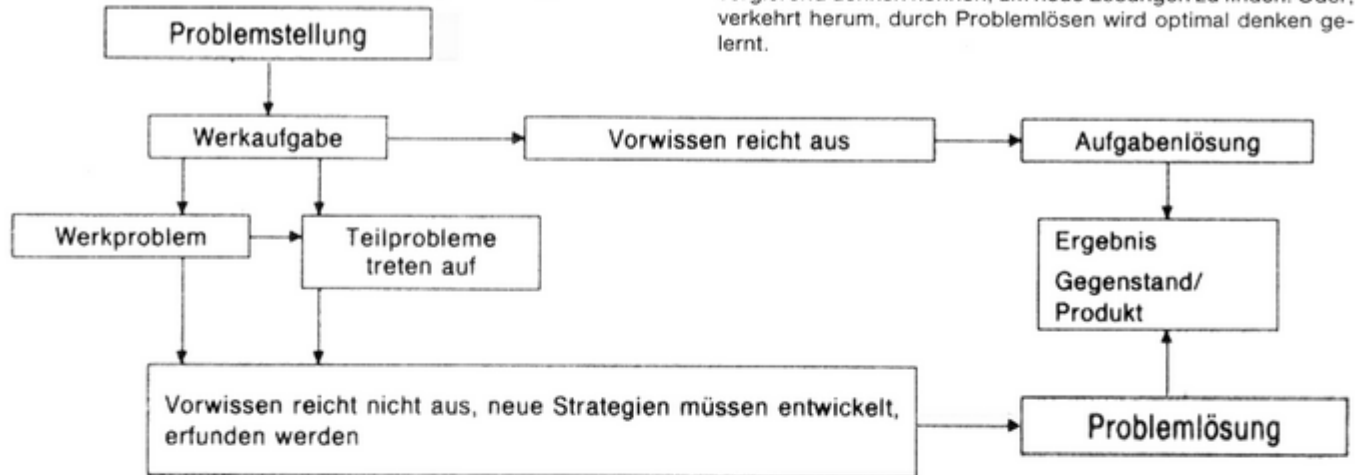


GUSTAV ZANKL

Fallstudie „Balkenbrücke als Problemlösungsprozeß“

Aufgabenlösung – Problemlösung



Problemlösen heißt sich vom Problem lösen (Zit. 2), heißt divergierend denken können, um neue Lösungen zu finden. Oder, verkehrt herum, durch Problemlösen wird optimal denken gelernt.

Problembegrenzung:

Demonstration: Der kurze Stab (Balken) wird auf die Auflager gelegt und mit einem Gewicht, Bleistück, belastet. Die Durchbiegung wird sichtbar.

Problemstellung:

Ihr sollt mit dem zweiten Stab (Balken), dem Klebeband und mit den Händen als Werkzeug Konstruktionen erfinden, damit die Durchbiegung des aufgelegten Stabes (Balkens) verhindert wird.

Lösungen:

Die Abbildungen 2 – 16 zeigen Lösungen, wie sie von Schülern, Studenten „erfunden“ oder nacherfunden wurden.

Bei Schülern sind es fast immer originäre „Erfindungen“. Einige Lösungen sind von den bildhaften Umweltinformationen beeinflusst, **aber das vordergründige bildhafte Verständnis von Überbrückungen wird erst durch den erkundenden erfindenden Konstruktionsprozeß zu einem vertieften Funktionsverständnis**. Die mehrkanalig verarbeiteten Informationen über das Auge (optische Wahrnehmung), die Hand (haptisch-taktile Wahrnehmung) und durch das Gehirn (kodieren, verknüpfen, speichern) lassen aus Begriffshülsen erst durch diesen handelnden Umgang fundierte, gesicherte und dadurch verfügbare Begriffe werden.

Nach Frederic Vester ist mehrkanaliges Lernen jener Weg, der zum größtmöglichen Bildungserwerb führt.

In den meisten Fällen ist der Lernprozeß mit den gefundenen Problemlösungen nicht abgeschlossen. Entscheidend für ein umfassendes Problembewußtsein ist der Vergleich der gefundenen Lösungen nach der in der Konstruktion sichtbar gewordenen Effizienz inklusive der ökonomisch verwendeten Bauteile. Sicher läßt sich der Kriterienkatalog für die Beurteilung je nach Anforderungsliste erweitern.

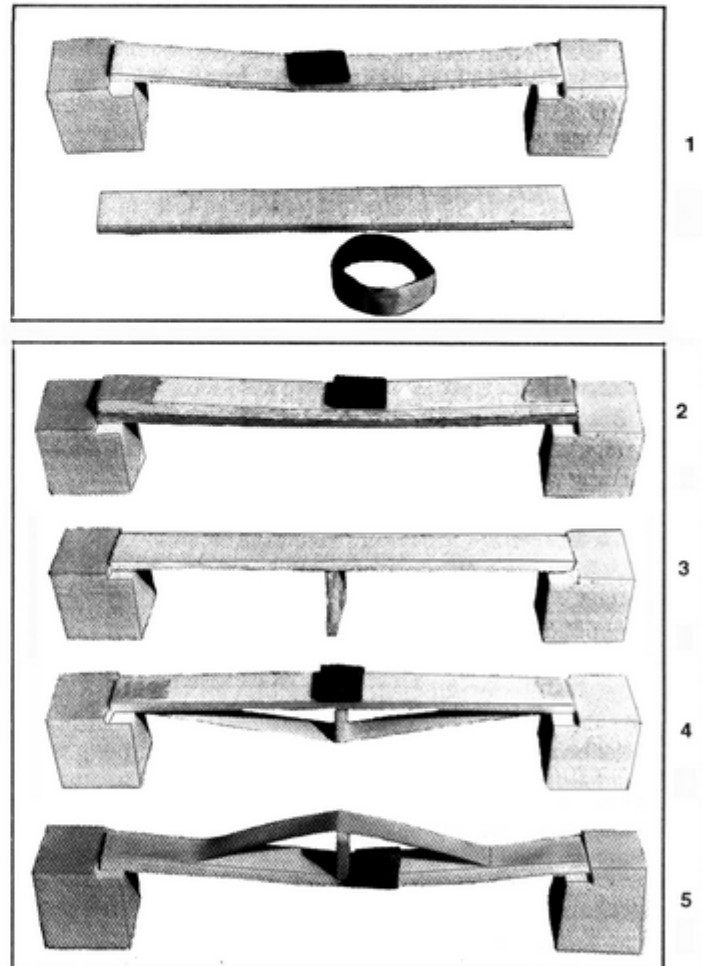
Bemerkung zu den einzelnen Lösungen:

(Abb. 2)

Die Verdoppelung des Balkens ist oft der erste Problemlösungsversuch (3). Selbst ein Zusammenfügen der beiden Balken (Stäbe) verhindert das Durchbiegen nur wenig (4).

(Abb. 3)

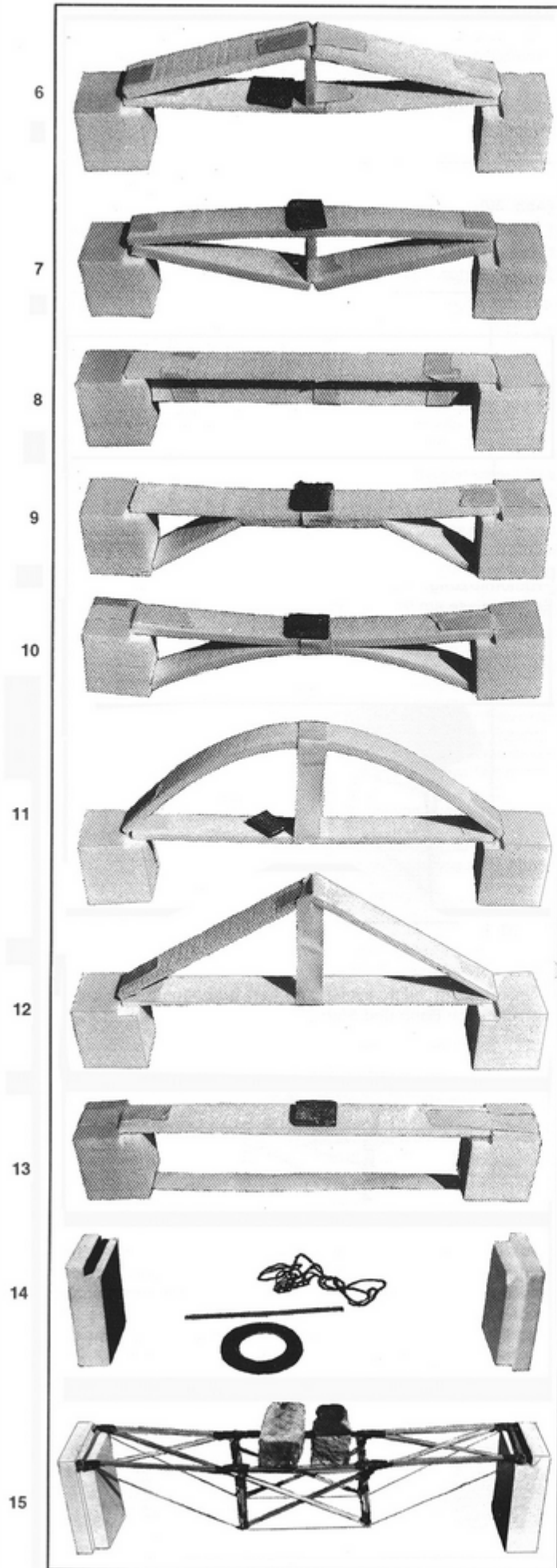
Die Lösung mit der Mittelstütze ist optimal, verringert aber die Stützweite. Hier wird deutlich, daß die Formulierung des Problems präziser erfolgen muß. Aber aus dieser Lösung ergeben sich eine Reihe von weiteren Problemlösungen.



(Abb. 4 und 5)

Die Mittelstütze wird beibehalten, aber die Drucklast wird über die linke und die rechte Bandseite auf die jeweiligen Auflager abgetragen. Die Biegespannung am Balken wird durch die Zugspannungen an den Bändern ausgeglichen und ins statische Gleichgewicht gebracht (6).

Erkenntnisgewinn: Stäbe können Druck- und Zugkräfte aufnehmen, Bänder nur Zugkräfte. Dies wird bei der Umkehrung des Prinzips in Abb. 7 eindeutig. Die Obergurte müssen Druckkräfte aufnehmen, müssen also Stäbe sein (siehe dazu Abb. 8).



(Abb. 6 und 7)

Stäbe können Druck- und Zugkräfte aufnehmen. Dies wird in den Abb. 6 und 7 in der Zusammenschau mit den Abb. 4 und 5 deutlich.

Die **systematische Auswertung der Problemlösungen** ist für den Erkenntnisgewinn entscheidend.

Im Sinne des spiralcurricularen Aufbaues des Lehrplanes der Werkerziehung/Technik kann in der Altersstufe der 10- bis 15jährigen dieser Ansatz aus der Grundschule wiederholt und die Begriffe auf die Fachwerke (Fachwerkscheibe und Raumfachwerk) ausgedehnt und weitergeführt werden.

(Abb. 8)

Fast gleichzeitig mit der „Mittelstützenlösung“ (3) wird immer die sehr wirksame T-Profil-Lösung eingebracht.

(Abb. 9)

Auch die Sprengwerkklösung ist nicht selten. Diese klassische Konstruktionsform ist fast ein Archetyp, sie kann schon auf Felsritzzeichnungen im Zweistromland nachgewiesen werden.

(Abb. 10-11)

Fast immer bringen die Schüler den unterspannten und den überspannten Bogen als Problemlösung. Die „Schubwirkung“ auf die Auflager wird sichtbar.

Die Lösung des neu aufgetretenen Problems: Der zu geringe Gegen-
druck der Widerlager wird durch das Festkleben mit dem Kle-
bestreifen bewältigt. Simpel, aber wirksam sind sehr oft diese
kindlichen Lösungsvorschläge und geben uns wichtige Einbli-
cke in Denk- und Konstruktionsweisen. Bei Abb. 11 kann bei zu-
sätzlicher Belastung das „Ausbeulen“ des Bogens sichtbar
werden. PS-Hartschaumstoff ist dazu sehr geeignet.

(Abb. 12)

Konstruktiver Überbau aus geraden Stäben (Fachwerkklösung):

Ähnlich verhält es sich auch bei dieser Lösung. Bei erhöhter
mittiger Belastung kann das Ausbeulen der Stäbe und damit
auch der Kräfteverlauf in diesem System sichtbar werden.

(Abb. 13)

Balken mit Vorspannung: Die Vorspannung wirkt der Zugspannung
an der unteren Seite des Balkens entgegen.

Dieser Lösungsvorschlag setzt allerdings das
Grundverständnis von „Vorspannung“, quasi wie bei Spannbeton,
voraus. Eine ökonomisch optimale Lösung, weil der zweite
Stab überhaupt nicht gebraucht wurde. Das Band hält den Bal-
ken im Gleichgewicht.

Beispiel für eine 4. Schulstufe:

Problemstellung:

**Ein großer Abstand (50 cm) soll überbrückt werden.
Werkstoffe: Holzstäbe, Spaltholz, ca. 20 cm, Klebe-
band, 8 mm breit, Schnur (Abb. 14)**

Schülerlösung nach systematischer Erkundung der Eigen-
schaften von Band und Stab