ist recht offensichtlich, wenn man nachfragt.



Abb. 11: Wärmeströmung

#### Konvektion wird nicht verhindert

Dass die Menge der frei beweglichen Luft um die Flasche herum einen erheblichen Einfluß auf die Erwärmung von Getränk bzw. Eiswürfel hat, ist vielen Kindern (und Erwachsenen) am Anfang nicht bewußt.

Spätestens beim Testen fällt jedoch schnell auf, dass der Eiswürfel in Boxen, bei dem die Flasche noch mal extra eingepackt ist, (oder so eng, dass wenig Luft in der Box ist) langsamer Schmelzen, als in Boxen mit viel Luft, die sich um den Eiswürfel herum bewegen kann.

Falls es den Kinder nicht in der Diskussion selber auffällt (was meistens passiert), ist hier ein Hinweis sinnvoll, dass mehr warme Luft innerhalb der Box auch mehr Wärmeenergie an das Getränk abgeben kann.

## X Beurteilung der Schüler\*innenleistungen

Eine Konstruktionsaufgabe ist ein genauso schwieriges wie spannendes Lehr- und Lernprojekt. Das Ziel ist erreicht, wenn

- die Schülerinnen und Schüler offen und doch zielgerichtet Lösungen entwickeln,
- die Lösungen wohlwollend, aber dennoch kritisch bewertet werden,
- der Nutzen der Vergleichsmöglichkeit mit anderen Lösungen erkannt wird und
- einmal gefundene Lösungen immer wieder auf die Zielsetzungen hin überarbeitet werden.

Wenn das im Unterricht beobachtet werden kann, wurde tolle Arbeit geleistet!

Die Gefahren liegen im Spannungsfeld zwischen zu großer Offenheit und zu strikter Geschlossenheit. Es darf weder beliebig gebastelt werden, ohne die Anforderungen und Umgebungsbedingungen zu beachten, noch dürfen nach Anleitung Lösungen Anderer nachgebaut werden. In beiden Fällen kämen die Schülerinnen und Schüler zu materiellen, vorzeigbaren Ergebnissen, würden aber die angestrebten Kompetenzen nicht erreichen. Alles, was funktioniert, ist richtig. Ob die Lösung gut oder schlecht funktioniert, hängt von den gesetzten Zielen ab. Lange Haltbarkeit wird nicht gefordert, Wartungsfreundlichkeit und Eignung für die Massenfertigung auch nicht. Daher ist die ganze Spannbreite von „schnell und einfach“ bis „komplex und raffiniert“ erst mal gleichwertig. Der Weg zum Ziel ist ein wichtiger Teil des Lernprozesses.

### Wichtige Kompetenzen beim Konstruieren

Das Vorgehen von Kindern beim Konstruieren ist sehr unterschiedlich und abhängig von Erfahrungen, handwerklichem Geschick und der Persönlichkeit. Es gibt nicht die eine richtige Arbeitsweise, so wie es auch nicht die eine richtige Lösung für eine Konstruktionsaufgabe gibt. Dennoch gibt es Kriterien, die für das Konstruieren wichtig sind und eine Bewertung ermöglichen. Die vorgeschlagenen Bewertungsfelder unterteilen sich in die Bereiche des Konstruktionsprozesses und der entstandenen Konstruktion (= Produkt), für die es jeweils eine Note gibt.

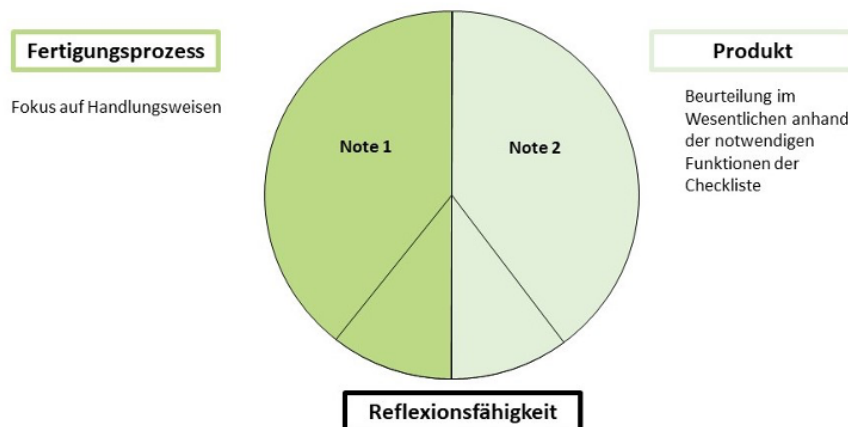


Abb. 12: Zusammensetzung der Note

### Der Konstruktionsprozess - Bewertung auf 3 Ebenen:

Um den Konstruktionsprozess bewerten zu können, wird das Augenmerk auf den Fertigungsprozess sowie die Reflexion des Konstruktionsablaufs gelegt.

Kategorien	Punkte				
	1	2	3	4	5
<b>Der Fertigungsprozess (Fokus auf Handlungsweisen)</b>					
Der Schüler/ Die Schülerin arbeitet konzentriert an seiner/ ihrer Konstruktion.					
Der Schüler/ Die Schülerin nennt durchdachte Ideen zum aktuellen Vorgehen.					
Der Schüler/ Die Schülerin nennt Alternativen zum eigenen Vorgehen.					
Der Schüler/ Die Schülerin begründet seine/ihre Entscheidung für die gewählte Umsetzung.					
Der Schüler/ Die Schülerin erklärt Funktionsweisen der eigenen Konstruktion.					
Der Schüler/ Die Schülerin unterscheidet wichtige und unwichtige Funktionen.					
Der Schüler/ Die Schülerin erkennt eigene Fehler.					
Der Schüler/ Die Schülerin löst Probleme selbständig.					
Der Schüler/ Die Schülerin setzt Lösungsvorschläge um.					
<b>Reflexionsfähigkeit (Fokus auf die Metaebene des gesamten Konstruktionsablaufs)</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Der Schüler/ Die Schülerin ...					
... kann seinen/ihren Konstruktionsablauf wiedergeben.					
... kann das Vorgehen seines/ihrer Konstruktionsablaufs begründen.					
... kann Alternativen zum eigenen Konstruktionsablauf benennen.					

Tab. 4: Benotungsraster Fertigungsprozess

Für Punkteverteilung schlagen wir diese Notenskala vor:

Punkte	Note	Punkte	Note
60	1	30	3-4
59		29	
58		28	
57	1-	27	4+
56		26	
55		25	
54	1-2	24	4
53		23	
52		22	
51	2+	21	4-
50		20	
49		19	
48	2	18	4-5
47		17	
46		16	
45	2-	15	5+
44		14	
43		13	
42	2-3	12	5
41		11	
40		10	
39	3+	9	5-
38		8	
37		7	
36	3	6	5-6
35		5	
34		4	
33	3-	3	6+
32		2	
31		1	
		0	6

Tab. 5: Notenskala Fertigungsprozess

**Bewertung des Produkts:**

Sofern es mitbewertet werden soll, wird das Produkt anhand der Kriterien aus der Checkliste sowie der Reflexionsfähigkeit der Schülerinnen und Schüler zum Produkt bewertet. Ästhetische Aspekte werden bei der Bewertung nicht berücksichtigt, da der Fokus beim Konstruieren auf der Funktionalität des Produktes liegt. Hier macht es keinen Sinn, zwischen 1 und 5 zu differenzieren, die Beurteilungsspanne ist deutlich enger. Die unteren beiden Punkte befassen sich wieder mit der Reflexionsfähigkeit, die wieder eine Bewertungsspanne von 1-5 hat. Insgesamt können maximal 22 Punkte erreicht werden.

### Bewertung der entstandenen Konstruktion:

Kriterien	Punkte				
<b>Das Produkt ...</b>					
... wurde fertiggestellt	1	2	3		
... hält die Flasche kühl	1	2	3		
... verfügt über Strukturen, die die Wärmeleitung unterbinden	1	2	3		
... verfügt über Strukturen, die die Wärmestrahlung unterbinden	1	2	3		
... verfügt über Strukturen, die die Konvektion reduzieren	1	2	3		
... ist transportabel	1	2	3		
... enthält eine Vorrichtung, mit der die Flasche fixiert werden kann	1	2	3		
<b>Reflexion</b>					
Der/Die Schüler*in kann seine/ ihre Konstruktion anhand der gestellten Kriterien (Checkliste) beurteilen	1	2	3	4	5
Der/ Die Schüler*in kann Verbesserungsmöglichkeiten für die eigene Konstruktion benennen	1	2	3	4	5
Der/ die Schüler*in kann Schwachpunkte (= Wärmebrücken) an der eigenen Konstruktion benennen	1	2	3	4	5

Tab. 6: Bewertungsraster Konstruktion

### Unser Vorschlag für die Noten aus der Punkteverteilung:

Punkte	Note	Punkte	Note
36	1	18	3-4
35		17	
34	1-	16	4+
33		15	
32	1-2	14	4
31		13	
30	2+	12	4-
29		11	
28	2	10	4-5
27		9	
26	2-	8	5+
25		7	
24	2-3	6	5
23		5	
22	3+	4	5-
21		3	
20	3	2	5-6
19	3-	1	6+
		0	6

Tab. 7: Notenskala Konstruktion