

Fritz Kaufmann

Überbrückungen, Türme und Gerüste

Für die Grundschule bearbeiteter
Auszug aus
Horst Hörner/Fritz Kaufmann
Statische Probleme bei Brücken,
Türmen und Masten

Handbuch III zum
fischertechnik-Schulprogramm

fischertechnik Schulprogramm



Sämtliche Rechte bei
Fischer-Werke
Artur Fischer GmbH & Co. KG, Tumlingen-Waldachtal 3
Technische Änderungen vorbehalten.

Anstelle eines Vorworts

In allen Lehrplänen für die Grundschulen der einzelnen Bundesländer sind Lerninhalte aus dem Bereich Bautechnik vertreten. Sie sollen in der Schulpraxis sowohl mit herkömmlichen Werkmaterialien als auch mit genormten Bauteilen, u. a. auch mit Technischen Baukästen, erarbeitet werden (siehe z. B. Lehrplan für die Grundschule, Teil „Werken“, Amtsblatt des Bayer. Staatsministerium für Unterricht und Kultus Nr. 9 vom 10. 5. 1971).

Mit dem Medium fischertechnik-Lernbaukasten (Bauteile aus dem u-t 1 und u-t S) kann, gegebenenfalls unter zusätzlicher Verwendung von üblichen Werkmaterialien, u. a. von Buchen-Rundstäben von 4 bzw. 5 mm ϕ und Schnüren, schon in der Primarstufe didaktisch legitim und lernökonomisch gearbeitet werden. Hierbei können die Schüler im Umgang mit genormten Teilen – ein Verfahren, das einem in der heutigen Technik angewandten Konstruktions- und Herstellungsverfahren entspricht – selbständige Lösungen finden oder im Sinne einer mehr gebundenen Unterrichtsform Modelle teilweise nachgestalten. Beide Unterrichtsformen führen zu elementaren Einsichten in einfache statische Zusammenhänge.

Die Modelle können durch die Auswahl der verwendeten Kunststoffe in den Prüfsituationen weitaus mehr belastet werden, als dies bei anfälligeren Papier- oder Pappkonstruktionen der Fall ist.

Diese Schrift will dazu beitragen, daß auch Lehrkräfte, die nicht in diesem Bereich ausgebildet sind, in dem für die Grundschule noch neuen Aufgabenfeld ihren Unterricht lernzielorientiert durchführen können.

In der gebotenen Kurzform wird versucht, durch die Vorbemerkungen, die Lernzielformulierung, die Arbeitsaufträge, die Hinweise zum Unterricht und durch die Bildunterschriften zu einer ausreichenden Sachinformation beizutragen.

Eine von den Fischer-Werken ausgearbeitete Übersicht soll aufzeigen, welche Themen in den einzelnen Bundesländern in den betreffenden Grundschul-Lehrplänen genannt sind.

Übersicht über die Themen zum Bereich „Bau“ in den Lehrplänen der Bundesländer

Material: fischertechnik-Lernbaukästen u-t 1 und u-t S

Themen des Lehrplanes	Literatur		Lehrpläne										
	Unterrichtshilfen		Baden-Württemberg	Bayern	Berlin	Bremen	Hamburg	Hessen	Niedersachsen	Nordrhein-Westfalen	Rheinland-Pfalz	Saarland	Schleswig-Holstein
	Handbücher, Broschüren Nr.	Unterrichtsbeispiele im „Forum“											
1.1 Statisches Bauen, Standfestigkeit, Gleichgewicht	6,		×	×	×		×	×	×		×	×	×
1.2 Druck- und Zugbelastung	6,												×
1.3 Stütze und Last	6,			×			×	×	×	×			
1.4 Türme, Masten	6,		×	×	×		×		×		×	×	
1.5 Überbrücken, Brücken	2, 4,		×	×	×		×	×	×	×	×	×	
1.6 Tankstellenüberdachung			×					×					
1.7 Klettergerüst, Baugerüst, Skelettbau, Sprungturm	6,	2/74	×	×					×	×	×	×	
1.8 Rutsche, Kletterbaum	2, 4, 6						×		×				
1.9 Kran	2, 4, 6		×				×				×	×	
1.10 Stadtmodell			×				×	×	×				

2 Walter Breunig, Hans Maier, Gerhard Ruckwied, Helmut Wiederrecht: Handbuch II „Technische Elementarbildung in der Primarstufe“ Fischer-Werke, Tümlingen; 1973

4 Raabe – Schietzel – Vollmers „Unterrichtsbeispiele zur Technischen Bildung in der Grundschule – ein Erfahrungsbericht“ Fischer-Werke, Tümlingen, 1972

6 Ullrich – Klante „Technik im Unterricht der Primarstufe“ Fischer-Werke, Tümlingen, Otto Maier Verlag, Ravensburg 1973 z. T. für fischertechnik-Lernbaukasten ut 1

Unterrichtsbeispiele im Forum:
„Forum technische Bildung“, eine Informationsschrift der Fischer-Werke für Schulen.

Ab Oktober 1977:
Forum technische Bildung – Primarstufe
Schulverlag Vieweg, Düsseldorf

Vorbemerkungen zur Sachinformation Zum Zweck der Brücken

Eine Brücke ist ein Ingenieurbauwerk, das einen oder mehrere Verkehrswege über einen anderen Verkehrsweg (oder mehrere andere Verkehrswege) führt oder geographische Hindernisse, wie Geländeeinschnitte, Schluchten, Täler, Flüsse, Seen, Meeresschluchten überbrückt. Eine Brücke kann auch als Träger von Versorgungsleitungen dienen, z. B. Frischwasser, Abwasser, Gas, Rohöl usw.

Zur Einteilung der Brücken

Der Lehrer, der schon in der Primarstufe technischen Unterricht erteilt und sich eine Übersicht in die Einteilung von Brücken verschaffen will, findet in der ingenieurwissenschaftlichen Literatur vielfältige Einteilungen vor. Diese Einteilungen erschweren eher den Zugang zu einer strukturierten Übersicht, als daß sie ihn erleichtern.

Auch im Bereich der werkdidaktischen Literatur ist mir bisher keine Darstellung bekannt, die das gesamte Gebiet so erfaßt, daß sie sowohl den ingenieurwissenschaftlichen Ansprüchen genügt, als auch die Sache unter didaktischen Gesichtspunkten so strukturiert, daß der gesamte Komplex überschaubar wird.

Für den technisch orientierten Sachunterricht in der Grundschule genügt eine Einteilung der Brücken nach der Statik der Tragsysteme. Andere Einteilungen, z. B. nach konstruktiver Ausbildung der Hauptträger, nach Verwendungszweck usw. müssen hier entfallen.

Aus meinem Beitrag über Allgemeine Fragen des Brückenbaus im Lehrerhandbuch III stelle ich hier die Tafel III (s. Seite 12) vor.

In ihr sind drei Hauptgruppen zu erkennen:

1. Balkenbrücken
2. Bogenbrücken
3. Hängebrücken

Für diese drei Primärformen der Lastabtragung werden in der Literatur die verschiedensten Angaben über die einzelnen Stützweiten gemacht.

Unter Stützweite – auch Spannweite genannt – ist die Entfernung zwischen den gedachten Auflageachsen zu verstehen. Da es aber für den Lehrer wichtig ist, doch wenigstens in etwa verbindliche Angaben über die Brückenspannweiten zu erhalten, wagte ich diesen Versuch der Zahlenangaben.

Zu den Balkenbrücken

Die am häufigsten vorkommenden Brückentragwerke sind die Balkenbrücken. Wie die Übersicht zeigt, gibt es eine breite Skala von Konstruktionsvarianten, vom sog. einfachen Balken auf zwei Stützen mit kleiner Stützweite bis zur modernsten Brückenform, dem seilverspannten Balken.

Auf diese Brückenform der Balkenbrücke sollte sich der Unterricht begrenzen; die Statik des Bogens, bzw. der Seillinie ist sogar für die Sekundarstufe m. E. (wenn sie statisch richtig angegangen wird) ein recht schwieriges Unterfangen.

Einteilung der Balkenbrücken nach der Statik der Tragsysteme

<p>1.11.1 Einfache Balkenbrücken Balken auf zwei Stützen: BALKENTRÄGER Stützweiten 5–20 m</p> 	<p>1.11.3 Verstärkte Balkenbrücken Durch geneigte Streben unterstützter Balken: SPRENGWERK Stützweiten 10–25 m</p> 
<p>1.11.2 Zwischengestützte Balkenbrücken Balken auf mehreren Stützen ohne Gelenke: DURCHLAUFTRÄGER Stützweiten der Hauptöffnungen 30–250 m</p>  <p>Balken auf mehreren Stützen mit Gelenken: GELENKTRÄGER (GERBERTRÄGER) Stützweiten der Hauptöffnungen 100–500 m</p> 	<p>Überspannter Balken: HÄNGEWERK Stützweiten 10–20 m</p>  <p>Unterspannter Balken: HÄNGEWERK Stützweiten 10–25 m</p> 
<p>1.11.4 Seilverspannte Balkenbrücken SCHRÄGSEILBRÜCKE Stützweiten 150–450 m</p> 	<p>1.11.5 Versteifte Balkenbrücken LANGERBALKEN (Auch als versteifter Stabbogen statisch ein Balken) Stützweiten 50–250 m</p> 

Überbrückungen

Modellbeispiele mit u-t 1

Vorschlag 1: Brücke über eine Autobahn, mit Stützpfiler

Modellbeispiele mit u-t S (und z.T. mit u-t 1)

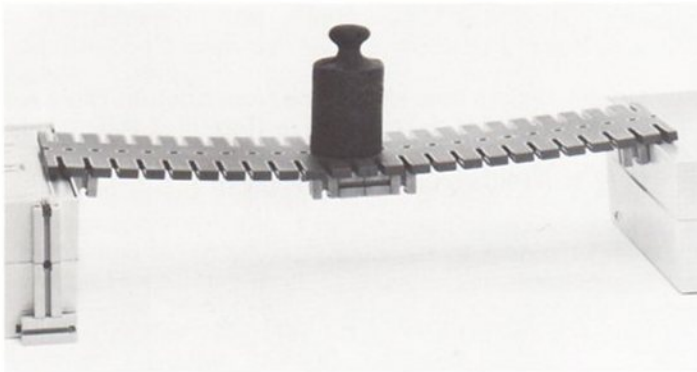


Abb. 1a) Je zwei aufeinandergestapelte Lernbaukästen dienen als Brücken-Auflager. Sie sollten genau 75 mm hoch sein – wie es der „Maßstab“ vorn links zeigt (Höhe evtl. durch Zugabe oder Wegnahme von Deckeln ausgleichen). Die Fahrbahn ist lose aufgelegt und belastet, sie besteht aus zwei großen Grundplatten.

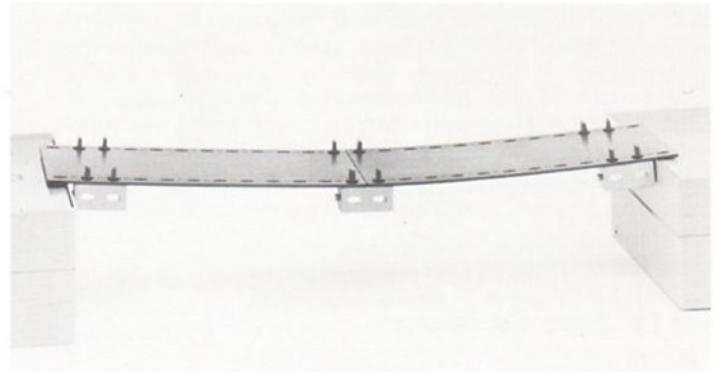


Abb. 1b) Auflager wie bei Abb. 1a. Auch hier ist die Fahrbahn nur lose aufgelegt. Das Problem der Lager wird noch nicht angesprochen; wichtig ist nur das lose Auflegen. Das Zusammenbringen der beiden Platten ist im unteren Bildrand dargestellt, ebenso die Anbringung der „End-Steine“, die wie in Abb. 1a eine zu überbrückende Strecke von 330 mm Stützweite ergeben.

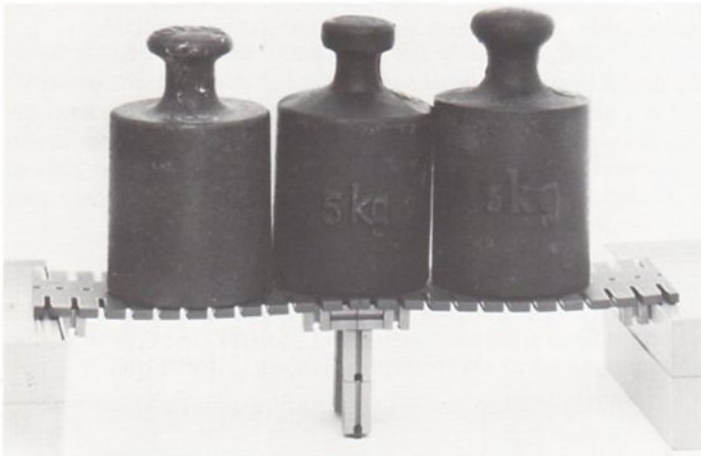


Abb. 2a) Das im 2. Teilziel genannte Konstruktionsprinzip – Fahrbahn von unten stützen – ist hier nur direkt über der angebrachten Stütze (zwei Bausteine 30 und Verbindungsstück) wirksam; zwischen Auflagern und Stütze herrscht bei Belastung weiterhin Biegebeanspruchung vor; sie muß durch Materialverstärkung aufgefangen werden.

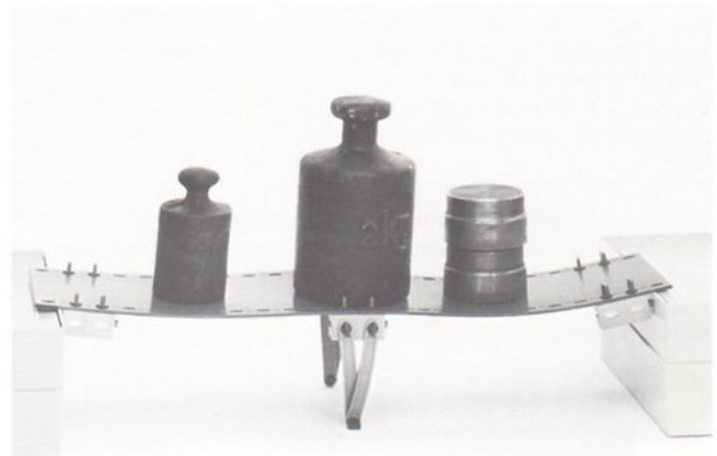


Abb. 2b) Dasselbe Konstruktionsprinzip, wie bei Abb. 2a ergibt mit den Platten des Statik-Lernbaukastens eine noch stärkere Durchbiegung der Fahrbahn. Die falsch verwendeten Streben sind als Stütze ungeeignet, weil sie nicht auf Druck beanspruchbar sind.

Lernziele

1. Die Schüler sollen durch Konstruieren eigener Modelle erkennen, daß eine auf Biegung beanspruchte Fahrbahn durch verschiedene Einwirkungen von Widerstandskräften aufgefangen werden kann.
2. Die Schüler sollen entdecken, wie innerhalb eines Tragwerksystems durch das Zusammenwirken von Druck- und Zugkräften ein Kräfteverlauf entsteht, der zur Lastabtragung notwendig ist.
3. Die Schüler sollen bei der Konstruktion von Modellen die Wahl der Bauteile von der Sache her begründen können.

Vorschläge zum Lernziel 1

1. Teilziel
Die Schüler sollen erkennen, daß die durch die Last bedingte Biegung der Fahrbahn durch eine Gegenkraft aufgefangen werden muß.
2. Teilziel
Die Schüler sollen erkennen, daß die zur Stabilisierung der Fahrbahn erforderlichen Gegenkräfte durch drei Konstruktionsprinzipien, die jeweils verschiedene bautechnische Ausführungen erlauben, verwirklicht werden können. Die Konstruktionsprinzipien heißen: Fahrbahn von unten stützen – Fahrbahn nach oben aufhängen – Fahrbahn durch Material verstärken (Formänderung durch Profilgebung).
3. Teilziel
Bei Belastung der Brückenkonstruktion sollen die Schüler eventuelle Mängel erkennen und die Ursachen nennen, indem sie in ihren Modellen die spezifische Wirkung der verschiedenen Beanspruchungsarten (Druck, Zug, Biegung usw.) auf die einzelnen Bauteile analysieren. Die in der Analyse gewonnenen Erkenntnisse sollen bei der Verbesserung der Modelle berücksichtigt werden.

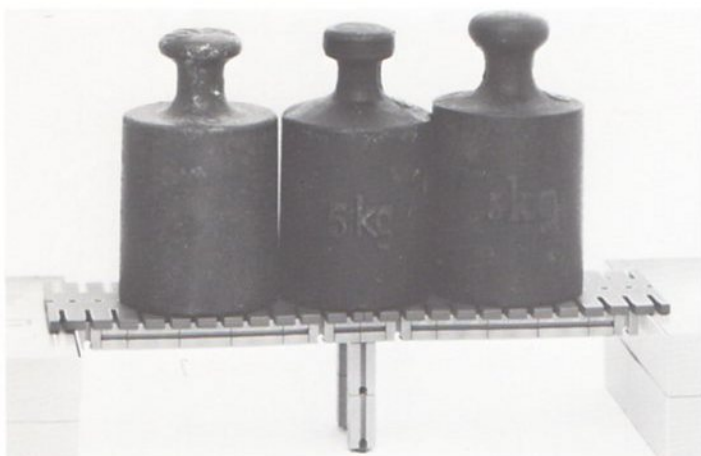


Abb. 3a) Die eingefügten Bausteine erbringen die Verbesserung der Biegesteifigkeit im Sinne des unter dem 2. Teilziel genannten Konstruktionsprinzips – Fahrbahn durch Material verstärken – (Formänderung durch Profilgebung).

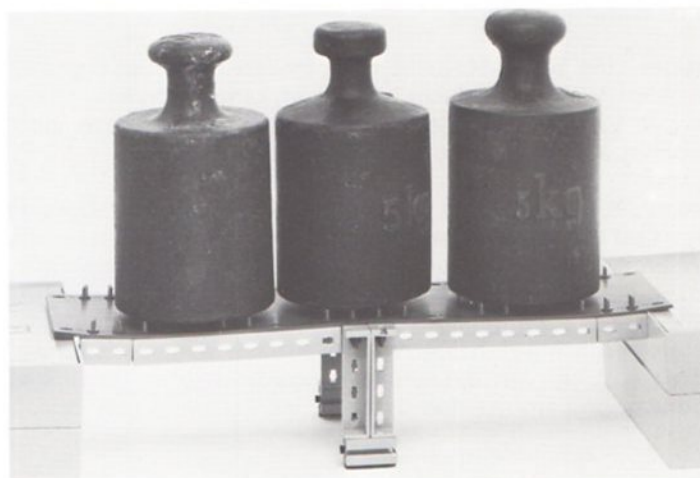


Abb. 3b) Auch diese Verstärkung durch die Winkelträger unterhalb der Fahrbahnplatten bewirkt eine bessere Stabilisierung (Formänderung durch Profilgebung). Diese Stützen sind auf großen Druck beanspruchbar.

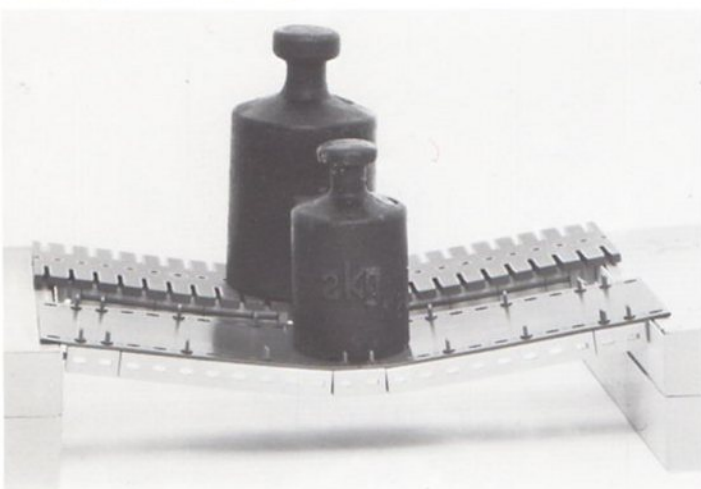


Abb. 4) Sobald die mittleren Stützen entfernt sind, ist die Durchbiegung wieder stärker; die Materialverstärkung allein (durch die eingesetzten Bausteine) ergibt noch nicht die notwendige Stabilität für diese Stützweite.

Die noch flexibleren Bauteile des u-t S biegen sich bei weniger Belastung stärker durch.

Nur mit einer Stütze in der Mitte (– von unten stützen –) können diese Brückenkonstruktionen die auftretenden Kräfte ohne zu starke Durchbiegung ableiten.

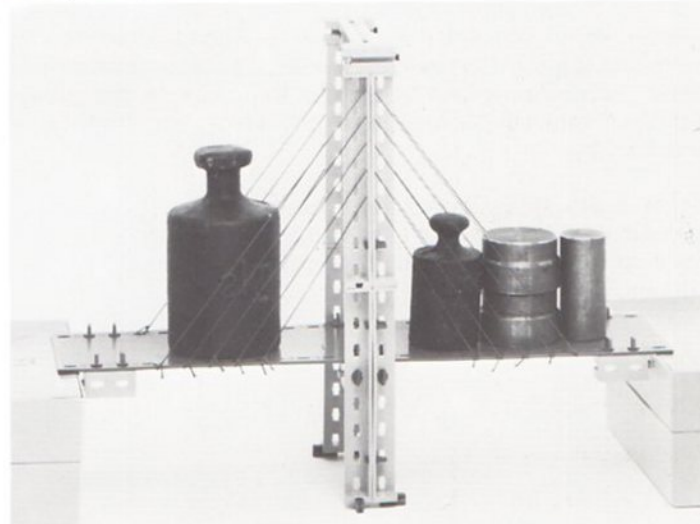


Abb. 5) Beispiel einer sog. Schrägseilbrücke, die im modernen Brückenbau besonders bei Spannweiten zwischen 150–450 m als wirtschaftlichster Brückentyp Verwendung findet. Für eine Autobahn-Überführung sind sie jedoch zu aufwendig. Sie soll hier nur als weiteres Beispiel für das unter dem 2. Teilziel genannte Konstruktionsprinzip – Fahrbahn nach oben aufhängen – gezeigt werden. – Die Schrägseilbrücke wird auch als „Seilverspannte Balkenbrücke“ bezeichnet.

Arbeitsauftrag 1

„Über eine Autobahn soll eine stabile Brücke gebaut werden, über die auch ganz schwere Transportfahrzeuge fahren können. Die Brücke darf in der Mitte im Grünstreifen der Autobahn von einem Pfeiler unterstützt werden. Die Brückenfahrbahn soll lose auf den beiden Widerlagern aufliegen.“

Versucht die Fahrbahn so zu stabilisieren, daß sie möglichst viel Last aufnehmen kann, ohne sie sich dabei durchbiegt. Wenn ihr eine stabile Brücke gebaut habt, dürft ihr die Fahrbahn belasten und prüfen, wieviel sie sich durchbiegt. Zuletzt wollen wir untersuchen und prüfen, welche Brücke die stabilste ist und welche Konstruktion am meisten trägt“.

Hinweise für den Unterricht 1

Die Brückenfahrbahn (nach Abb. 1a und 1b) sollte den Schülern vorgegeben werden – wobei jeweils zwei Schüler in Partnerarbeit miteinander bauen können. Für vier Schüler kann eine Spielsituation durch Übereinanderstapeln von je zwei Lern-

baukästen als Widerlager (Brückenenden, die an das Gelände anschließen) und durch „Auffahrten“ von schräg angelegten u-t-Deckeln geschaffen werden. Auch könnten mit Papierstreifen die Fahrbahnen der Autobahnen und der Grünstreifen symbolisiert werden. Mit kleinen Spielzeugautos können die Kinder sowohl über die Brücke als auch unter der Brücke hindurchfahren.

Es ist zweckmäßig, rechtzeitig darauf hinzuweisen, daß außer den Bausteinen auch noch Achsen und Schnüre verwendet werden dürfen.

Die im Arbeitsauftrag angedeutete „Wettbewerbssituation“ (möglichst viel Lastaufnahme erreichen) kann sogar zu einer Vergleichstabelle (Verhältnis von Eigengewicht zu Lastaufnahme) anregen. Statt der Wägestücke können Sie auch Steine u. ä. verwenden.

Arbeitsauftrag 2

„Über eine steile Schlucht soll eine stabile Brücke gebaut werden. Weil die Schlucht so steil ist, kann unten kein Pfeiler angebracht werden. Die Brücke soll aber nicht festgemacht werden, sondern lose auf den Widerlagern aufliegen.“

Versucht, die Fahrbahn so zu stabilisieren, daß sie möglichst viel Last aufnehmen kann, ohne daß sie sich dabei durchbiegt. Wenn ihr glaubt, daß euch eine stabile Konstruktion gelungen ist, dürft ihr die Wägestücke auflegen und prüfen, wer die stabilste Brücke gebaut hat und untersuchen, welche Konstruktion am meisten trägt. Wir wollen auch wiegen, wie schwer sie selbst ist. Wer am wenigsten Gewicht für seine Brücke braucht und am meisten daraufstellen kann, hat gewonnen.“

Hinweise für den Unterricht 2

Es sollten wieder jeweils zwei Schüler in Partnerarbeit miteinander bauen. Die „Schlucht“ kann entweder durch jeweils 4, 6 oder gar 8 übereinandergestapelte Lernbaukästen dargestellt – oder durch übereinandergestapelte Bücher oder schräg montierte Bretter – symbolisiert werden. Eine Spielsituation wie unter „Hinweise für den Unterricht 1“ entfällt. In der „tiefen Schlucht“ kann kein Auto fahren – höchstens über die gebaute Brücke.

Es ist zweckmäßig, darauf hinzuweisen, daß außer den Bausteinen und Achsen der Lernbaukästen zusätzliches Werkmaterial, besonders Schnüre, Kordeln usw. benutzt werden können.

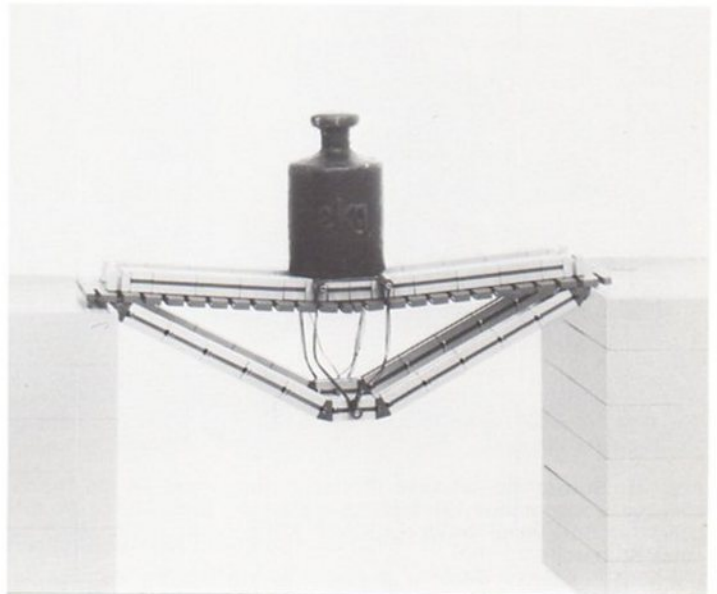
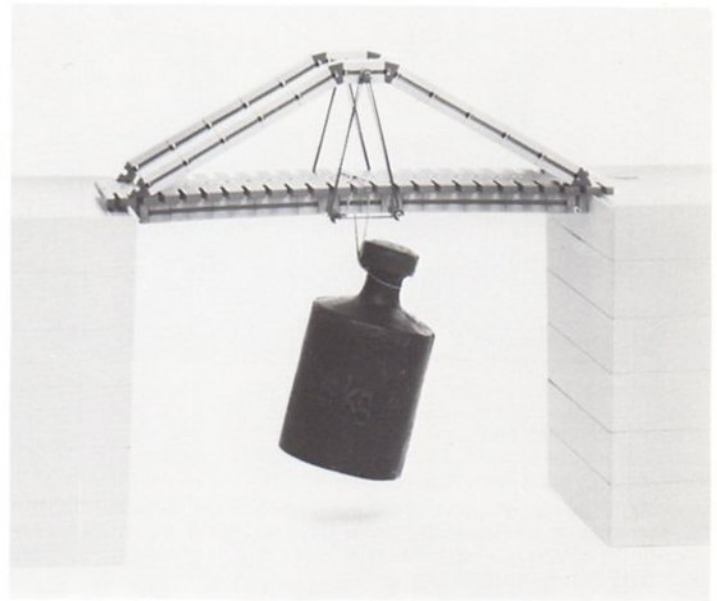
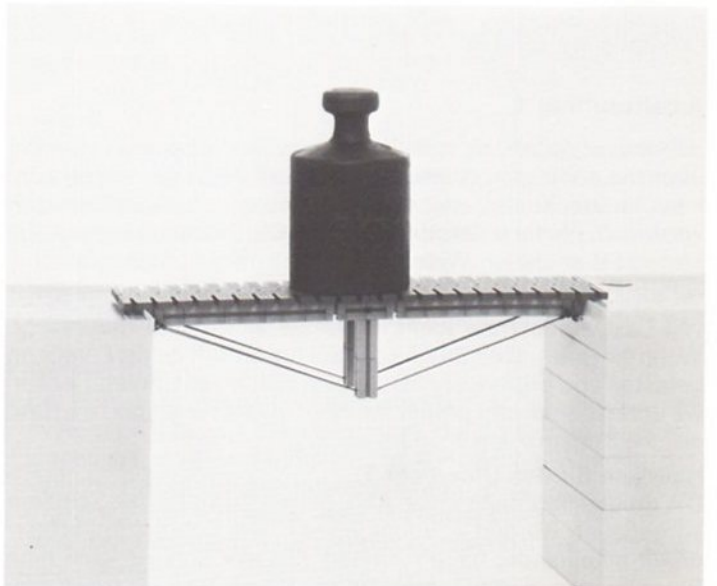


Abb. 6) Modell einer Hängewerkbrücke. Hier sind die schrägen Streben richtig konstruiert: Sie sind auf Druck beanspruchbar, während die sog. „Hängesäulen“ – hier als Schnüre ausgebildet – lediglich auf Zug beansprucht werden. (Ein Hängewerk ist nicht zu verwechseln mit einer Hängebrücke, bei der die Haupttragkabel, die zwischen zwei Masten, sog. Pylonen gespannt sind, auf Zug beansprucht werden. Diese komplizierte Brückenkonstruktion ist für den Primarstufenbereich nicht zu empfehlen).

Abb. 7) Wird das Modell der Hängewerkbrücke „falsch herum“ aufgelegt und belastet, so stellt sie einen typischen Fall für eine Fehlkonstruktion dar: Die nur auf Zug beanspruchbaren Seile können hier nicht den Druck abfangen, so daß die ganze Unterkonstruktion „umgekehrt falsch“ gewählt ist.

Abb. 8) Richtige Anordnung der Bauteile bei einer Hängewerkbrücke. Jetzt können die Hängesäulen – weil sie druckbeanspruchbar sind –, die Druckkräfte aufnehmen und in die Zugstreben (Seile) einleiten. Im modernen Brückenbau wird das Hängewerk, auch unterspannter Balken genannt, nicht mehr eingesetzt.



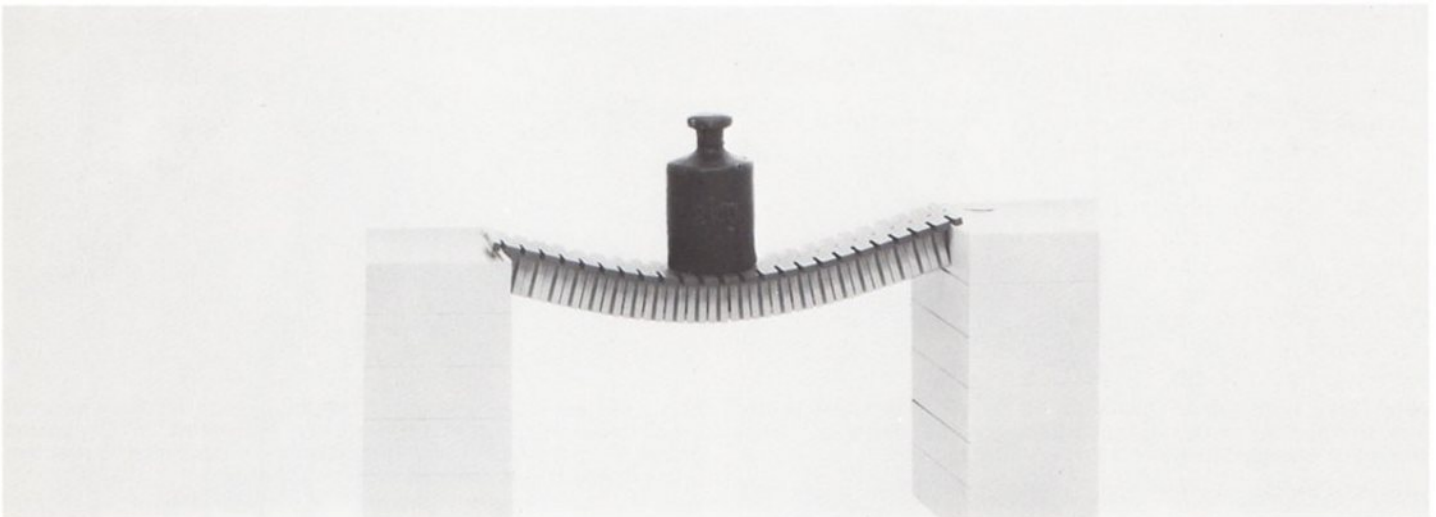


Abb. 9) Modell zur Veranschaulichung von den Zugkräften im unteren Teil des Brückenbalkens. Die vielen eingesetzten Bausteine 30 erbringen keine echte Verstärkung; sie klaffen bei Belastung auseinander und wirken der Zugkraft entgegen, wenn sie untereinander zusammengehalten werden.

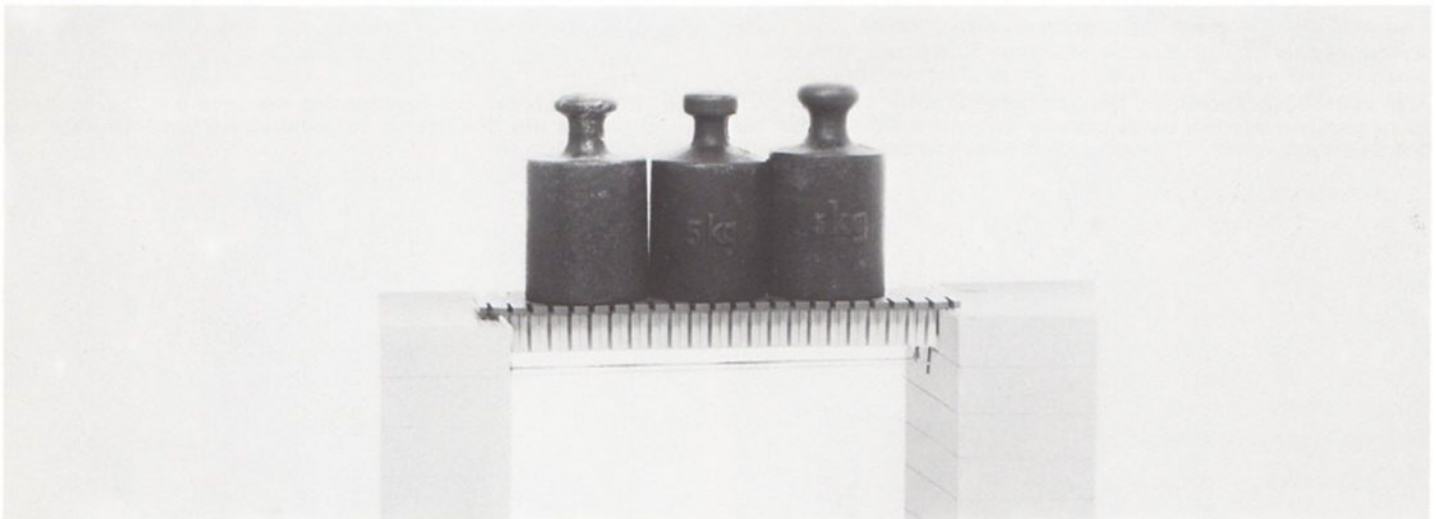


Abb. 10) In die äußeren Nuten der Endbausteine ist je eine Achse 50 eingesteckt und mit starker Schnur miteinander verbunden. Diese Zugbänder fangen die Zugkräfte auf und stabilisieren den Brückenbalken. Es wäre auch möglich, die einzelnen Bausteine 30 jeweils mit Verbindungsstücken 15 zusammenzuhalten, jedoch wäre dies zu aufwendig und nicht so einsichtig wie bei der Anordnung von Zugbändern. Solche Zugbänder erfüllen auch bei der Armierung von Beton eine wichtige Funktion in der Zugzone.

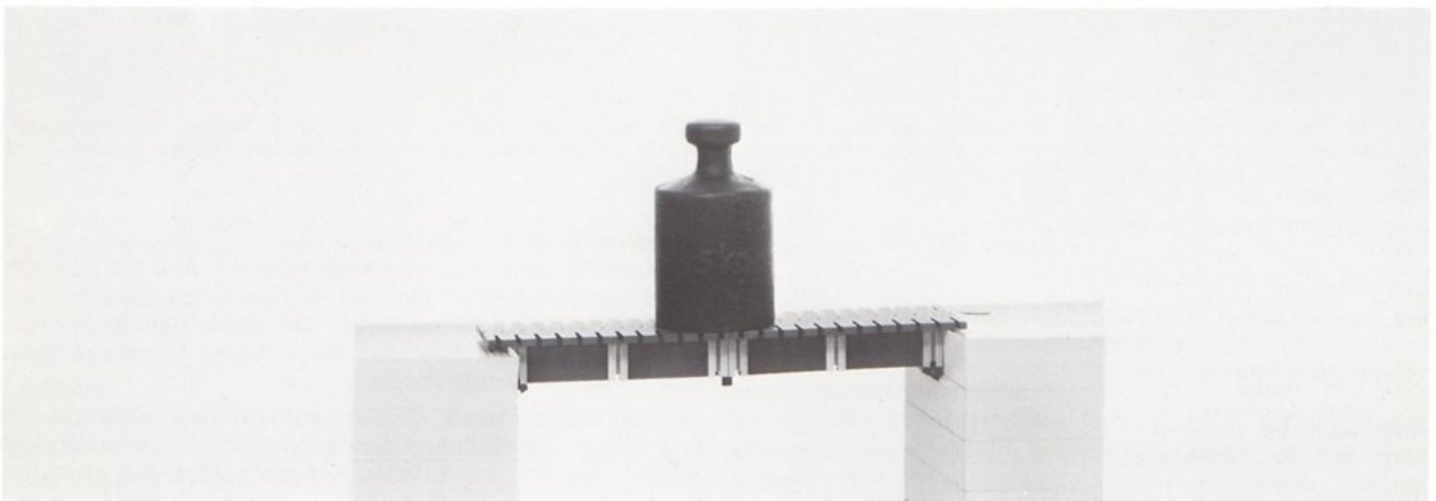


Abb. 11) Ein letztes Beispiel für den richtigen Einsatz von relativ leichten Bauelementen zur Stabilisierung der Fahrbahn im Sinne des Konstruktionsprinzips – Fahrbahn durch Material verstärken (Formänderung durch Profilgebung). Die in die Nuten der Bausteine 15 eingeschobenen Flachsteine 60 ergeben eine stark auf Zug belastbare Konstruktion. Die außen eingeschobenen Winkelsteine verhindern ein Herausrutschen der Flachsteine bei starker Belastung.

Türme und Gerüste

Modellbeispiele mit u-t 1 und u-t S

Vorschlag 3: Sprungturm

Modellbeispiele mit u-t 1 und u-t S

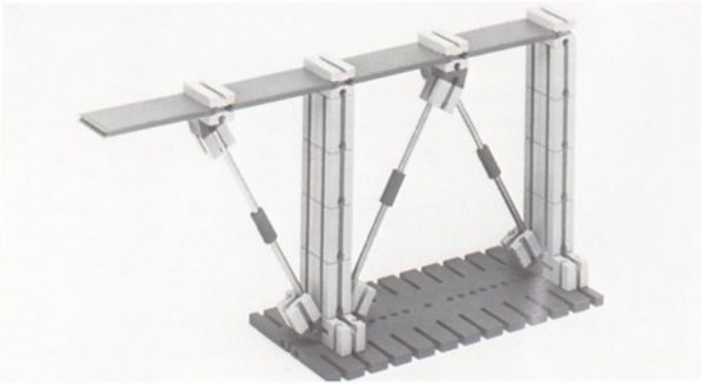


Abb. 12a) Modell eines Sprungturms, bei dem die senkrechten Streben (Druckbelastung) und auch die diagonalen Streben aus richtig gewählten Bauteilen hergestellt sind – Modell mit u-t 1.

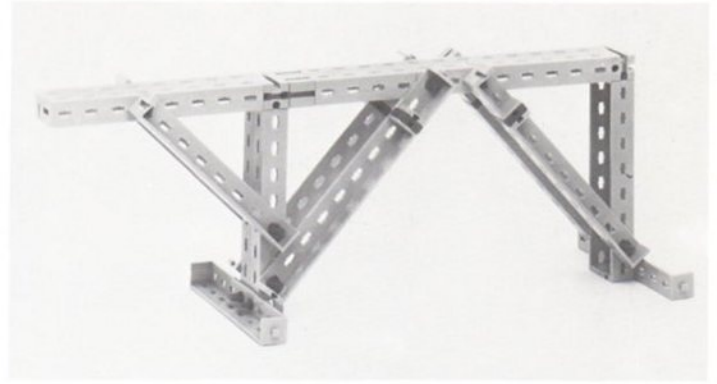


Abb. 12b) Auch dieses Modell ist durchaus richtig mit den jeweils auf Druck beanspruchbaren Bauelementen hergestellt. In die beiden großen Diagonalstrebenpaare sind jeweils die Bausteine 15 aus dem u-t 1 eingesetzt – Modell mit u-t S und u-t 1.



Abb. 13a) Diese Anordnung des Sprungbretts sollte allen Schülern zuvor gegeben werden, damit bessere Vergleichsmöglichkeiten bei den Belastungsversuchen gegeben sind – Bauteile aus u-t 1.



Abb. 13b) Auch bei der Konstruktion mit dem u-t S sollte diese Anordnung für das Sprungbrett vorgegeben werden – Bauteile aus u-t S und u-t 1.

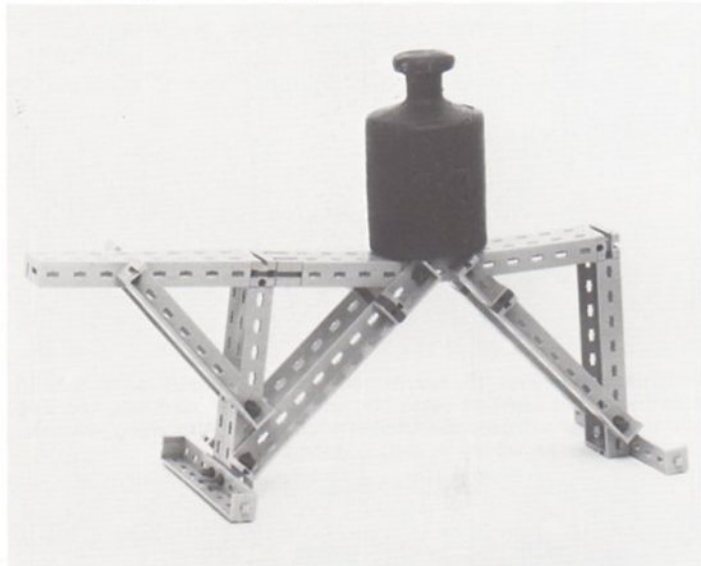


Abb. 14) Im Gegensatz zum Modell in Abb. 12a ist hier keine feste Einspannung möglich. Deshalb bewirken die diagonalen Druckkräfte auch horizontale Schiebekräfte; die senkrechten Stützen schieben auseinander – Modell aus u-t S und u-t 1.

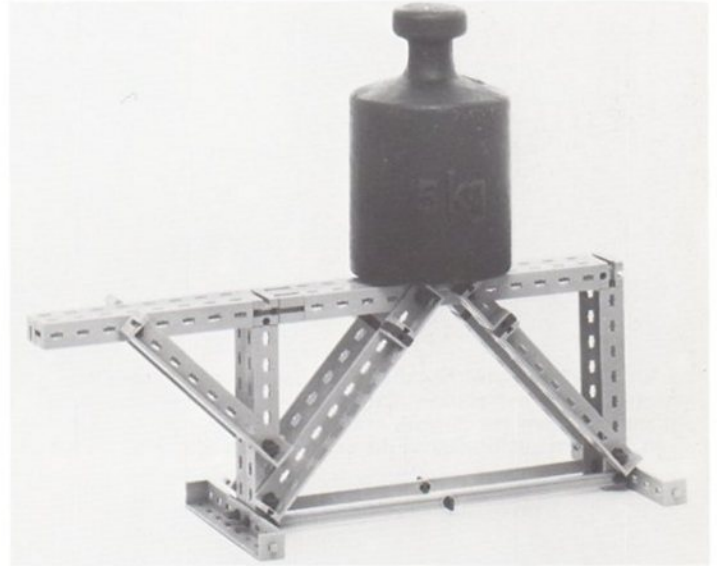


Abb. 15) Unten angebrachte Zugstreben fangen den Horizontal Schub auf und stabilisieren die Konstruktion – Modell aus u-t S und u-t 1.

Lernziele

Die Schüler sollen in konstruktiven Bauversuchen die Wirkweise der auf Druck beanspruchten Streben einer Diagonalverspannung kennenlernen.

Arbeitsauftrag

Baut aus den Teilen eures Lernbaukastens einen stabilen Sprungturm mit einem vorstehenden Sprungbrett. Das Sprungbrett soll nach der vorgegebenen Anordnung gebaut sein. Versucht euren Sprungturm so zu stabilisieren, daß er nicht nur bei Druck von oben, sondern auch bei Druck von der Seite stabil ist.

Hinweise für den Unterricht

Die Konstruktion des Sprungbretts nach den Abb. 13a bzw. 13b sollte den Schülern vorgegeben werden. Es ist außerdem zu empfehlen, darauf hinzuweisen, daß außer den Bausteinen auch „weittragende Bauteile“ wie Achsen, Achskupplungen usw. verwendet werden sollten.

Je zwei Schüler können in Partnerarbeit miteinander planen und bauen. Damit stehen genügend Bauteile zur Verfügung. Ähnlich wie bei den Überbrückungen sollten die einzelnen Konstruktionen mit Wägestücken belastet werden, um die Wirkung von Druckkräften besser veranschaulichen zu können. Auch hier ist Wert auf eine ökonomische Bauweise zu legen. „Wer am leichtesten und am stabilsten baut“, hat gewonnen.

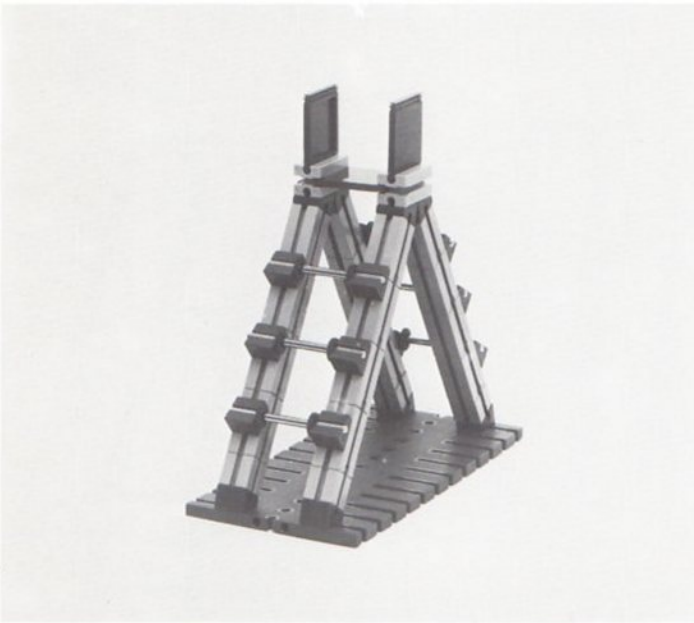


Abb. 16a) Modell eines Klettergerüsts unter Verwendung der Grundplatte.



Abb. 16b) Modell eines Klettergerüsts ohne Verwendung einer Grundplatte. Das Gerüst wird durch die unteren Zugstreben in Längsrichtung stabilisiert, durch die hinteren Diagonalstreben in Querrichtung. Da die Diagonalstreben vorne fehlen, ist die Konstruktion noch nicht stabil.

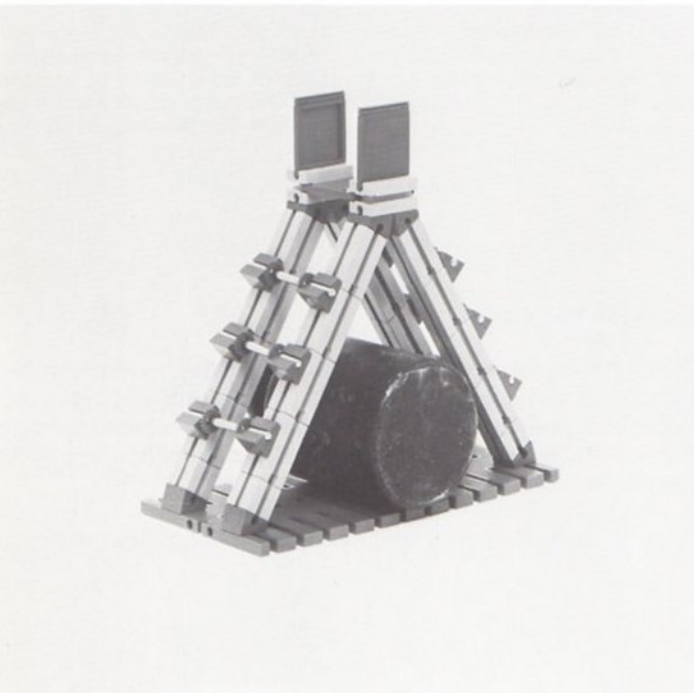


Abb. 17a) Bei seitlichem Druck hebt sich das Gerüst früher an, weil die Basis in Querrichtung kleiner ist als in Längsrichtung.



Abb. 17b) Durch die große Standfläche steht das Klettergerüst bei Druck in Längsrichtung viel stabiler.

Lernziele

Die Schüler sollen bei der Konstruktion erkennen, daß die Standsicherheit von einer Standfläche abhängt.

Arbeitsauftrag

„Baut mit den Bauteilen eurer Lernbaukästen ein sehr stand-sicheres Klettergerüst. Die obere Plattform soll nur ganz klein, die untere darf groß sein.“

Hinweise zum Unterricht

Den Schülern könnte jeweils eine Anregung zur Gestaltung der oberen kleinen Plattform unter Zuhilfenahme der Flachbausteine (in die Nuten der Bausteine eingeschoben) gegeben werden. Hier empfiehlt sich Einzelarbeit; Partnerarbeit ist auch möglich. Belastungsversuche mit Wägestücken oder anderen schweren Gegenständen sollten sich hier nur auf das Problem der großen Standsicherheit bei großer Basis erstrecken.

Türme und Gerüste

Modellbeispiele mit u-t 1 (und zusätzlichem Werkmaterial)

Vorschlag 5: Gerüst

Modellbeispiele mit u-t S (und u-t 1)

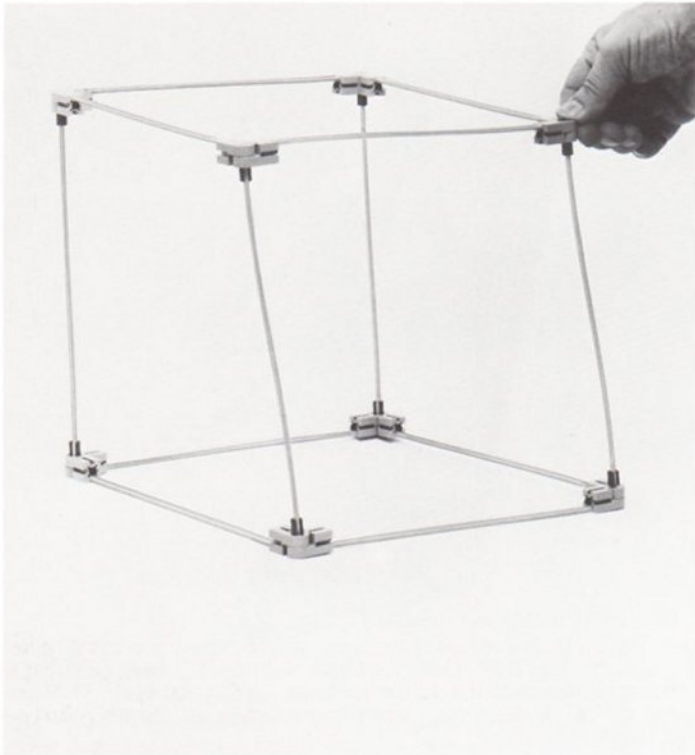


Abb. 18a) Beispiel für die Kombination mit herkömmlichem Material – hier Buchen-Rundhölzer 4 mm \varnothing . Die Würfelform des Gerüsts ist aber völlig instabil.



Abb. 18b) Auch dieses Modell aus Bauteilen des u-t S ist bei nur rechtwinkliger Anordnung noch instabil.

Abb. 19) Das zusätzliche Anbringen von parallel verlaufenden Streben bringt keine zusätzliche Stabilisierung – auch wenn noch so viele Streben eingesetzt werden.

Lernziele

Die Schüler sollen bei eigenen Konstruktionsversuchen unter Anwendung ihrer Vorkenntnisse herausfinden, daß zur Aussteifung von Gerüsten Zug- und Druckstreben notwendig sind. Die Schüler sollen erkennen, daß die Standsicherheit von der Größe der Standfläche abhängig ist.

Arbeitsauftrag

„Baut mit den ausgesuchten Bauteilen aus den Lernbaukästen ein stabiles Gerüst. Es soll nach allen Richtungen, also auch gegen den Winddruck von den Seiten, sehr stabil sein. Ihr könnt hierzu auch zusätzliches Material benutzen, wie Buchen-Rundhölzer, Schnüre usw.“.

Hinweise zum Unterricht

Den Schülern sollte gezeigt werden, wie die Buchen-Rundstäbe (möglichst vorher schon abgelängt) in die sich verjüngenden Nuten der Gelenksteine eingeschoben und verklemmt werden können. Auch die Schnüre sollten möglichst schon vorher in bestimmten Längen vorgefertigt sein.

Diese Aufgabe sollte in Gruppenarbeit durchgeführt werden.

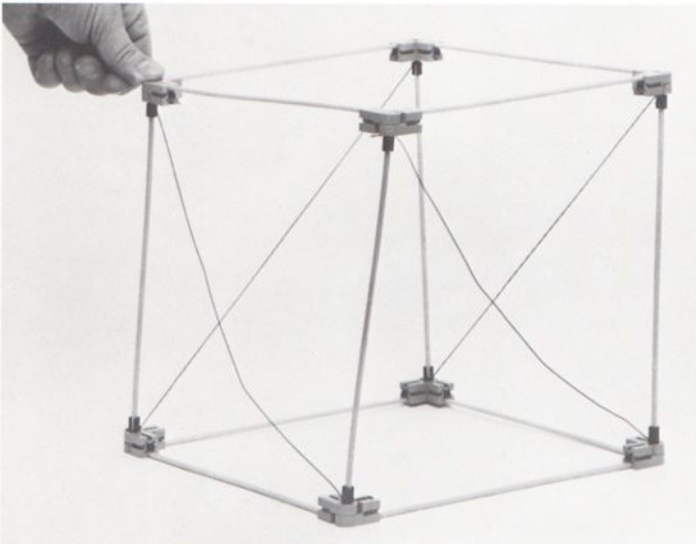


Abb. 20a) Nur je in einer Diagonale angebrachte Schnüre stabilisieren zwar, jedoch nicht in der hier durch Fingerdruck angezeigten Richtung, weil Schnüre (in der Technik Seile) ja nur auf Zug beanspruchbar sind.

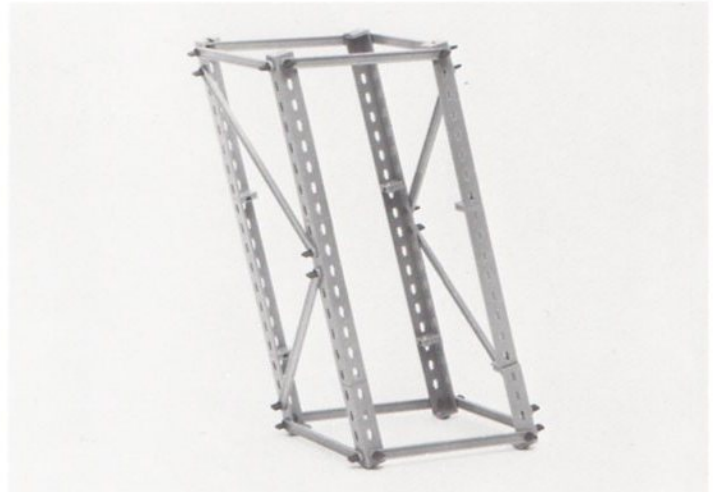


Abb. 20b) Die k-förmige Anordnung von Streben stabilisiert das Gerüst in Richtung von vorn nach hinten (und umgekehrt). Es fehlen jedoch noch die stabilisierenden Diagonalstreben.

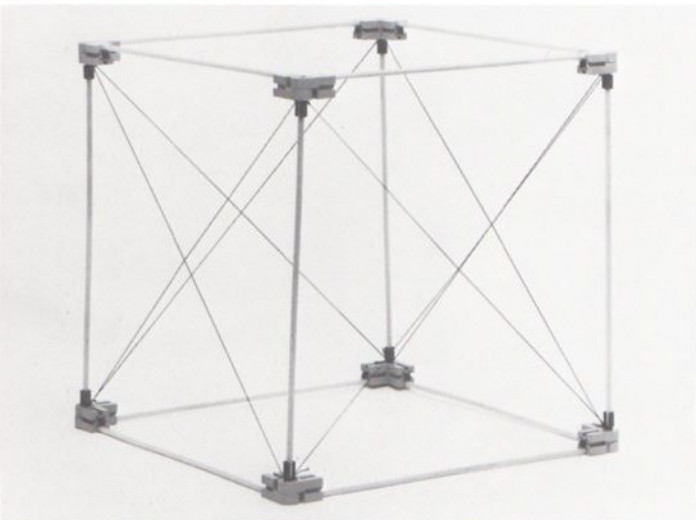


Abb. 21a) Diagonal verspannte Schnüre stabilisieren die vier „Seitenwände“ des Gerüsts.

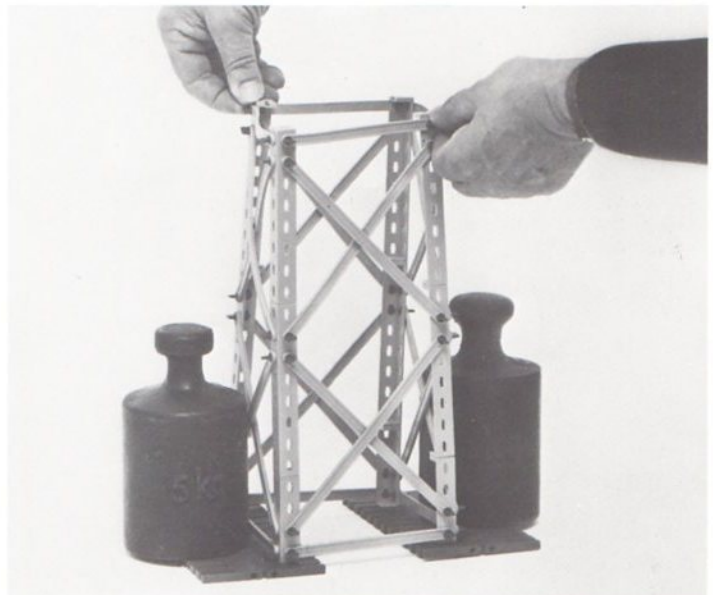


Abb. 21b) Auch hier sind die 4 Seiten in sich stabil, nicht jedoch in der Diagonalrichtung.

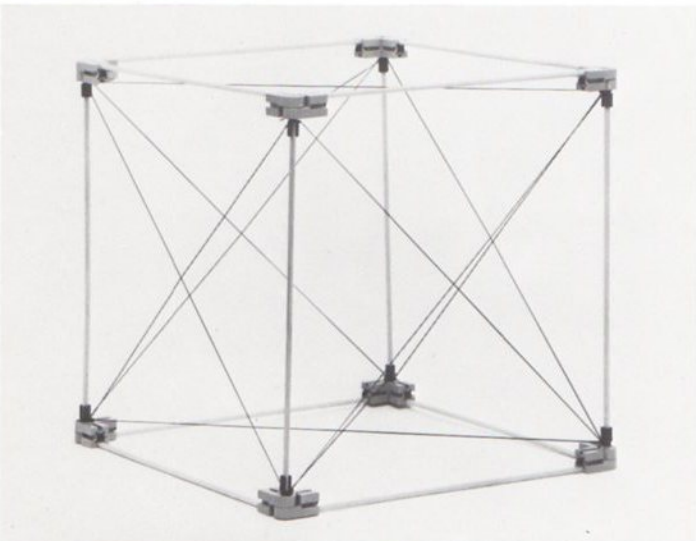


Abb. 22a) Vollkommen stabilisiertes Gerüst: alle 6 Seiten sind durch Diagonalverspannung stabil.



Abb. 22b) Oben angebrachte Diagonalverspannung mittels Schnüren erbringt eine optimale Stabilität.

1.1 Einteilung der festen Brücken nach der Statik der Tragsysteme

1.11 Balkenbrücken

1.11.1 Einfache Balkenbrücken

Balken auf zwei Stützen:
BALKENTRÄGER
Stützweiten 5–20 m



1.11.2 Zwischengestützte Balkenbrücken

Balken auf mehreren
Stützen ohne Gelenke:
DURCHLAUFTRÄGER
Stützweiten der Hauptöffnungen 30–250 m



Balken auf mehreren Stützen mit Gelenken: GELENKTRÄGER (GERBERTRÄGER)
Stützweiten der Hauptöffnungen 100–500 m



1.11.3 Verstärkte Balkenbrücken

Durch geneigte Streben
unterstützter Balken:
SPRENGWERK
Stützweiten 10–25 m



Überspannter Balken:
HÄNGEWERK
Stützweiten 10–20 m



Unterspannter Balken:
HÄNGEWERK
Stützweiten 10–25 m



1.11.4 Seilverspannte Balkenbrücken

SCHRÄGSEILBRÜCKE
Stützweiten 150–450 m



1.11.5 Versteifte Balkenbrücken

LANGERBALKEN
(Auch als versteifter
Stabbogen statisch
ein Balken)
Stützweiten 50–250 m



1.12 Bogenbrücken

1.12.1 Bogenbrücken mit Horizontalschub

Beidseitig fest eingespannter Bogen:
EINSPANNBOGEN
Stützweiten 50–300 m



Beidseitig gelenkig gelagerter Bogen:
ZWEIGELENK-BOGEN:
Stützweiten 80–300 m



Beidseitig gelenkig gelagerter Bogen mit weiterem Gelenk im Bogenscheitel:
DREIGELENK-BOGEN
Stützweiten 60–250 m



Rahmenbrücken

Beidseitig eingespannter Rahmen:
EINSPANNRAHMEN
Stützweiten 20–50 m



Beidseitig gelenkig gelagerter Rahmen:
ZWEIGELENK-RAHMEN
Stützweiten 30–250 m



1.12.2 Bogenbrücken mit aufgehobenem Horizontalschub

An Fahrbahntafel oder besonderem Zugband befestigter Bogen:
BOGEN MIT ZUGBAND
Stützweiten 40–80 m



Mehrere sich gegenseitig abstützende Bogen:
BOGEN ÜBER MEHRERE ÖFFNUNGEN
Stützweiten je Öffnung: 20–80 m



1.13 Hängebrücken

1.13.1 Erdverankerte Hängebrücken (Echte Hängebrücken)



In Fundamentblöcken verankerte Tragbänder (Kabel, Ketten usf.):
ECHTE HÄNGEBRÜCKE
Stützweiten der Mittelöffnung 300–1200 m

1.13.2 Hängebrücken mit aufgehobenem Horizontalschub (In sich verankerte Hängebrücken)



An Versteifungsträger (außen) befestigte Tragbänder:
IN SICH VERANKERTE HÄNGEBRÜCKE
Stützweiten der Mittelöffnung 250–500 m



An Versteifungsträger (außen und innerhalb der Mittelöffnung) befestigte Tragbänder:
ZÜGELGURTBRÜCKE
Stützweiten der Mittelöffnung 150–350 m