

Horst Hörner
Fritz Kaufmann

Planungs- beispiel Schrägseil- brücke

Ergänzungsmappe A
zum
Lehrerhandbuch III

fischertechnik-Schulprogramm

Konstruktionsaufträge
für Schüler
der Sekundarstufe

Planungsbeispiel Schrägseilbrücke

Informationsblatt für Lehrer

1. Zur Durchführung des Planungsbeispiels

Die Ergänzungsmappe A enthält 6 Konstruktionsaufträge für die Hand der Schüler.

Für den Bau der Schrägseilbrücke bieten sich zwei Möglichkeiten an:

1. Asymmetrische Schrägseilbrücke nach Abb. 2 mit einem Pylon (Stützweite ca. 1,40 m).

2. Symmetrische Schrägseilbrücke nach Abb. 33 mit zwei Pylonen (Stützweite ca. 2,80 m).

Für den Fall 1 werden 10 u-t 1 und 8 u-t S-Lernbaukästen benötigt.

Für den Fall 2 braucht man 20 u-t 1 und 16 u-t S-Lernbaukästen.

Für die Rückverankerung werden 2 Ausführungsarten angeboten:

C „S“ = „Sonderfall“ (bei Vorhandensein von 2 Großbauplatten, Art. Nr. 2 30602 5).

C „N“ = „Normalfall“ (ohne Großbauplatten, nur bei Vorhandensein von u-t 1).

Die Konstruktionsaufträge sind so konzipiert, daß die Schüler allein durch das Lesen der Planungshinweise das Bauvorhaben realisieren können. Lesen und Verstehen von Bauanleitungen sind bewußt von uns als Lernziele mitaufgenommen. Diese Intention führt notwendigerweise zu einem stark gebundenen Lehrgang, bei dem die Einhaltung der Teilschritte eine notwendige Voraussetzung für das Gelingen des Vorhabens ist.

Der Lehrer hat deshalb in erster Linie darauf zu achten, daß die Schüler sich an den beschriebenen Weg halten und muß bei auftretenden Schwierigkeiten und Mißverständnissen die Schüler beraten.

Erfahrungen in der Sekundarstufe I zeigten, daß die Schüler zunächst glaubten, die Abbildungen allein reichten aus, um den Konstruktionsauftrag zu erfüllen. Dadurch entstanden Fehler und Schwierigkeiten. Der Vorteil, sich an die Planungsschritte zu halten, sollte von jedem Schüler erkannt werden, denn das Ziel liegt hier nicht in dem Suchen nach eigenen Lösungswegen, sondern in der Herstellung eines Modells in Großformat, das in gemeinsamer Arbeit unter Einhaltung einer vorgegebenen Planungsstrategie realisiert werden soll und das optimale Bedingungen bietet, um das Zusammenspiel statischer Sachverhalte transparent zu machen.

Unter der Voraussetzung, daß die Schüler die Bauteile kennen und im Umgang mit den Bauelementen vertraut sind, benötigt man nach unserer Erfahrung für die Fertigstellung der Schrägseilbrücke insgesamt 4 Stunden. Davon entfallen für die Durchführung der Konstruktionsaufträge A–D und für die Seilspannung mit dem Freivorbau (Konstruktionsvorschlag E) jeweils 2 Stunden.

Der Ausbau zur symmetrischen Schrägseilbrücke bei genügender Anzahl von Lernbaukästen kann in diesem zeitlichen Rahmen ebenfalls durchgeführt werden.

Aus Ergänzungsmappe A zum Lehrerhandbuch III fischertechnik-Schulprogramm
Herausgeber: Arbeitsgruppe Technische Bildung Pädagogische Hochschule Heidelberg.

Zeichnungen: Horst Pittlick

Fischer-Werke Artur Fischer, Tumlingen.  Georg Westermann, Braunschweig  1973

Sämtliche Rechte bei: Fischer-Werke Artur Fischer, Tumlingen, Ref. Nr. 136 · 6/73/3

2. Zu den Lernzielen:

Nach der Konstruktion der Schrägseilbrücke können aus dem Modell die im folgenden aufgeführten Lernziele erreicht werden. Wie man sie erreicht, wird hier nicht gesagt. Didaktische Überlegungen zur Unterrichtsorganisation stehen im Handbuch III. Für den Lehrer, der kein Handbuch besitzt, können die folgenden Lernziele richtungsweisend für die weitere Unterrichtsgestaltung sein:

- Die Schüler sollen die Konstruktionsaufträge verstehen und auf die Handlungsebene übersetzen können.
- Für den Modellbau sollen von den Schülern die Materialteile rationell geordnet und für alle zugänglich gemacht werden.
- Die Schüler sollen die wichtigsten Strukturelemente der Schrägseilbrücke (Widerlager, Pylon, Rückverspannung, Fahrbahnträger, Auflager usw.) in der Fachterminologie nennen können.
- Die Schüler sollen für die Konstruktion der Schrägseilbrücke in Abb. 1 die Bauabschnitte in ihrer Reihenfolge festlegen und begründen können (z. B.: 1. Bau der Widerlager (Uferpfeiler), 2. Errichtung des Pylons, 3. Rückverankerung des Pylons, 4. Freivorbau der Brückenfahrbahn-Teile usw.).
- Die Schüler sollen im Vorversuch (siehe Faltblatt D 8) durch Beobachten und Messen erkennen, daß der belastete Balken auf zwei Stützen auf Biegung beansprucht ist. Zug- und Druckzone sind zu zeigen (Druckzone oben, Zugzone unten).
- Die Schüler sollen erkennen, daß der im Freivorbau frei auskragende Teil des Fahrbahnträgers auf Biegung beansprucht ist. Zug- und Druckzone sind jeweils zu zeigen (Druckzone unten, Zugzone oben).
- Die Schüler sollen am Modell die Notwendigkeit fester und beweglicher Auflager (Kipplager und Rollenlager durch Belastungsexperimente begründen).
- Durch Zerlegung der Kräfte in ein Kräfteparallelogramm sollen die Schüler die

Schubkraftwirkung am Widerlager A1 der asymmetrischen Schrägseilbrücke erklären können.

- Durch Zerlegen der Kräfte im Kräfteparallelogramm sollen die Schüler bei mittlerer Belastung des Fahrbahnträgers einer symmetrischen Schrägseilbrücke erklären, warum die Schubkraftwirkung an den Widerlagern aufgehoben ist.
- Die Schüler sollen die Wege der Lastabtragung bei der symmetrischen und asymmetrischen Schrägseilbrücke aufzeigen und die Beanspruchungsarten der einzelnen Brückenteile angeben (z. B. Seile auf Zug beansprucht, Pylon auf Knick beansprucht).
- Für die Anbringung der fertigen Fahrbahnteile beim Freivorbau sollen die Schüler technische Möglichkeiten aufzeigen, die dazugehörigen, statischen Voraussetzungen angeben und Sicherheitsmaßnahmen für die Monteure nennen (z. B. Anfahren der fertigen Fahrbahnteile durch Schiffe, Hochheben durch einen Schwerlastkran auf der Brücke (nach Abb. 1) – an die Nahtstelle – sukzessive Sicherung bereits montierter Fahrbahnteile durch Seilverspannung – Schutzgerüste für die Arbeiter unterhalb der Fahrbahn).

Die Schüler sollen die Vor- und Nachteile des arbeitsteiligen Verfahrens und der Herstellung von vorgefertigten Bauteilen nach der Durchführung der Konstruktionsaufträge zusammenstellen und diskutieren.

3. Zu den statischen Problemen

Die Schrägseilbrücke nimmt im heutigen Brückenbau für größere Stützweiten bis etwa 400 m aus wirtschaftlichen und ästhetischen Gründen eine führende Stellung ein.

Nach der Statik des Tragsystems ist sie zu den seilverspannten Balkenbrücken einzuteilen (siehe Tafel I unter 1.31.4 im Lehrerhandbuch III). Sie zählt demnach nicht zu den Hängebrücken – auch wenn die Fahrbahn an den Seilen aufgehängt ist. Die Lastabtragung ist bei beiden Trag-Systemen sehr verschieden (siehe Näheres unter 1.31 Balkenbrücken und 1.33 Hängebrücken im Lehrerhandbuch III).

Planungsbeispiel Schrägseilbrücke

Konstruktionsaufträge für Schüler

Gruppe A Bau der beiden Widerlager A I und A II

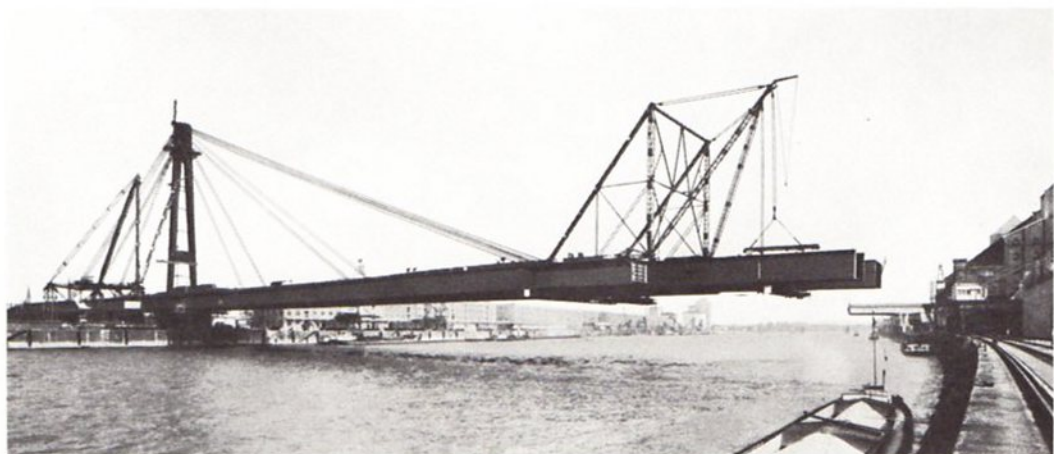


Abb. 1 Freivorbau der Kurt-Schumacher-Brücke zwischen Mannheim und Ludwigshafen

Dieses Anfang 1972 entstandene Foto, das wir mit freundlicher Genehmigung der Stadt Mannheim dem „Sonderdruck zur Verkehrsübergabe der Kurt-Schumacher-Brücke am 28. Juni 1972“ entnehmen, ist ein besonders eindrucksvolles Beispiel für moderne Brückenbaukunst.

Es zeigt die Endphase des Freivorbaus der über den Rhein zu spannenden Strombrücke. Bis zum Auflegen der Fahrbahn auf den Lud-

wigshafener Uferpfeiler fehlen noch etwa 20 m. Die endgültige Spannweite vom Mannheimer bis zum Ludwigshafener Widerlager beträgt 290 m.

Die Brücke mußte ohne Zwischenpfeiler errichtet werden, weil der hier 250 m breite Rhein beiderseits Hafengebiet ist. Der hierbei notwendige Schiffswendeverkehr durfte jedoch nicht von Hindernissen beeinträchtigt werden.

1. Faltblatt der Ergänzungsmappe A zum Lehrerhandbuch III fischertechnik-Schulprogramm.
Herausgeber: Arbeitsgruppe Technische Bildung Pädagogische Hochschule Heidelberg.
Fischer-Werke Artur Fischer, Tumlingen  Georg Westermann, Braunschweig  1973
Sämtliche Rechte bei: Fischer-Werke Artur Fischer, Tumlingen, Ref. Nr. 137 · 6/73/3

Die Brückenbauer haben diese schwierige Aufgabe technisch und auch ästhetisch sehr gut gelöst.

Ein 84 m hoher sogenannter Pylon, der auf der Mannheimer Seite rückverankert ist,

übernimmt von den Schrägseilen fast die gesamte Last und trägt sie in das Erdreich ab. Fachleute sprechen hier von „Lastabtragung“ – ein Hauptproblem bei allen Tragwerk-Konstruktionen.

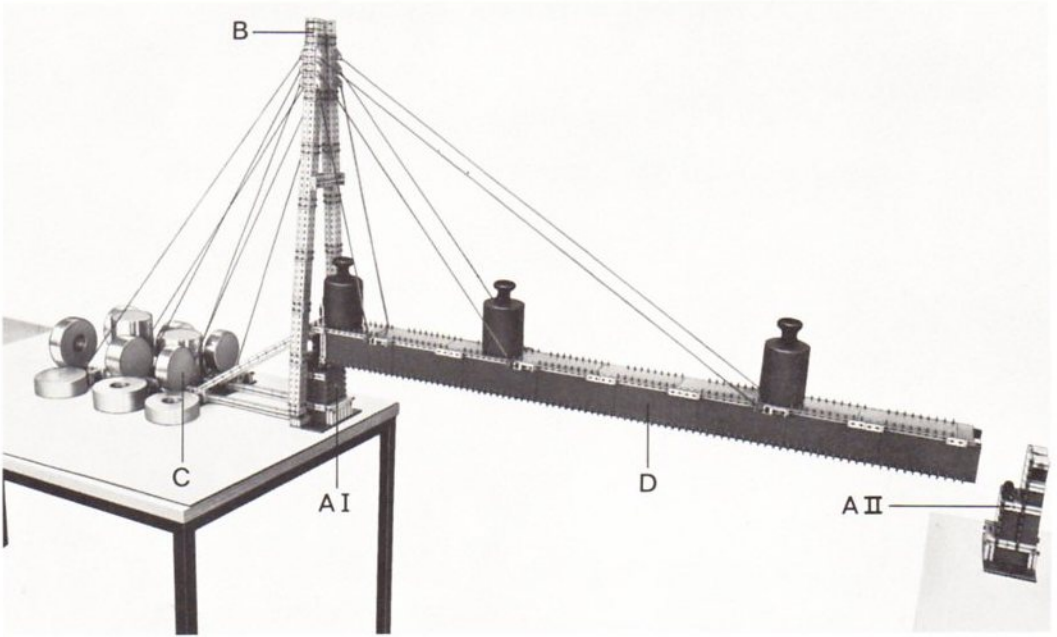


Abb. 2 Modell einer Schrägseilbrücke aus Bauteilen von 10 Lernbaukästen u-t 1 und Bauelementen von 8 Lernbaukästen u-t 5

Mit diesem Foto stellen wir Euch das große Brückenmodell vor, das Ihr im arbeitsteiligen Verfahren mit vier Arbeitsgruppen bauen sollt. Die einzelnen Buchstaben kennzeichnen die vier Brückenteile der Schrägseilbrücke, die von vier Arbeitsgruppen zu bauen sind:

- Gruppe A Widerlager (A I und A II)
- Gruppe B Pylon
- Gruppe C Rückverankerung
- Gruppe D Fahrbauteile

Sicher erkennt Ihr bei einem Vergleich der beiden Abbildungen 1 und 2, daß das Modell in Abb. 2 einfacher ist als die Mannheimer Strombrücke. Dennoch sind alle Funktionen einer Schrägseilbrücke vorhanden.

Wir wollen nämlich nicht nur einen ähnlichen Gesamteindruck geben wie bei Abb. 1, sondern unser Modell soll auch zeigen, wie sehr es schon im Montagezustand belastet werden kann. Es trägt bereits im Freivorbau 15 kp.

Euer Brückenmodell wird noch mehr Gewicht tragen können, wenn die Fahrbahn auf dem zweiten Widerlager aufliegt. Dies wird aber nur dann möglich sein, wenn Ihr in Eurer Arbeitsgruppe die auf den nächsten Seiten erteilten Konstruktionsaufträge exakt ausführt. Damit leistet Ihr einen wichtigen Beitrag, ohne den das gesamte Brückenbauwerk nicht zu verwirklichen wäre.

Unsere Konstruktionsaufträge sind das Ergebnis einer langen Versuchsreihe. Wir hoffen, daß Ihr unsere Vorschläge in den Fotos, Zeichnungen und Erklärungen gut versteht. Und sicher erkennt Ihr als erfahrene Modellbauer, warum in einem Fall die Bausteine in dieser und im anderen Fall in jener Richtung befestigt werden sollen.

Und jetzt viel Spaß bei Eurer gemeinsamen Arbeit.

Allgemeine Vorbemerkungen zu Euren Konstruktionsaufträgen

Bevor Ihr mit den Konstruktionsaufträgen in Eurer Gruppe beginnt, wollen wir Euch einen Überblick geben über alle anfallenden Probleme. Wir wollen damit anregen, daß Ihr selbst eine Organisationsform für das arbeitsteilige Verfahren findet.

Unsere Konstruktionsvorschläge zeigen ja nur, „wie man es macht“.

- „Wer es macht“ und
- „Wer was macht“ – das ist eine Entscheidung, die Ihr selbst treffen sollt.

Damit Ihr diese Entscheidung aber auch richtig treffen könnt, lest zunächst einmal gemeinsam die folgende Übersicht auf diesem Blatt genau durch und vergleicht sie mit den einzelnen Abschnitten und den jeweils zugehörigen Abbildungen auf den folgenden Seiten dieses Faltblattes.

Verteilt erst dann die Arbeitsaufträge untereinander, wenn Ihr Euch einen Überblick verschafft habt.

Also nochmals:

- Übersicht verschaffen
- miteinander absprechen, wer die einzelnen Aufgaben übernimmt
- mit anderen Gruppen absprechen, wie eine reibungslose Zusammenarbeit organisiert werden kann

... und erst dann mit dem Bauen beginnen!

Hinweise zur folgenden Übersicht

1. Zu den Großbuchstaben

Die Großbuchstaben bezeichnen die Konstruktionsaufträge der einzelnen Gruppen.

2. Zu den Zahlen

Die arabischen Zahlen 1, 2, 3 usw. zeigen die Hauptabschnitte an.

3. Zu den Kleinbuchstaben

Die Kleinbuchstaben a, b, c usw. kennzeichnen die Unterabschnitte, also die Einzelschritte, die für einen Hauptabschnitt notwendig sind.

Übersicht für Gruppe A

Bau der beiden Widerlager A I und A II

- A 1 **Zusammenstellen der benötigten Bauteile**
 - A 1 a Benötigte Bauelemente aus u-t 1
 - A 1 b Benötigte Bauelemente aus u-t S
- A 2 **Vorfertigen zusammengesetzter Bauteile**
 - A 2 a Vorfertigen von 24 „Doppelverbindern 30“
 - A 2 b Vorfertigen von 4 „Doppelverbindern 60“
- A 3 **Bau der beiden Auflagerbänke A I a und A II a**
 - A 3 a Anbringen der vorderen Sockelhalterungen
 - A 3 b Ausfüllen der Seitenwände
 - A 3 c Einsetzen der Auflagerfläche für das bewegliche Lager und Herstellen des Rollenlagers
 - A 3 d Einsetzen der Auflagerfläche und Anbringen der Festlager
- A 4 **Bau der beiden Fahrbahnanschlußteile A I b und A II b**
 - A 4 a Anbringen der hinteren Sockelhalterungen
 - A 4 b Einsetzen der oberen Auflagen
 - A 4 c Ausfüllen der Seitenwände
- A 5 **Zusammenbau der beiden Auflagerbänke A I a und A II a mit den beiden Fahrbahnanschlußteilen A I b und A II b**
- A 6 **Bau der Widerlager-Sockel A I c und A II c**
 - A 6 a Bau des Widerlager-Sockels A I c am Pylon (mit Fundamenten)
 - A 6 b Bau des Widerlager-Sockels A II c
- A 7 **Endmontage der Widerlager**
 - A 7 a Endmontage des Widerlagers A II
 - A 7 b Endmontage des Widerlagers A I
- A 8 **Hinweise für weitere Mitarbeit**

A 1 Zusammenstellen der benötigten Bauteile

Wichtige Anregung: Überlegt zuvor und besprecht: Wer holt die einzelnen Bauelemente? Außerdem: Wo und wie soll man Lernbaukästen aufstellen, damit die benötigten Bauteile rationell auszusuchen und je nach Art getrennt aufzulegen sind.

Bitte beachtet bei allem Planen nicht die anderen Baugruppen. Deshalb: Gemeinsam planen mit allen Beteiligten!

Für Eure Gruppe ist eine Absprache mit Gruppe C (Rückverankerung) besonders dann

wichtig, wenn diese nach Ausführungsart „S“ arbeitet, also zwei Großbauplatten zur Verfügung hat.

In diesem Falle empfehlen wir, daß Euch Gruppe C sofort eine der Großbauplatten überläßt und einer von Euch gleich nach dem Zusammenstellen der Bauteile nach Abschnitt A 6 a den Widerlager-Sockel baut. Sobald dieser fertig ist, bitte die Großbauplatte mit Sockel für A 1 an Gruppe C zurückgeben.

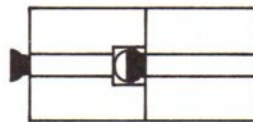
A 1 a Benötigte Bauelemente aus u-t 1

St.-Z. Artikel

- | | |
|----|--|
| 4 | große Grundplatten 180/90 |
| 2 | kleine Grundplatten 90/90 |
| 52 | Bausteine 30 |
| 36 | Bausteine 15 (1 Zpf.) |
| 28 | Bausteine 15 (2 Zpf.) |
| 4 | Flachbausteine 30 |
| 12 | Flachbausteine 60 |
| 24 | Verbindungsstücke 15 |
| 2 | Winkelsteine gleichschenkelig (1 Zpf.) |
| 2 | Winkelsteine gleichseitig (2 Zpf.) |
| 4 | Achsen 110 |
| 4 | Achsen 60 |
| 1 | Achse 50 |
| 1 | Achse 30 |
| 13 | Klemmbuchsen |
| 11 | Klemmkupplungen (Achskupplungen) |
| 6 | Klemmringe für Seiltrommeln |

A 2 Vorfertigen zusammengesetzter Bauteile

A 2 a Vorfertigen von 24 „Doppelverbindern 30“

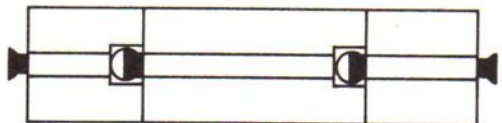


Zeichnung 1

Nach Zeichnung 1 jeweils Bausteine 15 mit 2 Zapfen in die Quernut der Bausteine 15 drücken. Stückzahl: 24.

Hierzu ein Tip: Das geht am besten, wenn die Bausteine 15 (1 Zpf.) so auf dem Tisch liegen, daß die Quernut senkrecht verläuft.

A 2 b Vorfertigen von 4 „Doppelverbindern 60“



Zeichnung 2

Nach Zeichnung 2 je einen Baustein 15 (1 Zpf.) und einen Baustein 15 mit 2 Zapfen anbringen. Stückzahl: 4.
(siehe Tip bei A 2 a)

A 1 b Benötigte Bauelemente aus u-t S

- | | |
|---|----------------|
| 2 | Riegelscheiben |
|---|----------------|

A 3 Bau der beiden Auflagerbänke A I a und A II a

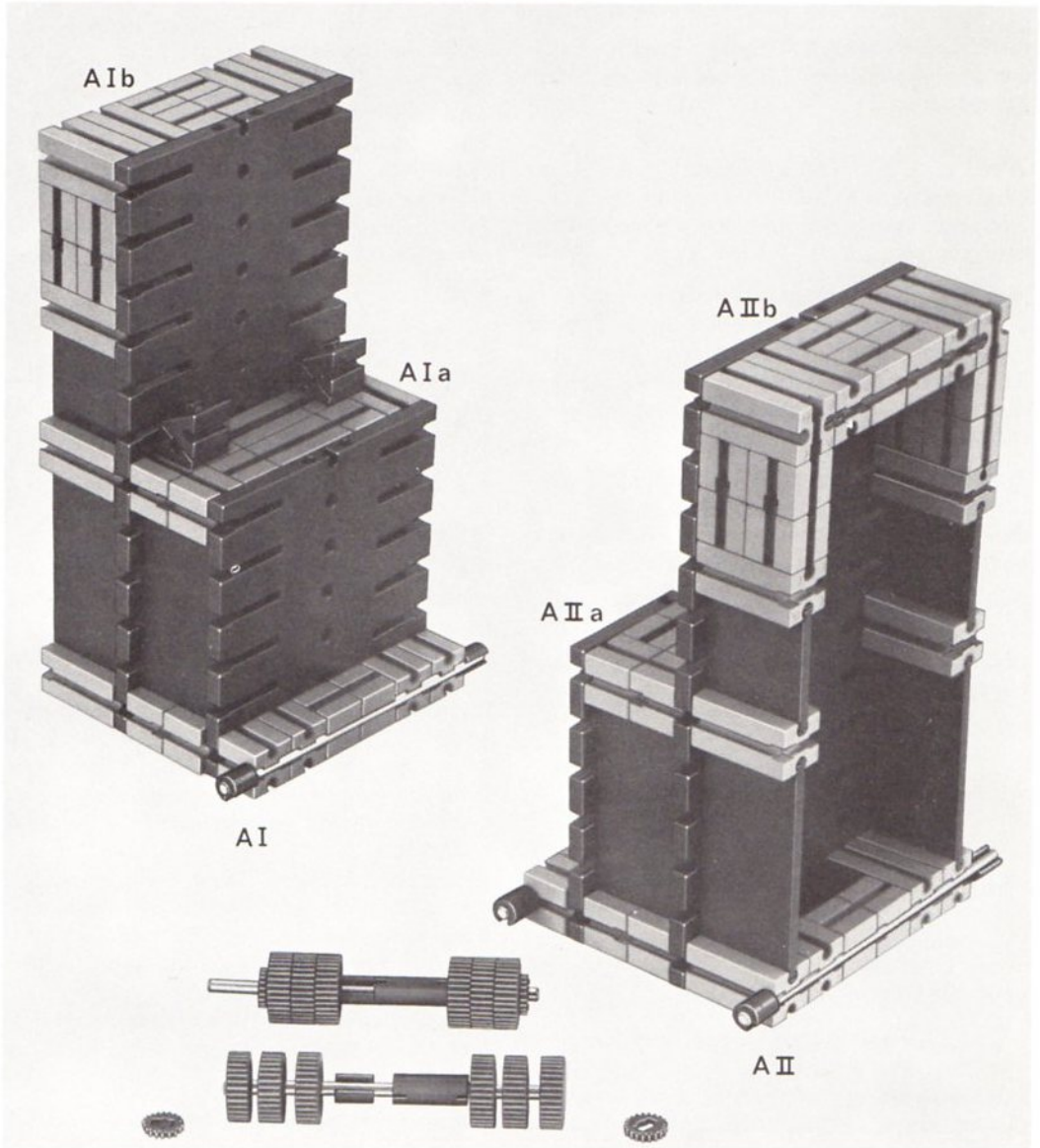


Abb. 3 Widerlager-Oberteil A I und Widerlager-Oberteil A II

A 3 a Anbringen der vorderen Sockelhalterungen

Nach Abb. 3 (Vorderseite bei A I unten) in die Schlitzte der kleinen Grundplatten je 2 Bausteine 30 so einschieben, daß die Quernuten parallel verlaufen, dann Zwischenraum mit einem vorgefertigten „Doppelverbinder 30“ überbrücken, Achse 110 einschieben und mit 2 Klemmbuchsen sichern.

A 3 b Ausfüllen der Seitenwände

Nach Abb. 3 (hinten den kleinen Grundplatten) auf den Rückseiten der kleinen Grundplatten jeweils an den Ecken einen vorgefertigten „Doppelverbinder 30“ anbringen, dann seitliche Zwischenräume von hinten mit Flachbausteinen 60 ausfüllen.

A 3 c Einsetzen der Auflagerfläche für das bewegliche Lager und Herstellen des Rollenlagers

Nach Abb. 3 (bei A II a) oberen Zwischenraum mit 2 vorgefertigten „Doppelverbindern 60“ überbrücken.

Wichtig: Bitte darauf achten, daß auf der Oberseite keine Quernut zu sehen ist. Steine so anbringen, daß die Quernuten immer waagrecht sind.

Das Rollenlager selbst wird nach der in Abb. 3 unten Mitte angegebenen Art zusammengesteckt: In eine Klemmkupplung (Achskupplung) rechts eine Achse 30 stecken, dann 3 Klemmringe für Seiltrommeln nachschieben und mit Riegelscheibe sichern.

Jetzt links eine Achse 50 in die Klemmkupplung stecken, eine Klemmbuchse anschließen, dann wieder 3 Klemmringe für Seiltrommeln anbringen und mit Riegelscheibe sichern.

Dieses Rollenlager (bewegliches Lager) wird erst beim Auflegen der Fahrbahn auf das Widerlager A II (siehe Abb. 2) benötigt und dann nur lose aufgelegt.

A 3 d Einsetzen der Auflagerfläche und Anbringen der Festlager

Nach Abb. 3 (bei A I a) oberen Zwischenraum mit einem vorgefertigten „Doppelverbinder 60“ so schließen, daß Zapfen von hinten zu sehen sind, also die Steine so anbringen, daß oben die Nut „durchläuft“.

Vor Anbringen des 2. „Doppelverbinders 60“ jedoch zuerst je zwei nach Zeichnung 3 zusammengesteckte Winkelsteine einführen. (Siehe auch bei A I a in Abb. 3.)



Zeichnung 3

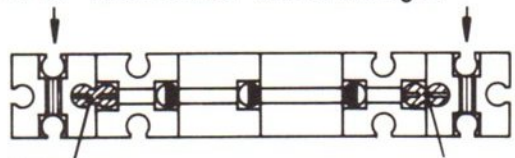
Wenn der 2. „Doppelverbinder 60“ von hinten in die Lücke geschoben ist, die beiden nach Zeichnung 3 angebrachten „festen Lager“ soweit nach außen schieben, bis Zapfen an die Bausteine 30 stoßen (siehe bei Abb. 3, A I a).

A 4 Bau der beiden Fahrbahnanschlußstücke A I b und A II b

A 4 a Anbringen der hinteren Sockelhalterungen

Nach Abb. 3 (Rückseite bei A II unten) in die unteren Schlitze der großen Grundplatten je 2 Bausteine 30 so einschieben, daß die hinteren Quernuten wieder parallel zu den Schlitzen verlaufen. Zwischenraum mit einem vorgefertigten „Doppelverbinder 30“ überbrücken, Achse 110 einstecken und mit 2 Klemmbuchsen sichern.

A 4 b Einsetzen der oberen Auflagen



Zeichnung 4

Nach Zeichnung 4 und Abb. 3 (rechts oben) zuerst je einen Baustein 30 mit waagrecht verlaufender Quernut in die oberen Schlitze der großen Grundplatten einschieben. Dann Zwischenraum mit 2 vorgefertigten „Doppelverbindern 30“ überbrücken. Jetzt bitte genau beachten: Die beiden äußeren Bausteine 30 (die Ecksteine“) so anbringen, daß die Quernuten senkrecht verlaufen. (Siehe senkrechte Pfeile bei Zeichnung 4!)

Zuletzt die äußeren Bausteine („Ecksteine“) vor seitlichem Herausrutschen sichern: Nach Zeichnung 4 die schraffierten und mit den unteren Bezugsstrichen markierten Verbindungsstücke 15 eindrücken.

Bitte prüfen, ob alle Teile der oberen Auflage fest sitzen, weil hier später große Kräfte angreifen.

A 4 c Ausfüllen der Seitenwände

Nach Abb. 3 zur seitlichen Verblendung jeweils Bausteine 30 einschieben, und zwar von oben gerechnet in die 4. und 7. Schlitze der Grundplatten. Die unteren großen Zwischenräume mit Flachbausteinen 60, die mittleren kleineren mit Flachbausteinen 30 ausfüllen.

In die oberen Zwischenräume je zwei vorgefertigte „Doppelverbindern 30“ schieben. Bitte prüfen, ob jetzt in die hinteren senkrecht verlaufenden Nuten eine Achse 110 gesteckt werden kann. Bei der Endmontage wird das so gemacht!

A 5 Zusammenbau der beiden Auflagerbänke A I a und A II a mit den beiden Fahrbahnanschlußteilen A I b und A II b

Auflagerbank A I a senkrecht halten und Fahrbahnanschlußteil A I b ebenfalls senkrecht anlegen – jedoch seitlich etwas nach einer Seite verschieben, so daß die Zapfen der „Doppelverbinder 30“ an einer Seite der großen

Grundplatte neben die Schlitze zu liegen kommen – also frei sind. Nun diese Zapfen in die Schlitze des Anschlußteils A I b soweit nach innen schieben, daß die gegenüberliegenden Zapfen vor den anderen Schlitzen liegen. Jetzt diese Zapfen in die Schlitze einführen und Auflagerbank A I a soweit wieder zurückschieben, bis die Außenkanten mit dem Anschlußteil bündig sind.

Mit A II a und A II b genau so verfahren.

A 6 Bau der Widerlagersockel A I c und A II c

A 6 a Bau des Widerlager-Sockels A I c am Pylon (mit Fundamenten)

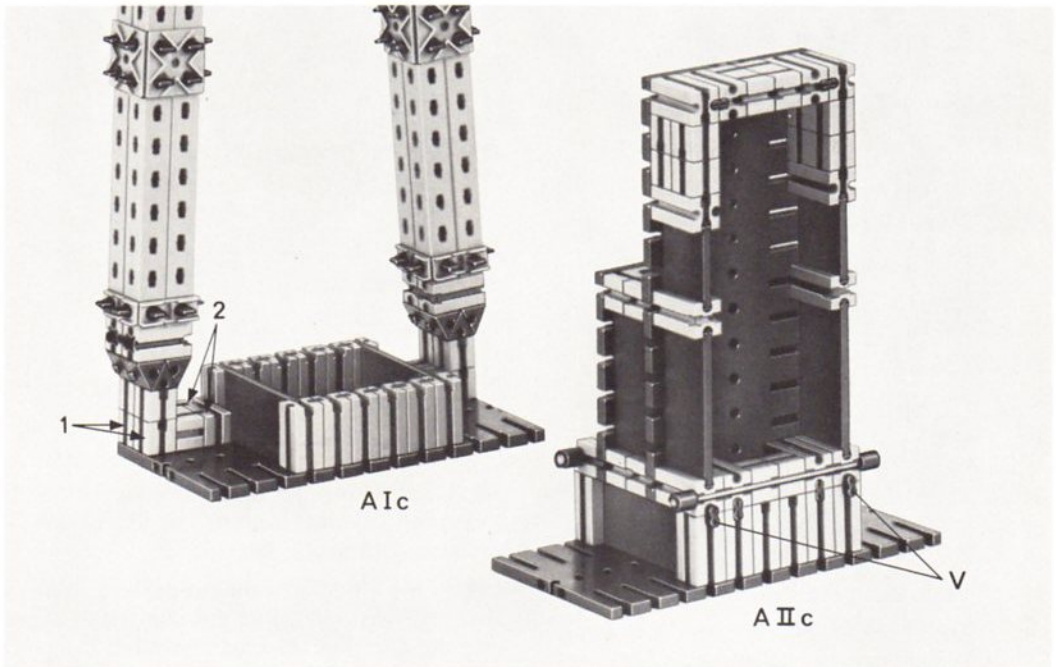


Abb. 4 zeigt bei A I c den Sockel des Widerlagers und die bereits angebrachten Stützen des A-förmigen Pylons. Bei A II c ist das Widerlager bereits fertig montiert.

Wichtiger Hinweis: Wie bereits auf Seite A 4 unter A 1 angeregt, solltet Ihr Euch rechtzeitig mit Gruppe C absprechen, besonders dann, wenn diese ihre Rückverankerung nach Ausführungsart „S“ baut. Sicher könnt Ihr eine der beiden Großbauplatten haben und den Sockel dort an der Vorderseite anbringen.

Wer von Euch diesen Auftrag übernimmt, sollte zunächst den Sockel A I c der Abb. 4 genau betrachten und erst dann nach den folgenden

Ausführungen bauen. Außerdem noch bei Gruppe C, Abb. 9 (rechts vorn) vergleichen.

Bei der Ausführungsart „S“ den Widerlagersockel nach Abb. 9 der Gruppe C und unter Verwendung der Abb. 4 folgendermaßen anbringen: Je 3 Bausteine 30 von rechts und je 3 Bausteine 30 von links in den ersten Schlitz der Großbauplatte so einführen, daß die Quernuten der Bausteine nicht parallel zu den Schlitzten verlaufen, sondern um 90 Grad versetzt sind. Bitte unbedingt mit Abb. 4 A I c vergleichen.

Genau so je 3 Bausteine 30 von rechts und von links in den 6. Schlitz der Großbauplatte einschieben und auf die gleiche Anordnung wie im 1. Schlitz achten. Sodann die 12 Bausteine 30 untereinander mit Verbindungsstücken 15 verbinden, also von oben eindrücken. Die äußeren Zwischenräume mit je einem Flachbaustein 60 ausfüllen.

Bei der Ausführungsart „N“ den Widerlagersockel nach Abb. 4 bauen: Je 6 Bausteine 30 so in die Schlitz der Grundplatte schieben, daß die Quernuten parallel zu den Schlitz verlaufen.

Bitte beachten: Je 3 Schlitz außen freilassen! Kontrollieren, ob alle Quernuten parallel zu den Schlitz verlaufen. Dann alle 12 Bausteine 30 mit je 5 Verbindungsstücken 15 untereinander verbinden. Zuletzt in die äußeren Zwischenräume je einen Flachbaustein 60 eindrücken.

Zum Bau der Pylon-Fundamente (siehe Pfeile 1 und 2 bei Abb. 4) werden zusätzlich noch folgende Bauelemente benötigt:

8 Bausteine 15 (1 Zpf.)

4 Bausteine 15 (2 Zpf.)

Nach Abb. 4 (links unten Pfeile 1) jeweils 2 Bausteine 15 in die ersten Schlitz der Grundplatten so einschieben, daß die Quernuten parallel zu den Schlitz verlaufen.

Sodann nach Abb. 4 (Pfeile 2) 2 Bausteine 15 in die dritten Schlitz einschieben und die Zwischenräume jeweils mit Bausteinen 15 mit 2 Zapfen überbrücken.

A 7 Endmontage der Widerlager auf den Widerlager-Sockeln

A 7 a Endmontage des Widerlagers A II

Nach Abb. 4 (rechts Kennzeichnung V) das Oberteil mit dem Sockel durch Verbindungsstücke 15 an den Ecken verbinden.

Das fertige Widerlager A II mit dem beweglichen Rollenlager wird erst ganz zuletzt beim Auflegen der Fahrbahn benötigt.

A 7 b Endmontage des Widerlagers A I

Wichtiger Hinweis: Die Endmontage des Widerlagers A I wird erst nach dem Aufrichten des Pylons (durch Gruppe B) von Euch übernommen.

Bei beiden Ausführungsarten der Rückverankerung („N“ und „S“) das Oberteil, wie im letzten Abschnitt beschrieben, jeweils an den Ecken mit Verbindungsstücken 15 verbinden. Damit ist Euer eigentlicher Konstruktionsauftrag erfüllt.

A 8 Hinweise für weitere Mitarbeit

Vorbemerkung: Wahrscheinlich könnt Ihr Euch nicht mehr so aktiv wie bisher an der gemeinsamen Arbeit beteiligen, weil jetzt die anderen Gruppen noch nicht alle mit ihren Aufträgen fertig sind und der Freivorbau beginnen kann.

Nehmt zunächst Verbindung auf mit Gruppe D, mit der Ihr später beim Freivorbau zusammenarbeiten sollt. Besprecht die weitere Zusammenarbeit.

Diese Zusammenarbeit kann darin bestehen, daß Ihr mithelft, die Fahrbahnträger-Teile fertigzustellen.

Sollte die Gruppe D mit den Fahrbahn-Teilen schon fertig sein, dann führt gemeinsam den Belastungs-Versuch durch. Die Versuchsanordnung ist in Abb. 22 der Gruppe D dargestellt.

Dort ist der zusammengebaute Balkenträger links auf dem Widerlager A I (festes Lager) und rechts auf dem Widerlager A II (bewegliches Lager) frei aufgelegt.

Löst deshalb für diesen Belastungsversuch, der noch vor dem Freivorbau durchgeführt werden soll, nochmals das nach A 7 a montierte Widerlager mit seinem Oberteil vom Sockel und stellt die beiden Widerlager-Oberteile für den Versuch zurecht.

Außerdem könnt Ihr schon Einblick nehmen in das 6. Faltblatt für den Freivorbau.

Für den Freivorbau werden noch folgende Bauteile aus u-t 1 benötigt:

2 Achsen 110

8 Achsen 60

4 Klemmbuchsen

3 Klemmkupplungen (Achskupplungen)

6 Klemmringe für Seiltrommeln

Aus u-t S:

6 Riegelscheiben

Planungsbeispiel Schrägseilbrücke

Konstruktionsaufträge für Schüler

Gruppe B Bau des Pylons

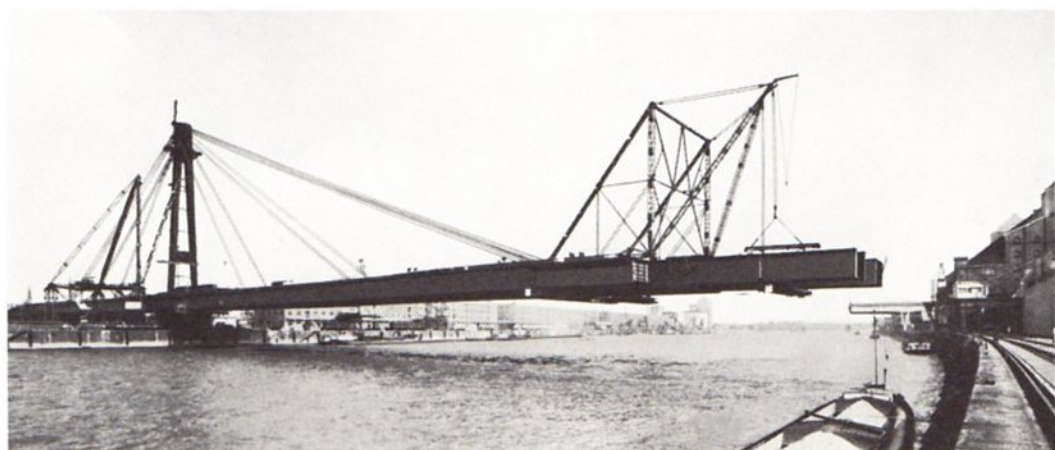


Abb. 1 Freivorbau der Kurt-Schumacher-Brücke zwischen Mannheim und Ludwigshafen

Dieses Anfang 1972 entstandene Foto, das wir mit freundlicher Genehmigung der Stadt Mannheim dem „Sonderdruck zur Verkehrsübergabe der Kurt-Schumacher-Brücke am 28. Juni 1972“ entnehmen, ist ein besonders eindrucksvolles Beispiel für moderne Brückenbaukunst.

Es zeigt die Endphase des Freivorbaus der über den Rhein zu spannenden Strombrücke. Bis zum Auflegen der Fahrbahn auf den Lud-

wigshafener Uferpfeiler fehlen noch etwa 20 m. Die endgültige Spannweite vom Mannheimer bis zum Ludwigshafener Widerlager beträgt 290 m.

Die Brücke mußte ohne Zwischenpfeiler errichtet werden, weil der hier 250 m breite Rhein beiderseits Hafengebiet ist. Der hierbei notwendige Schiffswendeverkehr durfte jedoch nicht von Hindernissen beeinträchtigt werden.

2. Faltblatt der Ergänzungsmappe A zum Lehrerhandbuch III fischertechnik-Schulprogramm.
Herausgeber: Arbeitsgruppe Technische Bildung Pädagogische Hochschule Heidelberg.
Fischer-Werke Artur Fischer, Tumlingen  Georg Westermann, Braunschweig  1973
Sämtliche Rechte bei: Fischer-Werke Artur Fischer, Tumlingen, Ref. Nr. 138 · 6/73/3

Die Brückenbauer haben diese schwierige Aufgabe technisch und auch ästhetisch sehr gut gelöst.

Ein 84 m hoher sogenannter Pylon, der auf der Mannheimer Seite rückverankert ist,

übernimmt von den Schrägseilen fast die gesamte Last und trägt sie in das Erdreich ab. Fachleute sprechen hier von „Lastabtragung“ – ein Hauptproblem bei allen Tragwerk-Konstruktionen.

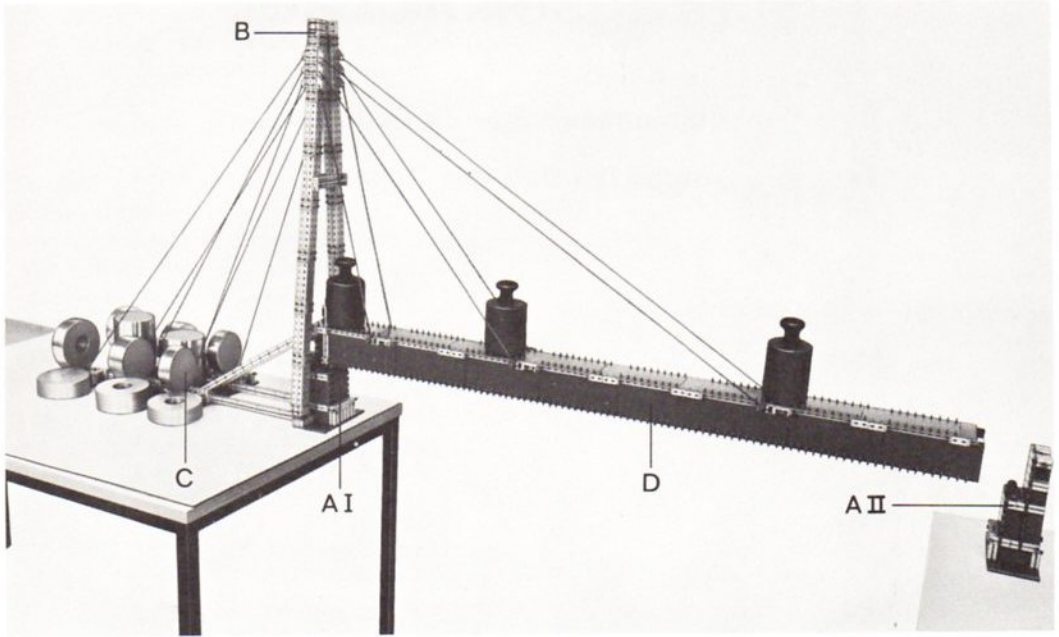


Abb. 2 Modell einer Schrägseilbrücke aus Bauteilen von 10 Lernbaukästen u-t 1 und Bauelementen von 8 Lernbaukästen u-t S

Mit diesem Foto stellen wir Euch das große Brückenmodell vor, das Ihr im arbeitsteiligen Verfahren mit vier Arbeitsgruppen bauen sollt. Die einzelnen Buchstaben kennzeichnen die vier Brückenteile der Schrägseilbrücke, die von vier Arbeitsgruppen zu bauen sind:

- Gruppe A Widerlager (A I und A II)
- Gruppe B Pylon
- Gruppe C Rückverankerung
- Gruppe D Fahrbahnteile

Sicher erkennt Ihr bei einem Vergleich der beiden Abbildungen 1 und 2, daß das Modell in Abb. 2 einfacher ist als die Mannheimer Strombrücke. Dennoch sind alle Funktionen einer Schrägseilbrücke vorhanden.

Wir wollen nämlich nicht nur einen ähnlichen Gesamteindruck geben wie bei Abb. 1, sondern unser Modell soll auch zeigen, wie sehr es schon im Montagezustand belastet werden kann. Es trägt bereits im Freivorbau 15 kp.

Euer Brückenmodell wird noch mehr Gewicht tragen können, wenn die Fahrbahn auf dem zweiten Widerlager aufliegt. Dies wird aber nur dann möglich sein, wenn Ihr in Eurer Arbeitsgruppe die auf den nächsten Seiten erteilten Konstruktionsaufträge exakt ausführt. Damit leistet Ihr einen wichtigen Beitrag, ohne den das gesamte Brückenbauwerk nicht zu verwirklichen wäre.

Unsere Konstruktionsaufträge sind das Ergebnis einer langen Versuchsreihe. Wir hoffen, daß Ihr unsere Vorschläge in den Fotos, Zeichnungen und Erklärungen gut versteht. Und sicher erkennt Ihr als erfahrene Modellbauer, warum in einem Fall die Bausteine in dieser und im anderen Fall in jener Richtung befestigt werden sollen.

Und jetzt viel Spaß bei Eurer gemeinsamen Arbeit.

Allgemeine Vorbemerkungen zu Euren Konstruktionsaufträgen

Bevor Ihr mit den Konstruktionsaufträgen in Eurer Gruppe beginnt, wollen wir Euch einen Überblick geben über alle anfallenden Probleme. Wir wollen damit anregen, daß Ihr selbst eine Organisationsform für das arbeitsteilige Verfahren findet.

Unsere Konstruktionsvorschläge zeigen ja nur, „wie man es macht“.

- „Wer es macht“ und
- „Wer was macht“ – das ist eine Entscheidung, die Ihr selbst treffen sollt.

Damit Ihr diese Entscheidung aber auch richtig treffen könnt, lest zunächst einmal gemeinsam die folgende Übersicht auf diesem Blatt genau durch und vergleicht sie mit den einzelnen Abschnitten und den jeweils zugehörigen Abbildungen auf den folgenden Seiten dieses Faltblattes.

Verteilt erst dann die Arbeitsaufträge untereinander, wenn Ihr Euch einen Überblick verschafft habt.

Also nochmals:

- Übersicht verschaffen
- miteinander absprechen, wer die einzelnen Aufgaben übernimmt
- mit anderen Gruppen absprechen, wie eine reibungslose Zusammenarbeit organisiert werden kann

... und erst dann mit dem Bauen beginnen!

Hinweise zur folgenden Übersicht

1. Zu den Großbuchstaben

Die Großbuchstaben bezeichnen die Konstruktionsaufträge der einzelnen Gruppen.

2. Zu den Zahlen

Die arabischen Zahlen 1, 2, 3 usw. zeigen die Hauptabschnitte an.

3. Zu den Kleinbuchstaben

Die Kleinbuchstaben a, b, c usw. kennzeichnen die Unterabschnitte, also die Einzelschritte, die für einen Hauptabschnitt notwendig sind.

Übersicht für Gruppe B

Bau des Pylons

B 1 Zusammenstellen der benötigten Bauteile

- B 1 a Benötigte Bauelemente aus u-t 1
- B 1 b Benötigte Bauelemente aus u-t S

B 2 Vorfertigen zusammengesetzter Bauteile

- B 2 a Vorfertigen von 8 Winkelträgern
- B 2 b Vorfertigen von 8 Laschen 15
- B 2 c Vorfertigen von 42 Kreuzknotenplatten
- B 2 d Vorfertigen von 14 Eckknotenplatten
- B 2 e Vorfertigen von 2 Querträgern
- B 2 f Vorfertigen von 4 Basisteilen
- B 2 h Vorfertigen von 4 Gelenkverbindungen

B 3 Bau der beiden Pylonstützen

- B 3 a Anbringen der vorgefertigten Laschen 15
- B 3 b Anbringen der vorgefertigten Kreuzknotenplatten
- B 3 c Anbringen der vorgefertigten Eckknotenplatten
- B 3 d Anbringen der vorgefertigten Seilhalterungen
- B 3 e Anbringen der vorgefertigten Basisteile

B 4 Zusammenbau des Pylons

- B 4 a Anbringen der vorgefertigten Gelenkverbindungen
- B 4 b Anbringen der vorgefertigten Querträger

B 5 Endmontage des Pylons

- B 5 a Aufrichten des Pylons bei Ausführungsart „N“
- B 5 b Aufrichten des Pylons bei Ausführungsart „S“

B 6 Hinweise zur weiteren Mitarbeit

B 1 Zusammenstellen der benötigten Bauteile

Anregung: Überlegt und besprecht: Wer holt die einzelnen Bauelemente? Außerdem: Wo und wie soll man die Lernbaukästen aufstellen, damit die benötigten Bauteile rationell aussortiert und je nach Art getrennt aufzulegen sind?

Bitte benachteiligt bei allem Planen nicht die anderen Gruppen. Deshalb: **Gemeinsam planen mit allen Beteiligten!**

Für Eure Gruppe ist eine Absprache mit Gruppe A nötig, wenn Ihr den Pylon fertig habt und ihn am Sockel des Widerlagers A1 montieren wollt.

Habt Ihr jedoch für Euer gemeinsames Vorhaben zwei Großbauplatten zur Verfügung, so arbeitet Gruppe C nach der Ausführungsart „S“. In diesem Falle montiert Ihr den Pylon an der Vorderseite einer Großbauplatte. Sprecht Euch also rechtzeitig mit Gruppe C ab.

B 1 a Benötigte Bauelemente aus u-t 1

St.-Z. Artikel

- 4 Bausteine 30
- 12 Bausteine 15 (1 Zpf.)
- 12 Winkelsteine gleichseitig (2 Zpf.)
- 4 Gelenksteine
- 8 Verbindungsstücke 15

B 1 b Benötigte Bauelemente aus u-t S

St.-Z. Artikel

- 60 Winkelträger 120
- 8 Winkelträger 15 Doppelverbindung (2 Zpf.)
- 8 Laschen 15
- 42 Kreuzknotenplatten
- 14 Eckknotenplatten
- 242 S-Riegel 4
- 24 S-Riegel 6
- 2 Griffe (Schlüssel für S-Riegel)

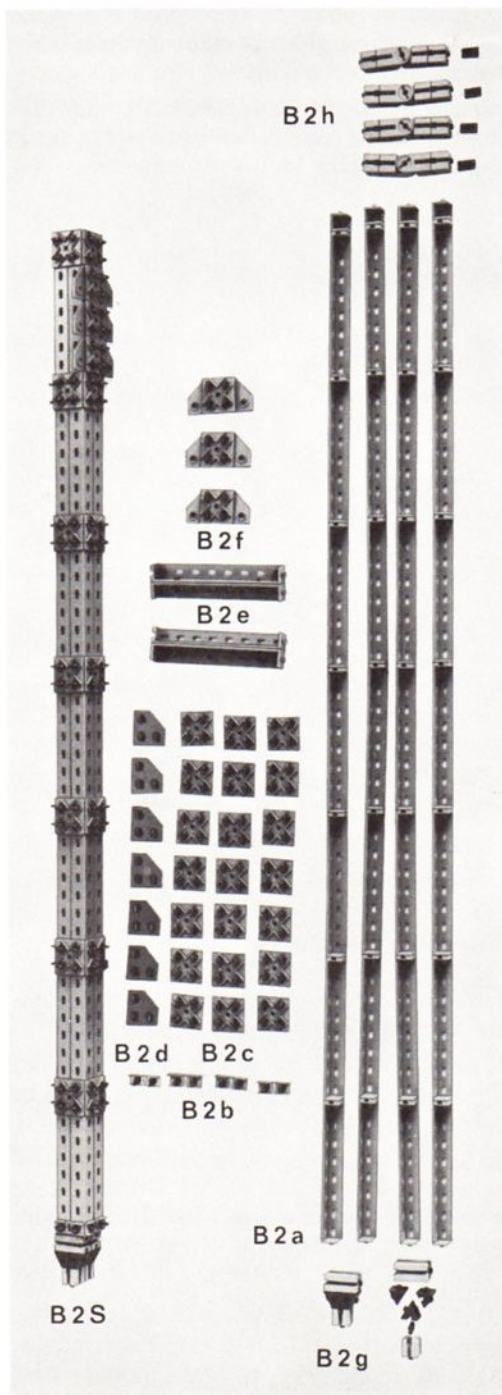


Abb. 5 Die für eine Stütze (links im Bild B 2 S) benötigten Bauelemente. In den folgenden Beschreibungen sind immer (wie auch unter B 1 a und B 1 b) die doppelten Zahlen für den ganzen Pylon genannt.

B 2 Vorfertigen zusammengesetzter Bauteile

B 2 a Vorfertigen von 8 Winkelträgern

B 2 b Vorfertigen von 8 Laschen 15

Nach Abb. 5 (Mitte unten B 2 b) in 8 Laschen 15 je 2 S-Riegel 4 einstecken und um 90 Grad drehen.

Stückzahl: 8

Nach Abb. 5 (rechts B 2 a) je 7 Winkelträger 120 in gleicher Richtung miteinander verbinden.

Bitte beachten: Zapfen immer nach links halten.

Zuletzt je 1 Winkelträger 15 (Doppelverbindung, 2 Zpf.) anbringen (siehe oben rechts unter B 2 h).

Stückzahl: 8

B 2 c Vorfertigen von 42 Kreuzknotenplatten

Nach Abb. 5 (Mitte rechts B 2 c) in 42 Kreuzknotenplatten je 4 S-Riegel 4 einstecken und so drehen, daß alle 4 parallel zu einer Außenseite verlaufen.

Stückzahl: 42

B 2 d Vorfertigen von 14 Eckknotenplatten

Nach Abb. 5 (Mitte links B 2 d) in 14 Eckknotenplatten je 3 S-Riegel 4 einstecken und so drehen, daß alle immer parallel zu einer Außenseite verlaufen.

Stückzahl: 14

B 2 e Vorfertigen von 2 Querträgern

Nach Abb. 5 (Mitte oben B 2 e) je 2 Winkelträger 120 in der vorletzten Lochung mit S-Riegeln 4 so verbinden, daß ein T-förmiger Träger entsteht.

B 2 f Vorfertigen von 6 Seilhalterungen

Nach Abb. 5 (Mitte oben B 2 f) zunächst in 6 Kreuzknotenplatten je 4 S-Riegel 6 einstecken und diese so drehen, daß sie in Richtung der Eckknotenplattenschlitze stehen, die von hinten in Gegenrichtung angebracht werden. Zuletzt alle S-Riegel in die senkrechte Lage drehen (siehe Abb. 5 Mitte oben).

Stückzahl: 6

B 2 g Vorfertigen von 4 Basisteilen

Nach Abb. 5 (unten rechts B 2 g) und nach Zeichnung 1 je drei gleichseitige Winkelsteine (2 Zpf.) zusammenstecken.



Zeichnung 1

Dann 1 Verbindungsstück 15 in die untere Nut des mittleren Winkelsteins anbringen und einen Baustein 15 mit Zapfen nach unten einschieben.

Zuletzt diese Bauteile mit den oberen Zapfen in die Nut eines Bausteins 30 schieben (siehe Abb. 5 bei E 2 g links).

Stückzahl: 4

B 2 h Vorfertigen von 4 Gelenkverbindungen

Nach Abb. 5 (oben rechts B 2 h) je einen Baustein 15 an den Gelenksteinen ansetzen.

Stückzahl: 4

B 3 Bau der beiden Pylonspitzen

B 3 a Anbringen der vorgefertigten Laschen



Zeichnung 2

Zunächst nach Zeichnung 2 je zwei der langen Winkelträger B 2 g so gegeneinander legen, daß außen nur glatte Flächen zu sehen sind.

Sodann nach Abb. 5 (links unten B 2 S) die beiden gegeneinander gelegten Winkelträger in der ersten Lochung mit je einer vorgefertigten Lasche 15 verriegeln.

Wichtiger Hinweis: Zunächst nur vier solcher „Halbprofile“ herstellen. Die restlichen 4 vorgefertigten Laschen 15 erst nach dem nächsten Abschnitt anbringen.

Stückzahl: 4

B 3 b Anbringen der vorgefertigten Kreuzknotenplatten

Nach Abb. 5 (links B 2 S) zunächst über die Stöße der zusammengesteckten Winkelträger jeweils eine vorgefertigte Kreuzknotenplatte B 2 c so eindrücken, daß die parallel ausgerichteten S-Riegel in die letzten, bzw. ersten „Lochschlitze“ der Winkelträger 120 eingreifen. S-Riegel sodann verriegeln. An den 4 U-förmigen „Doppelwinkelträgern“ also zunächst nur je 7 Kreuzknotenplatten von oben anbringen.

Stückzahl: 28

Erst nach diesem Arbeitsgang je 2 der „Doppelwinkelträger“ zu einem quadratischen Profil nach B 2 S (jeweils „hochkant“) zusammenlegen und zunächst unten mit Laschen 15 verriegeln. Hierauf an jeder quadratischen Stütze nur eine weitere Seite mit Kreuzknotenplatten B 2 c versehen.

Wichtig: Je eine Seite pro Stütze bleibt also frei für die Eckknotenplatten B 2 d.

B 3 c Anbringen der vorgefertigten Eckknotenplatten

Je 7 Eckknotenplatten B 2 d an die freigebliebenen 4. Seiten der Stützen so anbringen, daß die Stoßstellen der Winkelträger wieder verriegelt werden – diesmal an einer Seite jedoch nur mit einem Riegel.

Bitte prüfen, ob alle angebrachten S-Riegel parallel verlaufen – also rechtwinklig zur Stütze stehen.

B 3 d Anbringen der vorgefertigten Seilhalterungen

Nach Abb. 5 (links oben bei B 2 S) je zwei vorgefertigte Basisteile B 2 g mit den Längsnuten der Bausteine 30 in die beiden Zapfen schieben.

(Siehe auch bei Gruppe A, Abb. 4 C I a.)

B 3 e Anbringen der vorgefertigten Basisteile

Nach Abb. 5 (unten links B 2 S) je zwei vorgefertigte Basisteile B 2 g mit den Längsnuten der Bausteine 30 in die beiden Zapfen schieben. (Siehe auch bei Gruppe A, Abb. 4 C I a.)

B 4 Zusammenbau des Pylons

B 4 a Anbringen der vorgefertigten Gelenkverbindungen

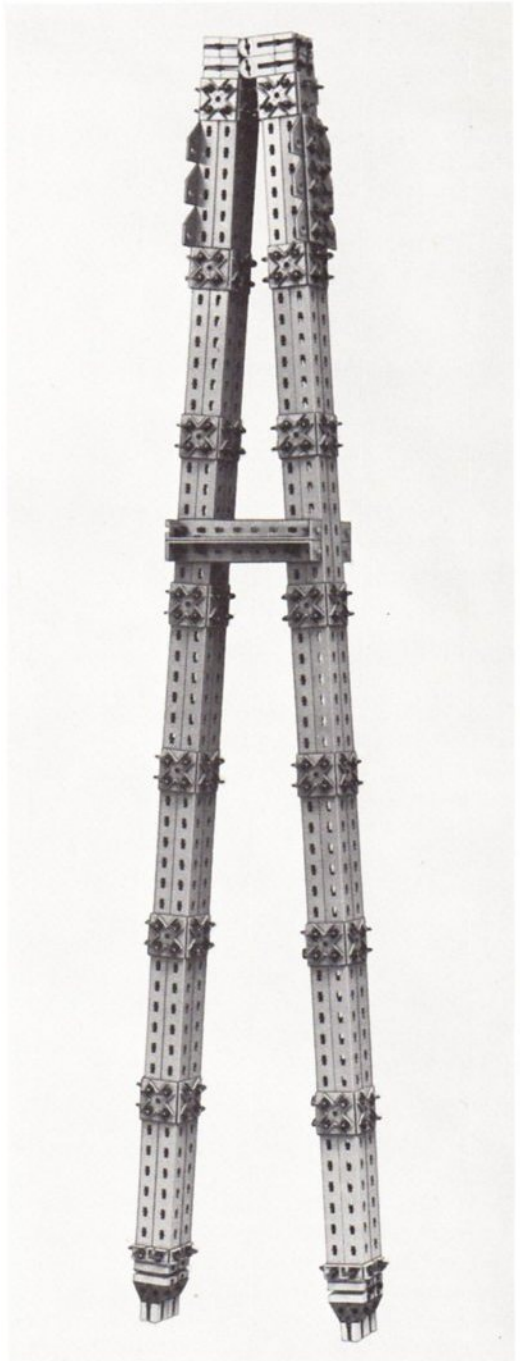


Abb. 6 Die beiden Stützen sind zum A-förmigen Pylon verbunden.

Nach Abb. 6 (oben) je eine vorgefertigte Gelenkverbindung B 2 h in die oberen Zapfen der Stützen (von innen her) einschieben.

Danach 2 weitere Gelenkverbindungen darüberlegen und von außen jeweils mit einem Verbindungsstück 15 zusammenhalten.

B 4 b Anbringen der vorgefertigten Querträger

Nach Abb. 6 die beiden vorgefertigten Querträger B 2 e anbringen: Mit einem Griff (Schlüsselchen für die S-Riegel) jeweils einen S-Riegel im äußeren „Schlitzloch“ anbringen und an den Stützen so befestigen, daß im drittobersten Feld unten noch ein Loch frei bleibt.

B 5 Endmontage des Pylons

Wichtiger Hinweis: Ihr wißt sicher durch Eure Absprache mit Gruppe C, daß es zwei Ausführungsarten für die Rückverankerung gibt:

1. Ausführungsart „N“ (Normalfall):
mit den Grundplatten aus den u-t 1
2. Ausführungsart „S“ (Sonderfall):
mit 2 Großbauplatten

Zu 1.: Hat die Gruppe C nach Ausführungsart „N“ gebaut, so hat Gruppe A damit auch den Widerlager-Sockel A I an einer Grundplatte angebracht.

Nach Abb. 4 der Gruppe A errichtet Ihr hieran den Pylon. Wie dies geschieht, lest Ihr im folgenden Abschnitt B 5 a.

Zu 2.: Hat die Gruppe C jedoch nach Ausführungsart „S“ gebaut, so hat Gruppe A den Widerlager-Sockel A I an der Großbauplatte angebracht. An dieser errichtet Ihr dann den Pylon. Wie dies geschieht, lest Ihr im übernächsten Abschnitt B 5 b.

B 5 a Aufrichten des Pylons bei Ausführungsart „N“

Nach Abb. 4 der Gruppe A (zusammen mit dieser Gruppe) den Pylon mit den unteren Zapfen in die Quernuten der mit 1 gekennzeichneten Bausteine 15 schieben.

B 5 b Aufrichten des Pylons bei Ausführungsart „S“

Wichtiger Hinweis: Zum Aufrichten des Pylons an der Großbauplatte müssen die beiden Stützen des Pylons beweglich sein, deshalb an einer Stütze nochmals die Riegel an den Querträgern B 2 e öffnen.

Jetzt nach Abb. 9 der Ausführungsart „S“ bei Gruppe C die beweglichen Stützen von außen jeweils in die 5. und 6. Schlitz der Großbauplatten einschieben.

Bitte prüfen, ob die Pylonstützen im gleichen Abstand zum angebrachten Sockel des Widerlagers A I angebracht sind.

Zuletzt die Querträger (B 2 e) wieder fest verriegeln und prüfen, ob die Pylonstützen in sich gerade sind. Wenn sie auch nur eine leichte Krümmung aufweisen, muß der seitliche Abstand zum Auflager-Sockel A I verändert werden.

Warum dies so sein muß, werdet Ihr bei den ersten Belastungsversuchen feststellen – oder könnt Ihr es schon jetzt begründen? Ist es nur wegen des besseren Aussehens, daß eine Stütze „in sich gerade“ sein soll?

B 6 Hinweise zur weiteren Mitarbeit

Wenn der Pylon montiert ist, habt Ihr Euren eigentlichen Konstruktionsauftrag erfüllt. Ihr solltet jedoch auch weiterhin mit der Gruppe C zusammenarbeiten und gemeinsam die Schrägseile anbringen.

Wie diese anzubringen sind, zeigen wir Euch durch die Übernahme der Seite C 7 „S“ aus dem 4. Faltblatt. Am besten verteilt Euch nach diesen Vorschlägen die Arbeit so, daß Ihr die Seilführung am Pylon übernehmt und die Gruppe B die Schrägseile in den Seil-Halteblöcken anbringt.

Unterrichtet Euch jedoch bitte über die Funktion von Sperrvorrichtungen („Klinkengesperren“) im Abschnitt C 5 b des 4. Faltblattes (C 6 „S“).

Nachdem Ihr die Funktionen der Sperrvorrichtung kennengelernt habt, könnt Ihr mit dem Anbringen der Seile beginnen.

Wie aus Abb. 2 zu ersehen ist, werden die hinteren Seile durch die oberen, die mittleren und die vorderen Seile durch die unteren Seilaufhängungen des Pylons geführt.

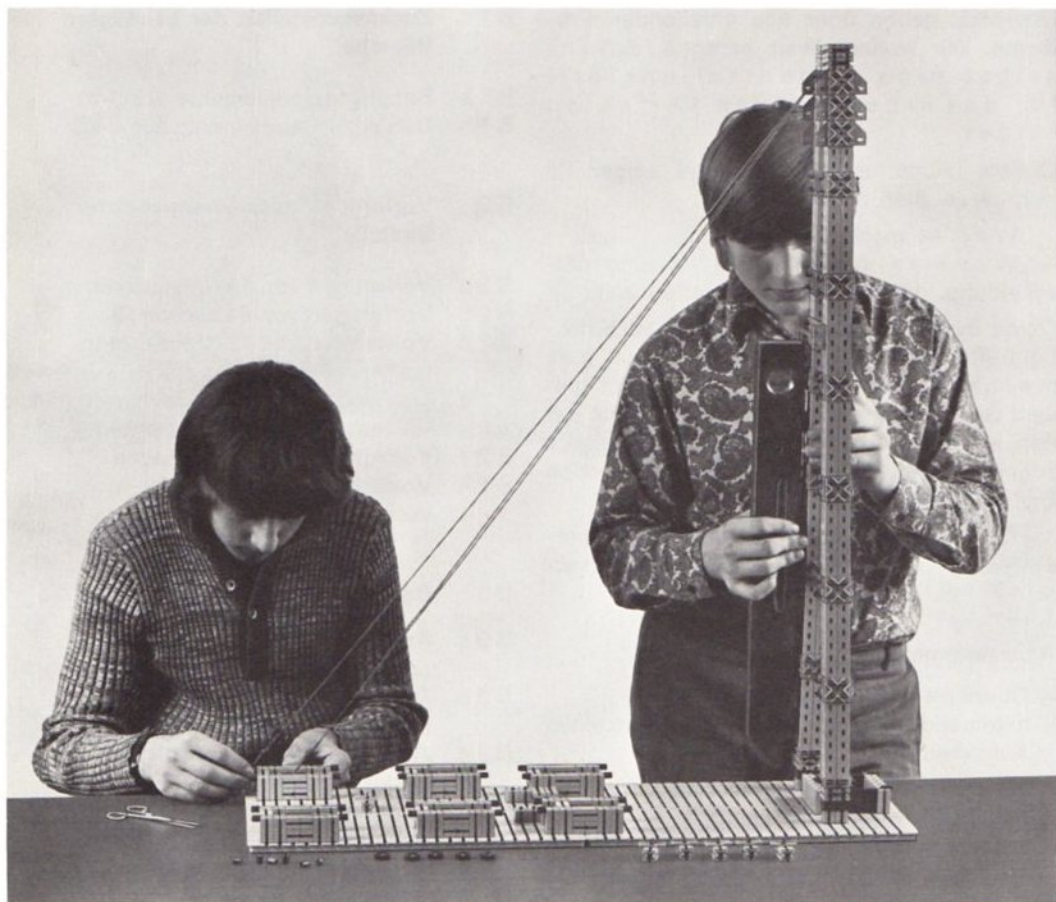


Abb. 10 Zwei Schüler beim Ablängen des ersten Schrägseils, das aus vier Längen von 1 mm starker Hanfschnur besteht. Zum genauen Maßnehmen der Seillänge wird der Pylon durch Anlegen einer Wasserwaage genau in der Senkrechten gehalten.

Das Seil ist hier jeweils auf dem „Hinweg“ zur Pylonspitze und auf dem „Rückweg“ zum Seil-Halteblock doppelt geführt, so daß ein Seil aus 4 Strängen besteht.

Wichtiger Tip hierzu:

Zuerst die einfache Länge vom Seil-Halteblock bis zur betreffenden Seilhalterung an der Pylonspitze messen und diese Strecke vierfach nehmen – plus einer „Sicherheitsspanne“ von etwa 20 cm; dann abschneiden (siehe auch Abb. 26 im 6. Faltblatt).

Technische Information:

Bei der in Abb. 1 gezeigten Strombrücke besteht jedes Schrägseil (auch Tragkabel genannt) aus 295 Einzeldrähten von 0,7 mm starkem hochwertigem Stahl. Die einzelnen Paralleldrahtbündel werden auf dem fortlaufend vorzubauenden Fahrbahnträger in einer Spezial-Kabelherstellungshalle abgelängt und zum Schluß gegen die aggressive Industrieluft durch Kunststoffüberzüge geschützt.

Die Seilspann-Vorrichtungen sind sehr kompliziert – wir haben deshalb für unser Brückenmodell einfachere gewählt.

Planungsbeispiel Schrägseilbrücke

Konstruktionsaufträge für Schüler

Gruppe C Ausführungsart „N“ Bau der Rückverankerung

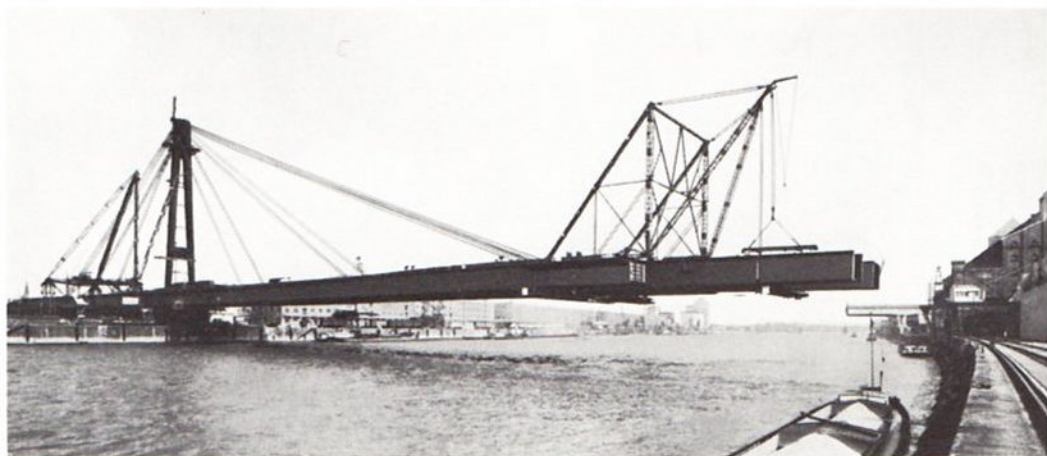


Abb. 1 Freivorbau der Kurt-Schumacher-Brücke zwischen Mannheim und Ludwigshafen

Dieses Anfang 1972 entstandene Foto, das wir mit freundlicher Genehmigung der Stadt Mannheim dem „Sonderdruck zur Verkehrsübergabe der Kurt-Schumacher-Brücke am 28. Juni 1972“ entnehmen, ist ein besonders eindrucksvolles Beispiel für moderne Brückenbaukunst.

Es zeigt die Endphase des Freivorbaus der über den Rhein zu spannenden Strombrücke. Bis zum Auflegen der Fahrbahn auf den Lud-

wigshafener Uferpfeiler fehlen noch etwa 20 m. Die endgültige Spannweite vom Mannheimer bis zum Ludwigshafener Widerlager beträgt 290 m.

Die Brücke mußte ohne Zwischenpfeiler errichtet werden, weil der hier 250 m breite Rhein beiderseits Hafengebiet ist. Der hierbei notwendige Schiffswendeverkehr durfte jedoch nicht von Hindernissen beeinträchtigt werden.

3. Faltblatt der Ergänzungsmappe A zum Lehrerhandbuch III fischertechnik-Schulprogramm.
Herausgeber: Arbeitsgruppe Technische Bildung Pädagogische Hochschule Heidelberg.
Fischer-Werke Artur Fischer, Tumlingen  Georg Westermann, Braunschweig  1973
Sämtliche Rechte bei: Fischer-Werke Artur Fischer, Tumlingen, Ref. Nr. 139 · 6/73/3

Die Brückenbauer haben diese schwierige Aufgabe technisch und auch ästhetisch sehr gut gelöst.

Ein 84 m hoher sogenannter Pylon, der auf der Mannheimer Seite rückverankert ist,

übernimmt von den Schrägseilen fast die gesamte Last und trägt sie in das Erdreich ab. Fachleute sprechen hier von „Lastabtragung“ – ein Hauptproblem bei allen Tragwerk-Konstruktionen.

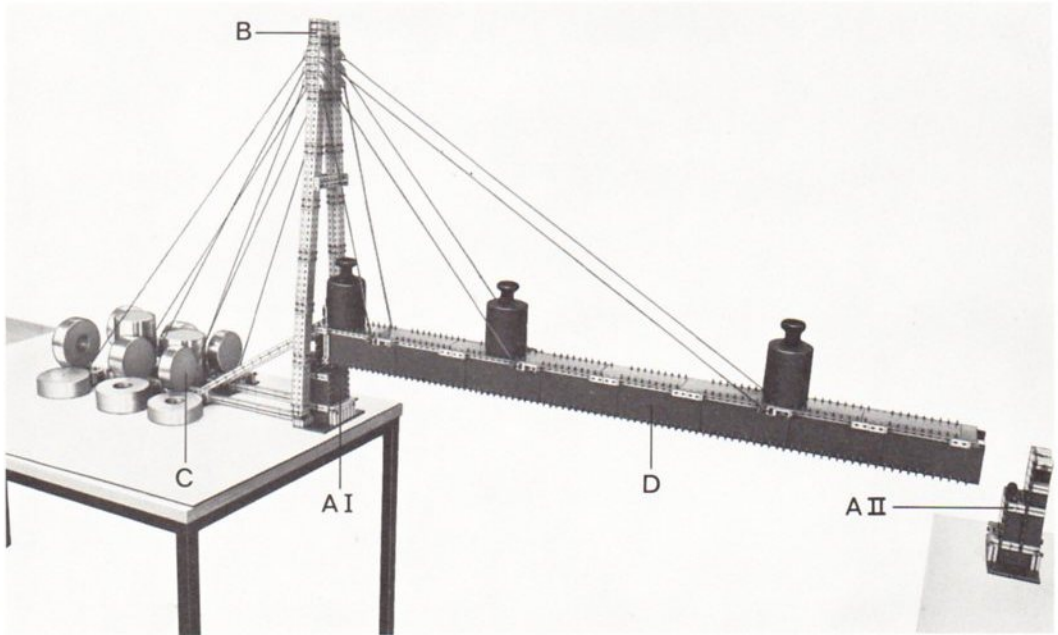


Abb.2 Modell einer Schrägseilbrücke aus Bauteilen von 10 Lernbaukästen u-t1 und Bauelementen von 8 Lernbaukästen u-t S

Mit diesem Foto stellen wir Euch das große Brückenmodell vor, das Ihr im arbeitsteiligen Verfahren mit vier Arbeitsgruppen bauen sollt. Die einzelnen Buchstaben kennzeichnen die vier Brückenteile der Schrägseilbrücke, die von vier Arbeitsgruppen zu bauen sind:

- Gruppe A Widerlager (A I und A II)
- Gruppe B Pylon
- Gruppe C Rückverankerung
- Gruppe D Fahrbahnteile

Sicher erkennt Ihr bei einem Vergleich der beiden Abbildungen 1 und 2, daß das Modell in Abb.2 einfacher ist als die Mannheimer Strombrücke. Dennoch sind alle Funktionen einer Schrägseilbrücke vorhanden.

Wir wollen nämlich nicht nur einen ähnlichen Gesamteindruck geben wie bei Abb.1, sondern unser Modell soll auch zeigen, wie sehr es schon im Montagezustand belastet werden kann. Es trägt bereits im Freivorbau 15 kp.

Euer Brückenmodell wird noch mehr Gewicht tragen können, wenn die Fahrbahn auf dem zweiten Widerlager aufliegt. Dies wird aber nur dann möglich sein, wenn Ihr in Eurer Arbeitsgruppe die auf den nächsten Seiten erteilten Konstruktionsaufträge exakt ausführt. Damit leistet Ihr einen wichtigen Beitrag, ohne den das gesamte Brückenbauwerk nicht zu verwirklichen wäre.

Unsere Konstruktionsaufträge sind das Ergebnis einer langen Versuchsreihe. Wir hoffen, daß Ihr unsere Vorschläge in den Fotos, Zeichnungen und Erklärungen gut versteht. Und sicher erkennt Ihr als erfahrene Modellbauer, warum in einem Fall die Bausteine in dieser und im anderen Fall in jener Richtung befestigt werden sollen.

Und jetzt viel Spaß bei Eurer gemeinsamen Arbeit.

Allgemeine Vorbemerkungen zu Euren Konstruktionsaufträgen

Bevor Ihr mit den Konstruktionsaufträgen in Eurer Gruppe beginnt, wollen wir Euch einen Überblick geben über alle anfallenden Probleme. Wir wollen damit anregen, daß Ihr selbst eine Organisationsform für das arbeitsteilige Verfahren findet.

Unsere Konstruktionsvorschläge zeigen ja nur, „wie man es macht“.

- „Wer es macht“ und
- „Wer was macht“ – das ist eine Entscheidung, die Ihr selbst treffen sollt.

Damit Ihr diese Entscheidung aber auch richtig treffen könnt, lest zunächst einmal gemeinsam die folgende Übersicht auf diesem Blatt genau durch und vergleicht sie mit den einzelnen Abschnitten und den jeweils zugehörigen Abbildungen auf den folgenden Seiten dieses Falblattes.

Verteilt erst dann die Arbeitsaufträge untereinander, wenn Ihr Euch einen Überblick verschafft habt.

Also nochmals:

- Übersicht verschaffen
- miteinander absprechen, wer die einzelnen Aufgaben übernimmt
- mit anderen Gruppen absprechen, wie eine reibungslose Zusammenarbeit organisiert werden kann

... und erst dann mit dem Bauen beginnen!

Hinweise zur folgenden Übersicht

1. Zu den Großbuchstaben

Die Großbuchstaben bezeichnen die Konstruktionsaufträge der einzelnen Gruppen.

2. Zu den Zahlen

Die arabischen Zahlen 1, 2, 3 usw. zeigen die Hauptabschnitte an.

3. Zu den Kleinbuchstaben

Die Kleinbuchstaben a, b, c usw. kennzeichnen die Unterabschnitte, also die Einzelschritte, die für einen Hauptabschnitt notwendig sind.

Übersicht für Gruppe C

Ausführungsart „N“

Bau der Rückverankerung

- C 1 Zusammenstellen der benötigten Bauteile**
 - C 1 a **Benötigte Bauelemente aus u-t 1**
 - C 1 b **Benötigte Bauelemente aus u-t S**
- C 2 Vorfertigen zusammengesetzter Bauteile**
 - C 2 a Vorfertigen von 24 „Doppelverbindern 30“
 - C 2 b Vorfertigen von 6 Sperrvorrichtungen für die Seilspannung
 - C 2 c Vorfertigen von 2 Stützen
 - C 2 d Vorfertigen von 2 Abstandhaltern
 - C 2 e Vorfertigen von 2 großen Abstandstäben
 - C 2 f Vorfertigen von 2 kleinen Abstandstäben
 - C 2 g Vorfertigen von 3 Sockeln
- C 3 Bau der Seil-Halteblöcke**
 - C 3 a Anbringen der Seil-Halteblöcke an den vorgefertigten Sockeln
 - C 3 b Verbinden der Sockel zu einer zusammenhängenden Rückverankerung
- C 4 Vorbereitungen für die Endmontage**
 - C 4 a Befestigen der Rückverankerung auf einem Grundbrett
 - C 4 b Beschaffen von Gegengewichten
 - C 4 c Anbringen von 4 Bausteinen 15 zur Befestigung der Abstandhalter
 - C 4 d Anbringen von 4 Bausteinen 30 zur Befestigung der Stützen
 - C 4 e Anbringen der Abstandhalter
- C 5 Endmontage des Pylons an der Rückverankerung**
 - C 5 a Aufrichten des Pylons
 - C 5 b Anbringen der Schräg-Seile

Konstruktionsaufträge für Gruppe C

Ausführungsart „N“ (Normalfall)

Bau der Rückverankerung

Vorbemerkung: Diese Ausführungsart bieten wir für den Fall an, daß Euch außer den Lernbaukästen u-t 1 und u-t 5 keine weiteren Bauteile, wie die Großbauplatten zur Verfügung stehen.

Sollten diese vorhanden sein, dann bitte nicht nach diesen Konstruktionsvorschlägen vorgehen, sondern nach Ausführungsart „S“ arbeiten.

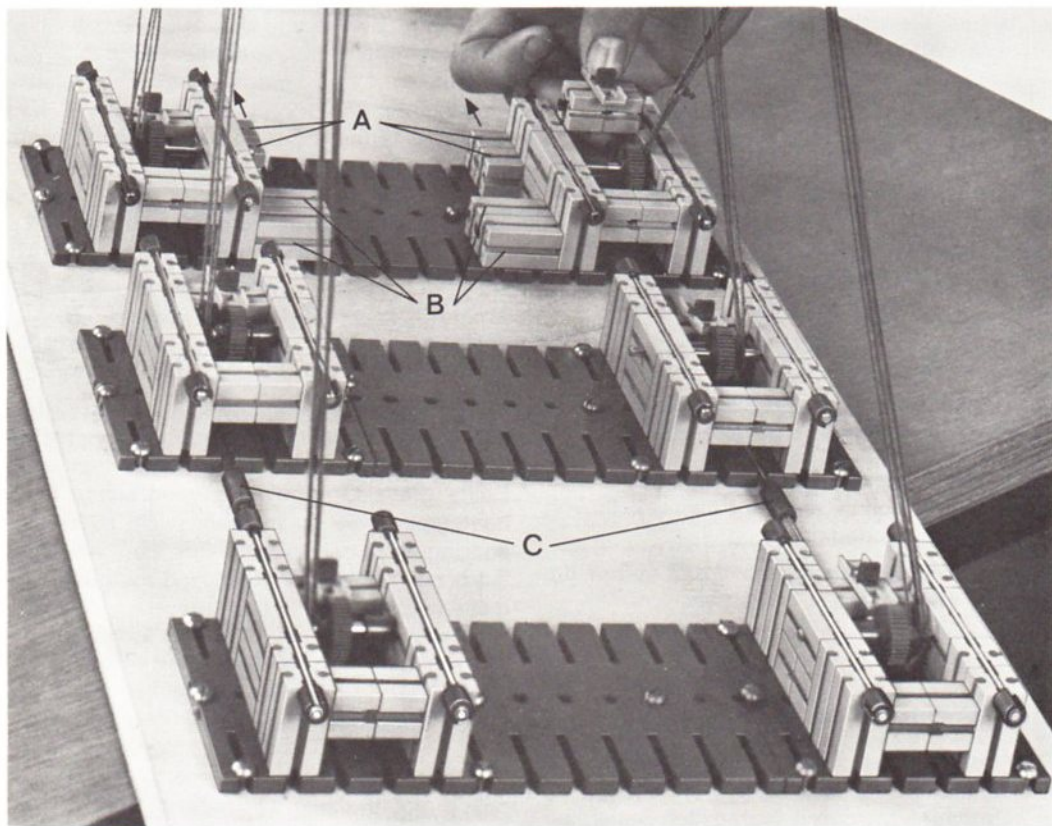


Abb. 7 Bei der Ausführungsart „N“ sind die 6 Seil-Halteblöcke in zusammengesteckten Grundplatten verankert. Diese sind bei unserem Beispiel mit Holzschrauben auf einem Grundbrett (Tischlerplatte 18 mm) befestigt. Eine andere Lösung seht Ihr in Abb. 2. Dort werden aber sehr viele schwere Gewichtsstücke als Gegengewicht gebraucht.

C 1 Zusammenstellen der benötigten Bauteile

C 1 a Benötigte Bauelemente aus u-t 1

St.-Z. Artikel

3 große Grundplatten 180/90
3 kleine Grundplatten 90/90

88 Bausteine 30

St.-Z. Artikel

16	Bausteine 30 (KL) mit Bohrung
30	Bausteine 15 (1 Zpf.)
28	Bausteine 15 (2 Zpf.)
4	Winkelsteine gleichschenkelig (1 Zpf.)
14	Achsen 110
10	Achsen 60
2	Achsen 50
6	Achsen 30
6	Klemmringe für Seiltrommeln
30	Klemmbuchsen
4	Klemmkupplungen (Achskupplungen)

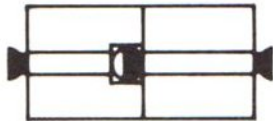
C 1 b Benötigte Bauelemente aus u-t S

St.-Z. Artikel

6	Laschen 15
6	S-Riegel 4

C 2 Vorfertigen zusammengesetzter Bauteile

C 2 a Vorfertigen von 24 „Doppelverbindern 30“



Zeichnung 1

Nach Zeichnung 1 jeweils einen Baustein 15 mit 2 Zapfen (DV) in die Quernut des Bausteins 15 drücken.

Stückzahl: 24

Hierzu ein Tip: Das geht am besten, wenn die Bausteine 15 (1 Zpf.) so auf dem Tisch liegen, daß die Quernut senkrecht verläuft.

C 2 b Vorfertigen von 6 Sperrvorrichtungen für die Seilspannung

Nach Abb. 7 (besonders oben rechts) je einen S-Riegel 4 in die mittlere Lochung der Lasche 15 stecken und in die durchgehende Nut eines „Doppelverbinders 30“ schieben.

Bitte unbedingt beachten: S-Riegel auf keinen Fall in der unterbrochenen Längs-

nut ansetzen, sondern in der durchgehenden Längsnut (siehe Zeichnung 1). Die Quernut immer horizontal verlaufen lassen.

C 2 c Vorfertigen von 2 Stützen

Nach Abb. 2 (rechts oberhalb des Buchstaben C) und nach Abb. 9 der Ausführungsart „S“ (unten rechts) jeweils 11 Bausteine 30 zu einer „Stange“ zusammenstecken.

Hierzu ein Tip: Das geht am besten, und am schnellsten, wenn der 1. Baustein so auf dem Tisch liegt, daß die hintere Quernut (gegenüber dem Zapfen) senkrecht verläuft. Die nächsten Bausteine dann immer in gleicher Weise von oben eindrücken.

Jetzt an der Stirnseite mit Quernut je einen Baustein 15 mit 2 Zapfen anbringen.

Zuletzt an beiden Stirnseiten je einen gleichschenkligen Winkelstein so andrücken, daß die jetzt schräg stehenden Stirnseiten parallel verlaufen. Winkelsteine also am einen Ende nach unten neigen (siehe auch Abb. 9 in Faltblatt 4).

C 2 d Vorfertigen von 2 Abstandhaltern

Nach Abb. 2 (direkt oberhalb des Buchstaben C) je 7 Bausteine zu einer „Stange“ zusammenstecken. (Siehe hierzu den Tip im letzten Abschnitt.)

Zuletzt in die Quernut einen vorgefertigten „Doppelverbinder 30“ anbringen, so daß an beiden Stirnseiten wieder ein Zapfen ist.

C 2 e Vorfertigen von 2 größeren Abstandstäben

Nach Abb. 7 (Mitte hinten Buchstaben C) in die Klemmkupplungen (Achskupplungen) je eine Achse 110 und eine Achse 50 stecken.

Die so entstandenen Abstandstäbe dienen zur Verbindung der Grundplatten untereinander. (Siehe Abb. 7 zwischen den hinteren und mittleren Grundplatten – dritte Schlitze von außen.)

C 2 f Vorfertigen von 2 kleineren Abstandstäben

In die Klemmkupplungen (Achskupplungen) jeweils 2 Achsen 60 stecken. Die so entstandenen Abstandstäbe werden später in die 3.

Schlitze der hinteren und mittleren Grundplatten gesteckt. (In Abb. 7 sind sie von den Seil-Halteblöcken der mittleren Grundplatten verdeckt.)

C 2 g Vorfertigen von 3 Sockeln

Nach Abb. 7 jeweils eine große mit einer kleinen Grundplatte verbinden: In die beiden Bohrungen der Stirnseiten Achsen 30 stecken und die Grundplatten ganz zusammenschieben.

C 3 Bau der Seil-Halteblöcke

C 3 a Anbringen der Seil-Halteblöcke an den vorgefertigten Sockeln

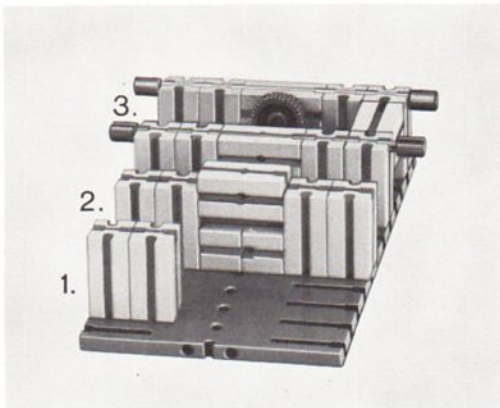


Abb. 8 zeigt die einzelnen Baustufen für den Bau der Seil-Halteblöcke.

Nach Abb. 8 (1. Baustufe vorn links) jeweils 2 Bausteine 30 so in die 2. Schlitze (von außen gerechnet) einschieben, daß die Quernuten „durchlaufen“: Hier muß später eine Achse 110 eingeschoben werden können.

Nach Abb. 8 (2. Baustufe) mittleren Zwischenraum mit je einem vorgefertigten „Doppelverbinder 30“ überbrücken und oben einen Baustein 30 (KL) mit Bohrung eindrücken.

Nach Abb. 8 (3. Baustufe) und Abb. 7 jeweils eine Achse 110 in die obere „gemeinsame“

Längsnut einschieben und mit 2 Klemmbuchsen sichern.

Zuletzt jeweils nach den Abb. 7 und 8 jeweils in den 5. Schlitzen (von außen gerechnet) denselben Aufbau wiederholen, also die Innenseiten der Seil-Halteblöcke anbringen und an der Rückseite mit je einem „Doppelverbinder 30“ überbrücken.

C 3 b Verbinden der Sockel zu einer zusammenhängenden Rückverankerung

Nach Abb. 7 (Buchstabe C) die nach Abschnitt C 2 e vorgefertigten größeren Abstandstäbe jeweils in die (von außen gerechnet) dritten Schlitze der Grundplatten-Sockel stecken und diese fest gegeneinanderdrücken.

Zuletzt mit den nach Abschnitt C e f vorgefertigten Abstandhaltern zwischen dem vorderen und mittleren Sockel genau verfahren.

C 4 Vorbereitungen für die Endmontage

Vorbemerkung: Euer Konstruktionsauftrag ist zunächst erfüllt, sobald Ihr die drei Grundplatten-Sockel mit den Abstandstützen zu einer gemeinsamen Rückverankerung verbunden habt.

Da Ihr wahrscheinlich mit Eurer Aufgabe schneller fertig geworden seid als z. B. die Gruppe B mit dem Pylon, könntet Ihr die bald beginnende Endmontage vorbereiten. Hierzu einige Anregungen:

C 4 a Befestigen der Rückverankerung auf einem Grundbrett

Nach Abb. 7 die Grundplatten auf einem Grundbrett (Tischlerplatte 30 x 80 cm oder etwas größer) mit Holzschrauben 4/20 am besten außerhalb und innerhalb der Seil-Halteblöcke aufschrauben.

Das hat den großen Vorteil, daß die fertige Brücke stärker belastet werden kann, weil die Rückverankerung dadurch stabiler ist. Außerdem kann sie, wie Abb. 9 im 4. Falblatt zeigt, mit Schraubzwingen am Tisch befestigt werden. – Und nicht zuletzt wird dadurch ein besserer Transport der fertigen Brücke möglich.

C 4 b Beschaffung von Gegengewichten

In Abb. 2 sind links im Bild etliche Stahlronden auf die Sockelplatten und die Seil-Halteblöcke aufgelegt; sie dienen als Gegengewicht.

Solltet Ihr wie bei Abb. 9 Schraubzwingen zur Verfügung haben, so wäre es dennoch gut, wenn Ihr möglichst viele schwere Wägestücke oder sonstige schwere Gegenstände, wie Amboße, schwere Hämmer oder dergleichen besorgt. Diese legt Ihr dann zwischen oder auf die Seil-Halteblöcke – jedoch zunächst nur zur Probe.

Denn: Bei der Befestigung der Schrägseile sollte kein Gewichtsstück stören.

C 4 c Anbringen von 4 Bausteinen 15 zur Befestigung der Abstandhalter

Nach Abb. 7 (Kennziffer A, vorn) an den inneren Bausteinen 30 der Seil-Halteblöcke je zwei Bausteine 15 anbringen. An diesen werden später die nach C 2 d vorgefertigten Abstandhalter befestigt.

C 4 d Anbringen von 4 Bausteinen 30 zur Befestigung der Stützen

Nach Abb. 7 (Kennziffer B, hinten) an den hinteren Bausteinen 30 je zwei Bausteine 30 von oben her anbringen.

In die vorderen Bausteine werden später die Stützen angebracht.

C 4 e Anbringen der Abstandhalter

Die beiden nach C 2 d vorgefertigten Abstandhalter in die nach Abb. 7 (Kennziffer A) angebrachten vorderen Nuten der Bausteine 15 schieben. Abstandhalter also in Pfeilrichtung einsetzen.

C 4 f Verbinden der Rückverankerung mit dem Widerlager-Sockel A I

Nach Abb. 2 (rechts oberhalb des Buchstaben C) die nach C 4 d angebrachten Abstandhalter mit dem Widerlagersockel (Pylonsockel) A I verbinden.

Hierzu außerdem in Abb. 4 bei Gruppe A nachsehen: Der senkrecht angebrachte Pfeil 2 zeigt die Einschubstelle für den Zapfen des Abstandhalters.

Ebenso verfahren mit dem zweiten Abstandhalter auf der rechten Seite.

Falls Ihr nach Abschnitt C 4 a Eure Rückverankerung auf einem Holzbrett befestigt habt, könnt Ihr auch jetzt den Widerlager-Sockel festschrauben.

Wichtiger Hinweis: Die in Abb. 2 angebrachten schrägen Stützen, die Ihr nach C 2 c vorgefertigt habt, bitte noch nicht einsetzen. Sie liegen, wie auch Abb. 9 zeigt, für einen späteren Einsatz bereit.

C 5 Endmontage des Pylons an der Rückverankerung

C 5 a Aufrichten des Pylons

In der Vorbemerkung bei C 2 haben wir angeregt, daß Ihr mit der Gruppe B absprechen sollt, wann der Pylon montiert werden kann. Sollte diese Gruppe den Pylon schon fertig haben, so könnt Ihr ihn sehr leicht zusammen anbringen: Lest miteinander den Abschnitt B 5 b der Gruppe B durch und montiert nach diesen Vorschlägen.

C 5 b Anbringen der Seile

Bei unserem Modell der Schrägseilbrücke (siehe Abb. 2) hat sich 1 mm starke Hanfschnur als besonders geeignet erwiesen.

Nach Abb. 7 (oben rechts) werden die vorgefertigten Sperrvorrichtungen für die Seilspannung erst nach Anbringen der Schrägseile eingesetzt.

Damit Ihr aber besser verstehen könnt, wie sie in Funktion sind, d. h. wie sie am besten „sitzen“, solltet Ihr ruhig einmal alle Sperrvorrichtungen ausprobieren.

Dazu muß jedoch jeweils eine Achse 60 in die Bohrungen der Bausteine 30 (KL) geschoben und ein Klemmring für Seiltrommeln und eine Klemmbuchse angebracht werden.

Jetzt wie bei Abb. 7 die Sperrvorrichtung von oben soweit andrücken, bis die Lasche 15 in die Zähne des Klemmrings eingreifen kann.

Die Sperrvorrichtung verhindert bei richtigem Sitz ein Zurückrollen des Seils; sie wirkt als „Klinkengesperre“ (siehe Zeichnung 2 im 4. Faltblatt).

Nachdem Ihr die Funktion der Sperrvorrichtung kennengelernt habt, könnt Ihr mit dem Anbringen der Seile beginnen.

Wie aus Abb. 2 zu ersehen ist, werden die hinteren Seile durch die oberen, die mittleren Seile durch die mittleren und die vorderen Seile durch die unteren Seilaufhängungen des Pylons geführt.

Abb. 10 im 4. Faltblatt zeigt, wie die Seile am besten anzubringen sind.

Das Seil ist hier jeweils auf dem „Hinweg“ zur Pylonspitze und auf dem „Rückweg“ zum Seil-Halteblock doppelt geführt, so daß ein Schrägseil aus 4 Strängen besteht.

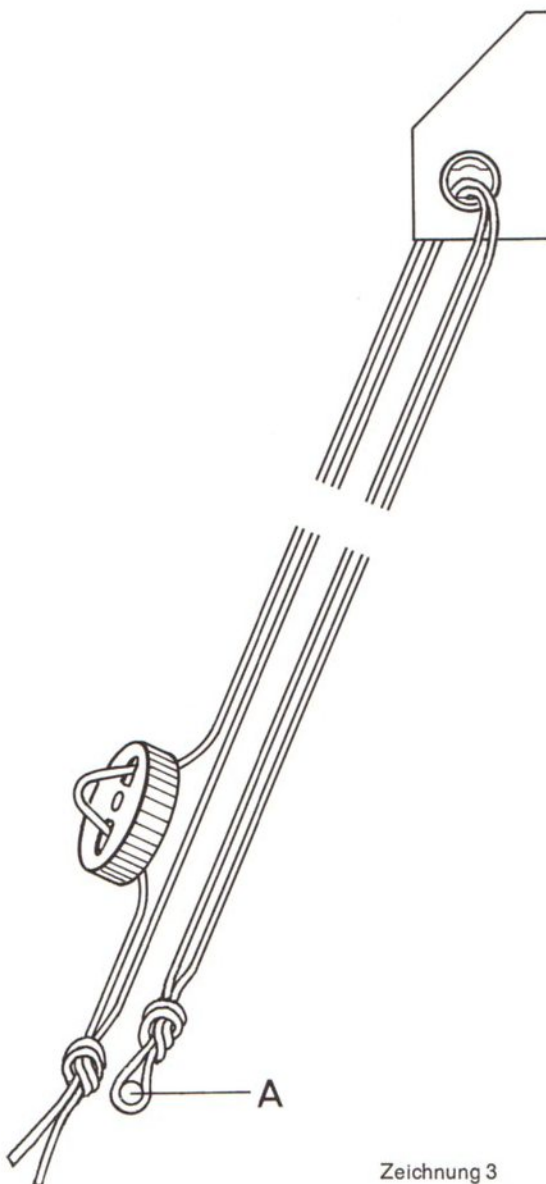
Bitte lest auch die Technische Information im 4. Faltblatt (C 7 „S“).

Wichtiger Tip hierzu:

Zuerst die einfache Länge vom Seil-Halteblock bis zur betreffenden Seilhalterung an der Pylonspitze messen und diese Strecke vierfach nehmen – plus einer „Sicherheitsspanne“ von etwa 20 cm; dann abschneiden (siehe auch Abb. 26 im 6. Faltblatt).

Nach Zeichnung 3 hinter der mit A gekennzeichneten Achse 60 einen Knoten anbringen und das doppelte Seil durch die Seilhalterung führen. Auf dem „Rückweg“ einen Klemmring für Seiltrommel in der gezeigten Weise einführen und die beiden „rückgeführten“ Schnüre in gleichem Abstand wie bei Achse A verknoten.

Zuletzt den Klemmring in die Achse 60 stecken und nach Abb. 7 diese im Seil-Halteblock lagern und innen eine Klemmbuchse eindrücken.



Zeichnung 3

Nach Aufdrücken der Sperrvorrichtung kann das Seil durch Drehen des Klemmrings (in Richtung auf den Pylon zu) gespannt werden.

In derselben Weise könnt Ihr alle 6 Seile anbringen, so daß der Freivorbau beginnen kann.

Planungsbeispiel Schrägseilbrücke

Konstruktionsaufträge für Schüler

Gruppe C Ausführungsart „S“ Bau der Rückverankerung

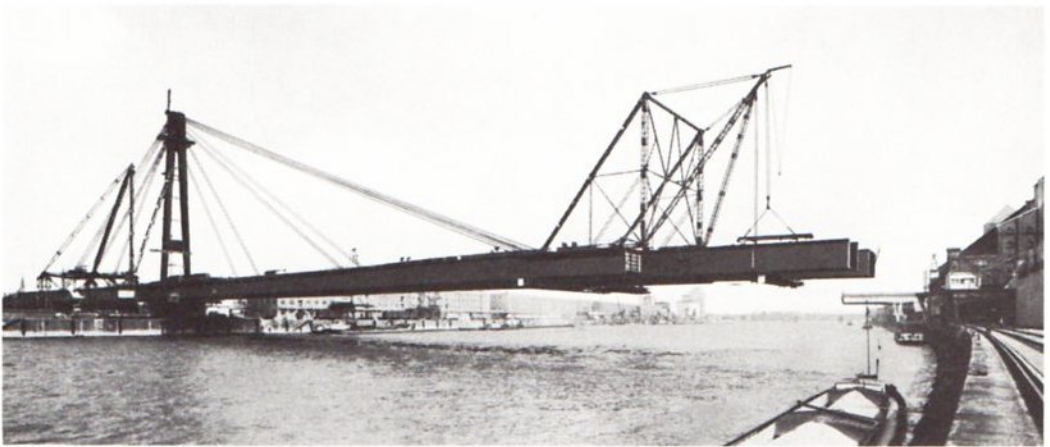


Abb.1 Freivorbau der Kurt-Schumacher-Brücke zwischen Mannheim und Ludwigshafen

Dieses Anfang 1972 entstandene Foto, das wir mit freundlicher Genehmigung der Stadt Mannheim dem „Sonderdruck zur Verkehrsübergabe der Kurt-Schumacher-Brücke am 28. Juni 1972“ entnehmen, ist ein besonders eindrucksvolles Beispiel für moderne Brückenbaukunst.

Es zeigt die Endphase des Freivorbaus der über den Rhein zu spannenden Strombrücke. Bis zum Auflegen der Fahrbahn auf den Lud-

wigshafener Uferpfeiler fehlen noch etwa 20 m. Die endgültige Spannweite vom Mannheimer bis zum Ludwigshafener Widerlager beträgt 290 m.

Die Brücke mußte ohne Zwischenpfeiler errichtet werden, weil der hier 250 m breite Rhein beiderseits Hafengebiet ist. Der hierbei notwendige Schiffswendeverkehr durfte jedoch nicht von Hindernissen beeinträchtigt werden.

4. Faltblatt der Ergänzungsmappe A zum Lehrerhandbuch III fischertechnik-Schulprogramm.
Herausgeber: Arbeitsgruppe Technische Bildung Pädagogische Hochschule Heidelberg.
Fischer-Werke Artur Fischer, Tumlingen  Georg Westermann, Braunschweig  1973
Sämtliche Rechte bei: Fischer-Werke Artur Fischer, Tumlingen, Ref. Nr. 140·6/73/3

Die Brückenbauer haben diese schwierige Aufgabe technisch und auch ästhetisch sehr gut gelöst.

Ein 84 m hoher sogenannter Pylon, der auf der Mannheimer Seite rückverankert ist,

übernimmt von den Schrägseilen fast die gesamte Last und trägt sie in das Erdreich ab. Fachleute sprechen hier von „Lastabtragung“ – ein Hauptproblem bei allen Tragwerk-Konstruktionen.

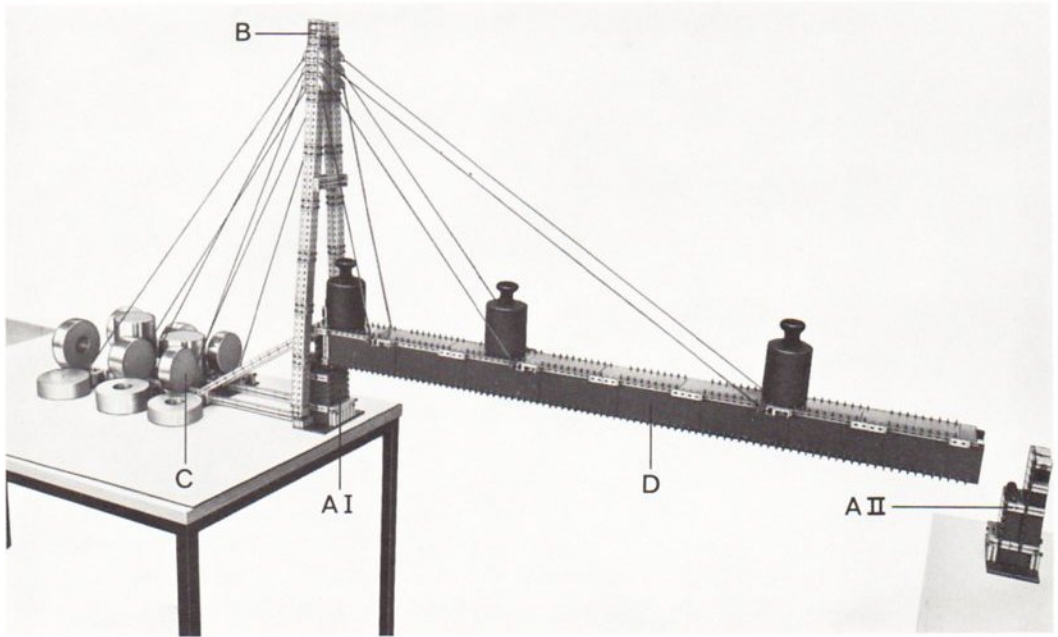


Abb.2 Modell einer Schrägseilbrücke aus Bauteilen von 10 Lernbaukästen u-t1 und Bauelementen von 8 Lernbaukästen u-t S

Mit diesem Foto stellen wir Euch das große Brückenmodell vor, das Ihr im arbeitsteiligen Verfahren mit vier Arbeitsgruppen bauen sollt. Die einzelnen Buchstaben kennzeichnen die vier Brückenteile der Schrägseilbrücke, die von vier Arbeitsgruppen zu bauen sind:

- Gruppe A Widerlager (A I und A II)
- Gruppe B Pylon
- Gruppe C Rückverankerung
- Gruppe D Fahrbahnteile

Sicher erkennt Ihr bei einem Vergleich der beiden Abbildungen 1 und 2, daß das Modell in Abb.2 einfacher ist als die Mannheimer Strombrücke. Dennoch sind alle Funktionen einer Schrägseilbrücke vorhanden.

Wir wollen nämlich nicht nur einen ähnlichen Gesamteindruck geben wie bei Abb.1, sondern unser Modell soll auch zeigen, wie sehr es schon im Montagezustand belastet werden kann. Es trägt bereits im Freivorbau 15 kp.

Euer Brückenmodell wird noch mehr Gewicht tragen können, wenn die Fahrbahn auf dem zweiten Widerlager aufliegt. Dies wird aber nur dann möglich sein, wenn Ihr in Eurer Arbeitsgruppe die auf den nächsten Seiten erteilten Konstruktionsaufträge exakt ausführt. Damit leistet Ihr einen wichtigen Beitrag, ohne den das gesamte Brückenbauwerk nicht zu verwirklichen wäre.

Unsere Konstruktionsaufträge sind das Ergebnis einer langen Versuchsreihe. Wir hoffen, daß Ihr unsere Vorschläge in den Fotos, Zeichnungen und Erklärungen gut versteht. Und sicher erkennt Ihr als erfahrene Modellbauer, warum in einem Fall die Bausteine in dieser und im anderen Fall in jener Richtung befestigt werden sollen.

Und jetzt viel Spaß bei Eurer gemeinsamen Arbeit.

Allgemeine Vorbemerkungen zu Euren Konstruktionsaufträgen

Übersicht für Gruppe C

Ausführungsart „S“

Bevor Ihr mit den Konstruktionsaufträgen in Eurer Gruppe beginnt, wollen wir Euch einen Überblick geben über alle anfallenden Probleme. Wir wollen damit anregen, daß Ihr selbst eine Organisationsform für das arbeitsteilige Verfahren findet.

Unsere Konstruktionsvorschläge zeigen ja nur, „wie man es macht“.

- „Wer es macht“ und
- „Wer was macht“ – das ist eine Entscheidung, die Ihr selbst treffen sollt.

Damit Ihr diese Entscheidung aber auch richtig treffen könnt, lest zunächst einmal gemeinsam die folgende Übersicht auf diesem Blatt genau durch und vergleicht sie mit den einzelnen Abschnitten und den jeweils zugehörigen Abbildungen auf den folgenden Seiten dieses Faltblattes.

Verteilt erst dann die Arbeitsaufträge untereinander, wenn Ihr Euch einen Überblick verschafft habt.

Also nochmals:

- Übersicht verschaffen
- miteinander absprechen, wer die einzelnen Aufgaben übernimmt
- mit anderen Gruppen absprechen, wie eine reibungslose Zusammenarbeit organisiert werden kann

... und erst dann mit dem Bauen beginnen!

Hinweise zur folgenden Übersicht

1. Zu den Großbuchstaben

Die Großbuchstaben bezeichnen die Konstruktionsaufträge der einzelnen Gruppen.

2. Zu den Zahlen

Die arabischen Zahlen 1, 2, 3 usw. zeigen die Hauptabschnitte an.

3. Zu den Kleinbuchstaben

Die Kleinbuchstaben a, b, c usw. kennzeichnen die Unterabschnitte, also die Einzelschritte, die für einen Hauptabschnitt notwendig sind.

Bau der Rückverankerung

C 1 Zusammenstellen der benötigten Bauteile

- C 1 a Benötigte Bauelemente aus u-t 1
- C 1 b Benötigte Bauelemente aus u-t S
- C 1 c Benötigte Bauelemente aus zusätzlichem Baumaterial

C 2 Vorfertigen zusammengesetzter Bauteile

- C 2 a Vorfertigen von 24 „Doppelverbindern 30“
- C 2 b Vorfertigen von 6 Sperrvorrichtungen für die Seilspannung
- C 2 c Vorfertigen von 2 Stützen

C 3 Bau der Seil-Halteblöcke

C 4 Vorbereitungen zur Endmontage

- C 4 a Beschaffung von Gegengewichten
- C 4 b Anbringen von 4 Bausteinen 30 zur Befestigung der Stützen

C 5 Endmontage des Pylons an der Rückverankerung

- C 5 a Aufrichten des Pylons
- C 5 b Anbringen der Seile

Konstruktionsaufträge für Gruppe C

Ausführungsart „S“ (Sonderfall)

Bau der Rückverankerung

Vorbemerkung: Diese Ausführungsart bieten wir für den Fall an, daß Ihr außer den Lernbaukästen u-t 1 und u-t S zwei Großbauplatten zur Verfügung habt.

Sind diese nicht vorhanden, dann bitte nicht nach diesen Konstruktionsvorschlägen vorgehen, sondern nach Ausführungsart „N“ arbeiten.

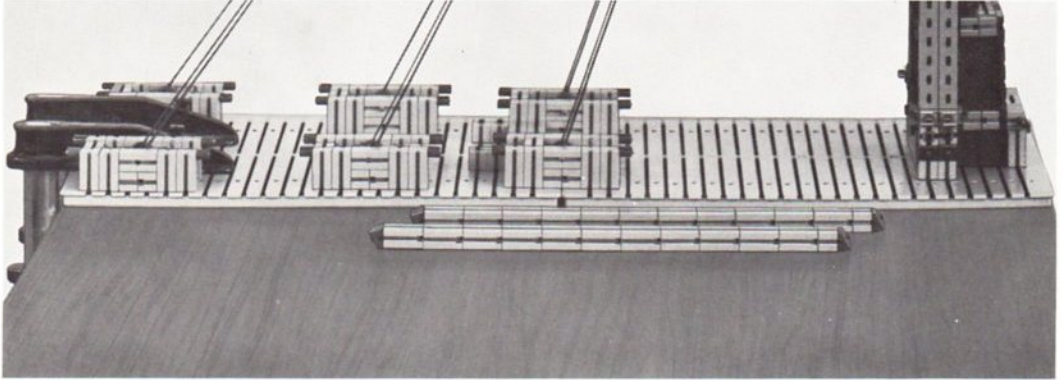


Abb.9 Bei der Ausführungsart „S“ sind die 6 Seil-Halteblöcke paarweise in den Großbauplatten verankert. Ebenso werden das von der Gruppe A hergestellte Widerlager A I und der von der Gruppe C gebaute Pylon direkt an der vorderen Großbauplatte angebracht. Die Rückverankerung ist hier mit zwei Schraubzwingen an die Tischplatte gespannt.

C 1 Zusammenstellen der benötigten Bauteile

Anregung: Überlegt zuvor und besprecht: Wer holt die einzelnen Bauelemente?

Außerdem: Wo und wie soll man alle Lernbaukästen aufstellen, damit die benötigten Bauteile rationell aussortiert und je nach Art aufgelegt werden können.

Bitte benachteiligt bei allem Planen nicht die anderen Gruppen. Deshalb: Gemeinsam planen mit allen Beteiligten.

C 1 a Benötigte Bauelemente aus u-t 1

St.-Z. Artikel

74	Bausteine 30
12	Bausteine 30 mit Bohrung (KL)
28	Bausteine 15 (1 Zpf.)
24	Bausteine 15 (2 Zpf.)
4	Winkelsteine gleichschenkelig (1 Zpf.)

12 Achsen 110

6 Achsen 60

6 Klemmringe für Seiltrommeln

30 Klemmbuchsen

C 1 b Benötigte Bauelemente aus u-t S

St.-Z. Artikel

6 Laschen 15

6 S-Riegel 4

C 1 c Benötigte Bauelemente aus zusätzlichem Baumaterial

St.-Z. Artikel

2 Großbauplatten

C 2 Vorfertigen zusammengesetzter Bauteile

Vorbemerkung: Aus Abb. 9 erseht Ihr, daß am vorderen Teil der Sockel für das Widerlager A1 und der Pylon bereits montiert sind. Sprecht Euch deshalb gleich mit Gruppe A ab und gebt dieser eine Großbauplatte, damit zuerst der Sockel angebracht werden kann. Mit der Endmontage des Widerlagers am Sockel durch Gruppe A und mit dem Anbringen des Pylons durch Gruppe B hat es noch etwas Zeit – das könnt Ihr dann später besprechen.

Hierzu ein Tip: Das geht am besten, und am schnellsten, wenn der 1. Baustein so auf dem Tisch liegt, daß die hintere Quernut (gegenüber dem Zapfen) senkrecht verläuft. Die nächsten Bausteine dann immer in gleicher Weise von oben eindrücken.

Zuletzt an beiden Stirnseiten je einen gleichschenkligen Winkelstein (KL) so andrücken, daß die jetzt schräg stehenden Stirnseiten parallel verlaufen. (Winkelsteine also am einen Ende nach oben, am anderen Ende nach unten neigen.)

C 2 Vorfertigen zusammengesetzter Bauteile

C 2 a Vorfertigen von 24 „Doppelverbindern 30“



Zeichnung 1

Nach Zeichnung 1 jeweils einen Baustein 15 mit 2 Zapfen (DV) in die Quernut des Bausteins 15 drücken.

Stückzahl: 24

Hierzu ein Tip: Das geht am besten, wenn die Bausteine 15 (1 Zpf.) so auf dem Tisch liegen, daß die Quernut senkrecht verläuft.

C 2 b Vorfertigen von 6 Sperrvorrichtungen für die Seilspannung

Nach Abb. 7 der Ausführungsart „N“ (oben rechts beim Anbringen – die restlichen 5 sind bereits in Funktion) je einen S-Riegel 4 in die mittlere Lochung der Lasche 15 stecken und in die durchgehende Nut eines „Doppelverbinders 30“ schieben.

Bitte unbedingt beachten: S-Riegel auf keinen Fall in der unterbrochenen Längsnut ansetzen (siehe Zeichnung 1), sondern in der durchgehenden Längsnut. Die Quernut immer horizontal verlaufen lassen.

C 2 c Vorfertigen von 2 Stützen

Nach Abb. 2 (rechts oberhalb des Buchstaben C) und nach Abb. 9 der Ausführungsart „S“ (unten rechts) jeweils 11 Bausteine 30 zu einer „Stange“ zusammenstecken.

C 3 Bau der Seil-Halteblöcke

Nach Abb. 9 (links vor den Schraubzwingen) zunächst je einen Baustein 30 in die 1., 2., 5. und 6. Schlitzte der Großbauplatte einschieben.

Wichtiger Hinweis: Im Faltblatt der Gruppe C, Ausführungsart „S“ nachsehen und Abb. 7 und besonders Abb. 8 zuhelfen nehmen. Dort sind die Bausteine 30 ebenfalls so eingeschoben, daß die oberen Quernuten „durchlaufen“, das heißt, daß sie in einer Richtung sind, so daß später eine Achse 110 durchgeschoben werden kann. (Siehe bei Abb. 8 links bei 1.)

Auch die in die 5. und 6. Nuten eingeschobenen Bausteine 30 in der gleichen Anordnung anbringen.

Sodann wie bei Abb. 8, 2. Reihe, den Zwischenraum mit einem vorgefertigten „Doppelverbinder 30“ überbrücken.

Jetzt einen Baustein 30 mit Bohrung (Baustein 30 KL) einschieben und dann in die durchlaufende obere Nut eine Achse 110 schieben und jeweils mit einer Klemmbuchse sichern. (Siehe auch Abb. 7 und Abb. 8 im Faltblatt der Ausführungsart „N“.)

Zuletzt denselben Bauvorgang wiederholen und das 2. Seitenteil des ersten Seil-Halteblocks nach der soeben beschriebenen Weise anbringen.

Den hinteren Zwischenraum zwischen den beiden Seitenteilen mit einem vorgefertigten „Doppelverbinder 30“ überbrücken.

Der zweite hintere Seil-Halteblock wird in derselben Weise von der anderen Seite der Großbauplatte herangebracht.

Die mittleren Seil-Halteblöcke in der vorher beschriebenen Form so montieren, daß nach Abb. 9 sechs Nuten der Großbauplatte als Zwischenraum freibleiben.

Die vorderen Seil-Halteblöcke werden so montiert, daß die beiden hinteren Bausteine 30 in der hinteren, die beiden vorderen in der vorderen Großbauplatte befestigt werden. Die sodann eingedrückten vorgefertigten „Doppelverbinder 30“ überbrücken dann auch die beiden Großbauplatten; die zuletzt eingeschobenen Achsen 110 stabilisieren sie noch.

Zum Schluß bitte prüfen, ob alle 6 Seil-Halteblöcke von außen gleichweit entfernt sind.

C 4 Vorbereitungen für die Endmontage

C 4 a Beschaffung von Gegengewichten

In Abb. 2 sind links im Bild etliche Stahlronden gezeigt, die als Gegengewichte auf die Grundplatten und die Seilhalteblöcke gelegt sind.

Solltet Ihr wie bei Abb. 9 Schraubzwingen zur Verfügung haben, so wäre es dennoch gut, wenn Ihr möglichst schwere Gegenstände, wie Ambosse, schwere Hämmer oder dergleichen besorgt. Diese legt Ihr dann zwischen oder auf die Seil-Halteblöcke – jedoch zunächst nur zur Probe.

Denn: Bei der Befestigung der Schrägseile sollte kein Gewichtsstück stören!

C 4 b Anbringen von 4 Bausteinen 30 zur Befestigung der Stützen

Nach Abb. 7 der Ausführungsart „N“ (oben bei B) an den hinteren Bausteinen 30 je zwei Bausteine 30 von oben her anbringen.

In den vorderen Bausteinen werden später die Stützen angebracht.

C 5 Endmontage des Pylons an der Rückverankerung

C 5 a Aufrichten des Pylons

In der Vorbemerkung bei C 2 haben wir angeregt, daß Ihr mit der Gruppe B absprechen

sollt, wann der Pylon montiert werden kann. Sollte diese den Pylon schon fertig haben, so könnt Ihr ihn sehr leicht zusammen anbringen: Lest miteinander die Abschnitte B 5 a und B 5 b bei Gruppe B durch und montiert zusammen nach diesen Vorschlägen. Und zeigt auch dieser Gruppe den folgenden Abschnitt C 5 c Eurer Konstruktionsvorschläge, damit eine sinnvolle Zusammenarbeit beim Anbringen der Seile gewährleistet ist.

C 5 b Anbringen der Seile

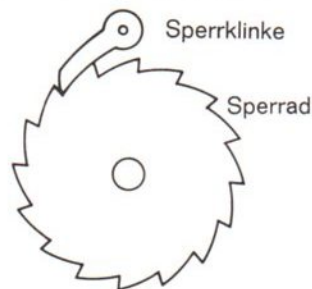
Nach Abb. 7 der Ausführungsart „N“ (oben rechts) werden die vorgefertigten Sperrvorrichtungen für die Seilspannung erst nach Anbringen der Seile eingesetzt.

Damit Ihr aber besser verstehen könnt, wie sie in Funktion sind, d. h. wie sie am besten „sitzen“, solltet Ihr ruhig einmal alle ausprobieren.

Dazu muß jedoch jeweils eine Achse 60 in die Bohrungen der Bausteine 30 (KL) geschoben werden und ein Klemmring für Seiltrommeln und eine Klemmbuchse angebracht werden.

Jetzt wie bei Abb. 7 die Sperrvorrichtung von oben soweit andrücken, bis die Lasche 15 in die Zähne des Klemmrings eingreifen kann. Die Sperrvorrichtung verhindert bei richtigem Sitz ein Zurückrollen des Seils; sie wirkt als „Klinkengesperre“ – auch wenn die Zähne des Klemmrings nicht (wie bei Sperrrädern üblich) unsymmetrisch sind und die Lasche 15 als „Sperrklinke“ nicht spitz ist.

Zum besseren Verständnis zeigen wir Euch in einer Zeichnung ein in der Technik vielfach verwendetes „Klinkengesperre“.



Zeichnung 2 „Klinkengesperre“

Technische Information:

Solche Klinkengesperre finden vor allem bei Maschinen Verwendung. Für Seilspannvorrichtungen bei Brücken werden sie jedoch nicht eingesetzt.

Nachdem Ihr die Funktionen der Sperrvorrichtung kennengelernt habt, könnt Ihr mit dem Anbringen der Seile beginnen.

Wie aus Abb. 2 zu ersehen ist, werden die hinteren Seile durch die oberen, die mittleren und die vorderen Seile durch die unteren Seilaufhängungen des Pylons geführt.

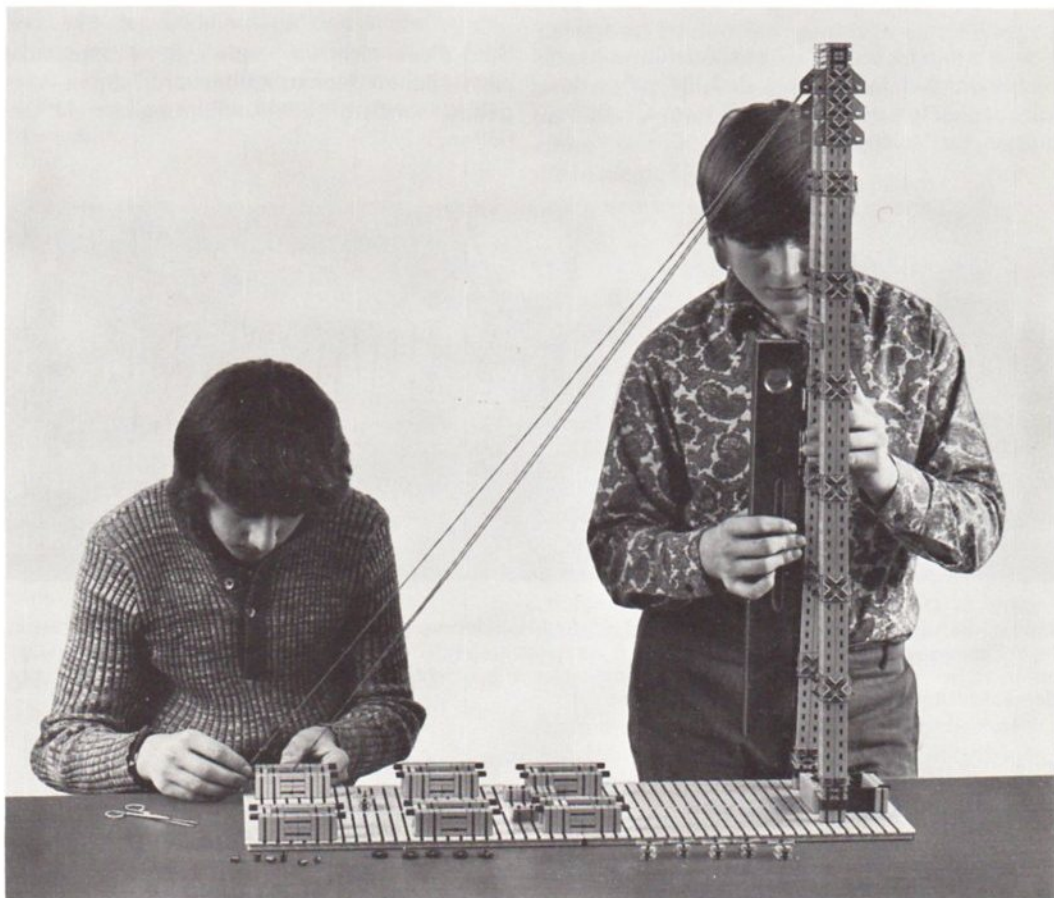


Abb. 10 Zwei Schüler beim Ablängen des ersten Schrägseils, das aus vier Längen von 1 mm starker Hanfschnur besteht. Zum genauen Maßnehmen der Seillänge wird der Pylon durch Anlegen einer Wasserwaage genau in der Senkrechten gehalten.

Das Seil ist hier jeweils auf dem „Hinweg“ zur Pylonspitze und auf dem „Rückweg“ zum Seil-Halteblock doppelt geführt, so daß ein Seil aus 4 Strängen besteht.

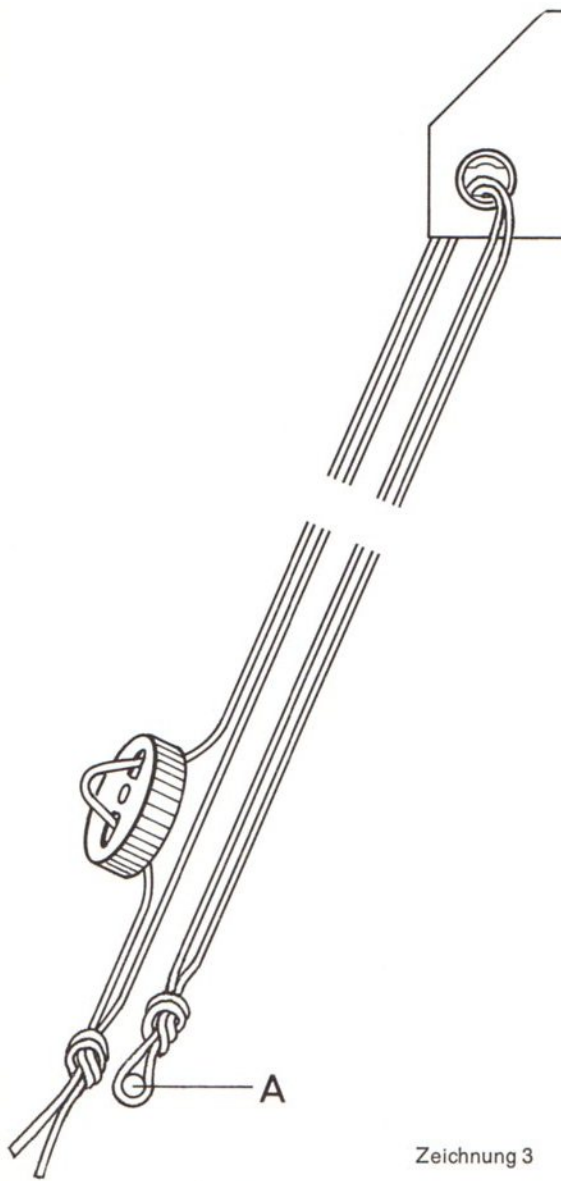
Wichtiger Tip hierzu:

Zuerst die einfache Länge vom Seil-Halteblock bis zur betreffenden Seilhalterung an der Pylonspitze messen und diese Strecke vierfach nehmen – plus einer „Sicherheitsspanne“ von etwa 20 cm; dann abschneiden (siehe auch Abb. 26 im 6. Faltblatt).

Technische Information:

Bei der in Abb. 1 gezeigten Strombrücke besteht jedes Schrägseil (auch Tragkabel genannt) aus 295 Einzeldrähten von 0,7 mm starkem hochwertigem Stahl. Die einzelnen Paralleldrahtbündel werden auf dem fortlaufend vorzubauenden Fahrbahnträger in einer Spezial-Kabelherstellungshalle abgelängt und zum Schluß gegen die aggressive Industrieluft durch Kunststoffüberzüge geschützt.

Die Seilspann-Vorrichtungen sind sehr kompliziert – wir haben deshalb für unser Brückenmodell einfachere gewählt.



Zeichnung 3

Nach Zeichnung 3 hinter der mit A gekennzeichneten Achse 60 einen Knoten anbringen und die Schlinge in die Achse 60 schieben. Dann das doppelte Seil durch die Seilhalterung am Pylon führen. Auf dem „Rückweg“ einen Klemmring für Seiltrommel in der gezeigten Weise einführen und die beiden „rückgeführten“ Schnüre in etwas größerem Abstand wie bei Achse A verknoten. Zuletzt den Klemmring in die Achse 60 stecken und nach Abb. 7 diese im Seil-Halteblock lagern und innen eine Klemmbuchse eindrücken.

Nach Aufdrücken der Sperrvorrichtung kann das Seil durch Drehen des Klemmrings (in Richtung auf den Pylon zu) gespannt werden. Die eigentliche Seilspannung soll zwar erst während des Anbringens der Fahrbahnträger-Teile, also beim Freivorbau, erfolgen. Ihr könnt jedoch nach dem Anbringen aller sechs Schrägseile einen Versuch durchführen, bei dem Ihr die notwendigen Erfahrungen sammelt.

Hierzu ist es allerdings nötig, den Rückverankerungssockel entweder am Tisch mit Schraubzwingen zu befestigen oder mit schweren Gewichtsstücken zu belasten.

Sobald diese Voraussetzung erfüllt ist, wird der Pylon in senkrechter Lage gehalten. Sodann werden alle Schrägseile durch Drehen der Klemmringe in Richtung auf den Pylon zu (also nach vorn) gleichmäßig gespannt.

Die gleichmäßige Spannung erkennt Ihr durch „Zupfen“ an den gespannten Schrägseilen. Damit meinen wir, daß alle Seile die gleichen „Spannungstöne“ aufweisen – ähnlich wie bei einem gleichmäßig gestimmten Saiteninstrument.

Sobald also ein Schrägseil weniger Schwingungen aufweist, muß es nachgespannt werden.

Beim Freivorbau ist das besonders dann gut zu erreichen, wenn die Fahrbahn mit einigen kp belastet ist. Außerdem werdet Ihr dann bald bemerken, daß die Fahrbahn durch einseitiges Spannen bzw. Lockern der Spannvorrichtungen in ihrer Seitenstabilität beeinflusst werden kann. Im Vorversuch ist dies am „Verwinden“ des Pylons zu ersehen. Die Fachleute sprechen hier von „Verdrehbeanspruchung“ oder auch von „Torsionsbeanspruchung“.

Der Pylon steht dann unter „Verdrehbeanspruchung“ („Torsionsbeanspruchung“), wenn er von oben gesehen so verformt („deformiert“) ist, daß eine Stütze nach vorn und die andere nach hinten gedreht ist.

Planungsbeispiel Schrägseilbrücke

Konstruktionsaufträge für Schüler

Gruppe D Bau der Fahrbahnträger-Teile

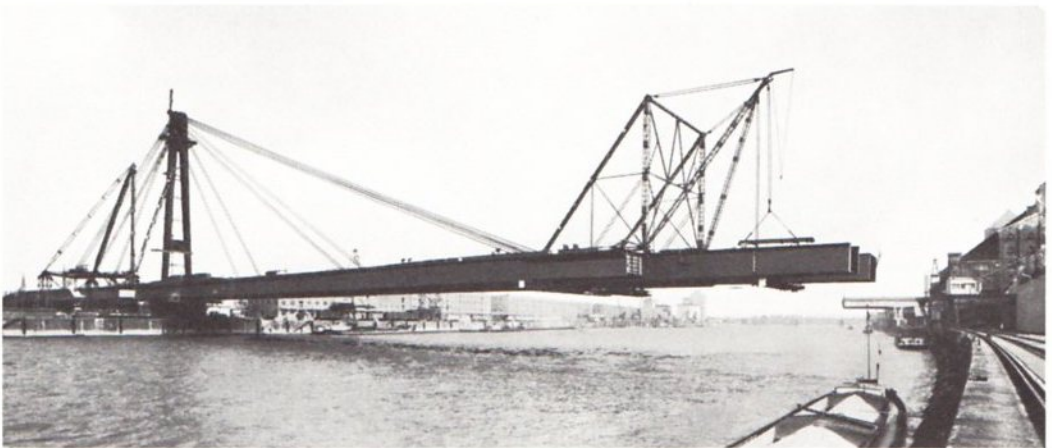


Abb.1 Freivorbau der Kurt-Schumacher-Brücke zwischen Mannheim und Ludwigshafen

Dieses Anfang 1972 entstandene Foto, das wir mit freundlicher Genehmigung der Stadt Mannheim dem „Sonderdruck zur Verkehrsübergabe der Kurt-Schumacher-Brücke am 28. Juni 1972“ entnehmen, ist ein besonders eindrucksvolles Beispiel für moderne Brückenbaukunst.

Es zeigt die Endphase des Freivorbaus der über den Rhein zu spannenden Strombrücke. Bis zum Auflegen der Fahrbahn auf den Lud-

wigshafener Uferpfeiler fehlen noch etwa 20 m. Die endgültige Spannweite vom Mannheimer bis zum Ludwigshafener Widerlager beträgt 290 m.

Die Brücke mußte ohne Zwischenpfeiler errichtet werden, weil der hier 250 m breite Rhein beiderseits Hafengebiet ist. Der hierbei notwendige Schiffswendeverkehr durfte jedoch nicht von Hindernissen beeinträchtigt werden.

5. Faltblatt der Ergänzungsmappe A zum Lehrerhandbuch III fischertechnik-Schulprogramm.
Herausgeber: Arbeitsgruppe Technische Bildung Pädagogische Hochschule Heidelberg.
Fischer-Werke Artur Fischer, Tumlingen  Georg Westermann, Braunschweig  1973
Sämtliche Rechte bei: Fischer-Werke Artur Fischer, Tumlingen, Ref. Nr. 141 · 6/73/3

Die Brückenbauer haben diese schwierige Aufgabe technisch und auch ästhetisch sehr gut gelöst.

Ein 84 m hoher sogenannter Pylon, der auf der Mannheimer Seite rückverankert ist,

übernimmt von den Schrägseilen fast die gesamte Last und trägt sie in das Erdreich ab. Fachleute sprechen hier von „Lastabtragung“ – ein Hauptproblem bei allen Tragwerk-Konstruktionen.

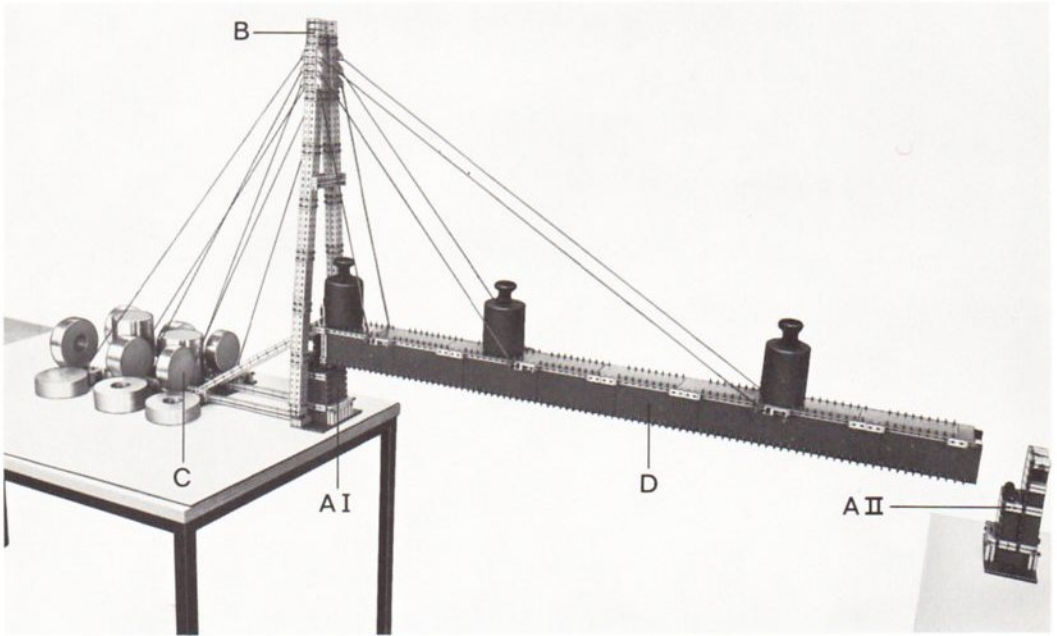


Abb.2 Modell einer Schrägseilbrücke aus Bauteilen von 10 Lernbaukästen u-t1 und Bauelementen von 8 Lernbaukästen u-t S

Mit diesem Foto stellen wir Euch das große Brückenmodell vor, das Ihr im arbeitsteiligen Verfahren mit vier Arbeitsgruppen bauen sollt. Die einzelnen Buchstaben kennzeichnen die vier Brückenteile der Schrägseilbrücke, die von vier Arbeitsgruppen zu bauen sind:

- Gruppe A Widerlager (A I und A II)
- Gruppe B Pylon
- Gruppe C Rückverankerung
- Gruppe D Fahrbahnteile

Sicher erkennt Ihr bei einem Vergleich der beiden Abbildungen 1 und 2, daß das Modell in Abb.2 einfacher ist als die Mannheimer Strombrücke. Dennoch sind alle Funktionen einer Schrägseilbrücke vorhanden.

Wir wollen nämlich nicht nur einen ähnlichen Gesamteindruck geben wie bei Abb.1, sondern unser Modell soll auch zeigen, wie sehr es schon im Montagezustand belastet werden kann. Es trägt bereits im Freivorbau 15 kp.

Euer Brückenmodell wird noch mehr Gewicht tragen können, wenn die Fahrbahn auf dem zweiten Widerlager aufliegt. Dies wird aber nur dann möglich sein, wenn Ihr in Eurer Arbeitsgruppe die auf den nächsten Seiten erteilten Konstruktionsaufträge exakt ausführt. Damit leistet Ihr einen wichtigen Beitrag, ohne den das gesamte Brückenbauwerk nicht zu verwirklichen wäre.

Unsere Konstruktionsaufträge sind das Ergebnis einer langen Versuchsreihe. Wir hoffen, daß Ihr unsere Vorschläge in den Fotos, Zeichnungen und Erklärungen gut versteht. Und sicher erkennt Ihr als erfahrene Modellbauer, warum in einem Fall die Bausteine in dieser und im anderen Fall in jener Richtung befestigt werden sollen.

Und jetzt viel Spaß bei Eurer gemeinsamen Arbeit.

Allgemeine Vorbemerkungen zu Euren Konstruktionsaufträgen

Bevor Ihr mit den Konstruktionsaufträgen in Eurer Gruppe beginnt, wollen wir Euch einen Überblick geben über alle anfallenden Probleme. Wir wollen damit anregen, daß Ihr selbst eine Organisationsform für das arbeitsteilige Verfahren findet.

Unsere Konstruktionsvorschläge zeigen ja nur, „wie man es macht“.

- „Wer es macht“ und
- „Wer was macht“ – das ist eine Entscheidung, die Ihr selbst treffen sollt.

Damit Ihr diese Entscheidung aber auch richtig treffen könnt, lest zunächst einmal gemeinsam die folgende Übersicht auf diesem Blatt genau durch und vergleicht sie mit den einzelnen Abschnitten und den jeweils zugehörigen Abbildungen auf den folgenden Seiten dieses Faltblattes.

Verteilt erst dann die Arbeitsaufträge untereinander, wenn Ihr Euch einen Überblick verschafft habt.

Also nochmals:

- Übersicht verschaffen
- miteinander absprechen, wer die einzelnen Aufgaben übernimmt
- mit anderen Gruppen absprechen, wie eine reibungslose Zusammenarbeit organisiert werden kann

... und erst dann mit dem Bauen beginnen!

Hinweise zur folgenden Übersicht

1. Zu den Großbuchstaben

Die Großbuchstaben bezeichnen die Konstruktionsaufträge der einzelnen Gruppen.

2. Zu den Zahlen

Die arabischen Zahlen 1, 2, 3 usw. zeigen die Hauptabschnitte an.

3. Zu den Kleinbuchstaben

Die Kleinbuchstaben a, b, c usw. kennzeichnen die Unterabschnitte, also die Einzelschritte, die für einen Hauptabschnitt notwendig sind.

Übersicht für Gruppe D

Bau der Fahrbahnträger-Teile

- D 1 **Zusammenstellen der benötigten Bauteile**
 - D 1 a Benötigte Bauelemente aus u-t 1
 - D 1 b Benötigte Bauelemente aus u-t S
- D 2 **Vorfertigen zusammengesetzter Bauteile**
 - D 2 a Vorfertigen von 8 montagebereiten Untergurten
 - D 2 b Vorfertigen von 16 montagebereiten Seitenteilen (Stegen)
- D 3 **Zusammenbau der Fahrbahnträger-Teile**
 - D 3 a Anbringen der linken Seitenteile (Stege)
 - D 3 b Anbringen der rechten Seitenteile (Stege)
 - D 3 c Anbringen der Fahrbahnplatten
- D 4 **Montage der festen Auflager und der Halterungen für den Freivorbau am 1. Fahrbahnträger-Teil**
 - D 4 a Herstellen des Rahmens
 - D 4 b Anbringen des Rahmens
 - D 4 c Anbringen der festen Auflager
 - D 4 d Anbringen der Montagehalterungen für den Freivorbau
- D 5 **Zusammenbau der 8 Fahrbahnträger-Teile zu einem Balkenträger für einen Belastungsversuch**

D 1 Zusammenstellen der benötigten Bauteile

Wichtige Anregung: Überlegt zuvor und besprecht: Wer holt die einzelnen Bauelemente? Außerdem: Wo und wie soll man alle Lernbaukästen aufstellen, damit die benötigten Bauteile rationell aussortiert und je

nach Art getrennt aufgelegt werden können. Bitte benachteiligt bei allem Planen nicht die anderen Baugruppen! Deshalb: Gemeinsam planen mit allen Beteiligten.

D 1 a Benötigte Bauelemente aus u-t 1

St.-Z. Artikel

- 4 Bausteine 30
- 10 Bausteine 15 (1 Zpf.)
- 3 Bausteine 15 (2 Zpf.)
- 2 Winkelsteine gleichschenkelig (1 Zpf.)

D 1 b Benötigte Bauelemente aus u-t S

St.-Z. Artikel

- 24 Platten 180/90
- 16 Winkelträger 120
- 48 Winkelträger 60
- 48 Winkelträger 30
- 8 Winkelträger 15
- 48 Doppelknotenplatten
- 16 I-Streben 75
- 554 S-Riegel 4
- 96 S-Riegel 6
- 2 S-Griffe (Schlüssel für Riegel)
- 12 Riegelscheiben

D 2 Vorfertigen zusammengesetzter Bauteile

D 2 a Vorfertigen von 8 montagebereiten Untergurten



Abb. 11 Zwei der insgesamt 16 vorgefertigten Winkelträger werden für den sogenannten Untergurt eines Fahrbahnträger-Teils gebraucht.

Nach Abb. 11 je 3 Winkelträger 60 für die Untergurte der Fahrbahnträger-Teile zusammenstecken. Stückzahl: 16



Abb. 12 Fünf der insgesamt 46 vorgefertigten Doppelknotenplatten werden für ein Fahrbahnträger-Teil gebraucht.

Nach Abb. 12 jeweils 4 Riegel 4 in die Ecken der Doppelknotenplatten einstecken und parallel zu den Schmalseiten drehen. Stückzahl: 46

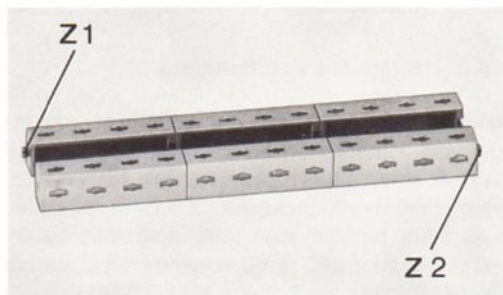


Abb. 13 Zwei der insgesamt 16 vorgefertigten 180 mm langen Winkelträger in montagebereiter Lage.

Nach Abb. 13 je 2 der insgesamt 16 vorgefertigten Winkelträger so legen, daß Zapfen Z 1 nach links und Zapfen Z 2 nach rechts zeigt. Die Winkelträger müssen hierbei so liegen, daß sie sich „umgekehrt“ verhalten (siehe zur Kontrolle schon jetzt Abb. 14).

Weitere Prüfung: Wenn die Zapfen jeweils versetzt sind, dann verlaufen die Quernuten alle waagrecht. Dies ist sehr wichtig!

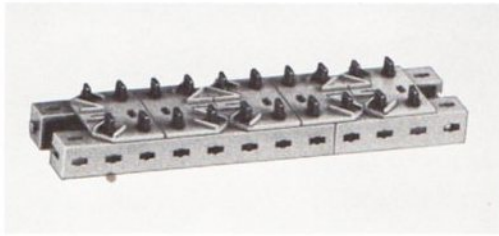


Abb. 14 Die 2 Winkelträger sind mit 5 Doppelknotenplatten verriegelt.

Nach Abb. 14 je 2 Winkelträger so verriegeln, daß jeweils außen eine Lochung freibleibt.

Stückzahl: 8

Die übrigbleibenden 8 nach Abb. 12 vorgefertigten Doppelknotenplatten werden bis zum Zusammenbau der Fahrbahnträger-Teile aufbewahrt.

Wichtige Zwischenprüfung: Die nach Abb. 14 hergestellten Untergurte zuerst einmal miteinander verbinden: jeweils seitlich die Zapfen in die Nuten schieben – das ist dann bei der Endmontage jeweils der erste Arbeitsgang. Wenn alle Teile gleichartig sind, wieder auseinander nehmen, weil an diesen Untergurten die Seitenteile angebracht werden (siehe Abb. 18).

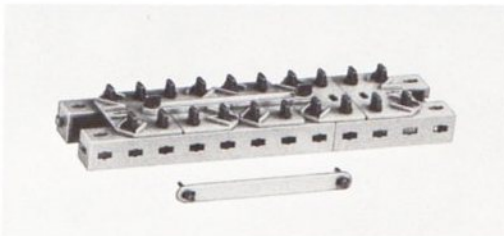


Abb. 15 Die Doppelknotenplatten sind untereinander mit einer I-Strebe 75 verbunden.

Nach Abb. 15 (vorn unten) an 16 I-Streben 75 je zwei S-Riegel 4 anbringen und dann an jedem Untergurt der 8 Fahrbahnträger-Teile eine Strebe 75 so befestigen, daß sie von der zweiten Lochung der 1. bis zur ersten Lochung der 4. Doppelknotenplatte zu liegen kommt und dann verriegelt wird.

Die übrigbleibenden 8 vorgefertigten I-Streben werden bis zum Zusammenbau der Fahrbahnträger-Teile aufbewahrt.

Damit sind die 8 Untergurte fertig und stehen zur Teilmontage bereit.

D 2 b Vorfertigen von 16 montagebereiten Seitenteilen (Stegen)

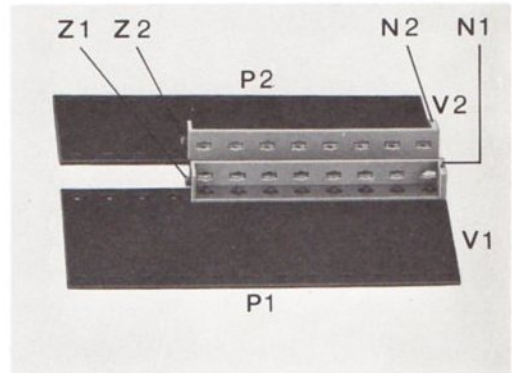


Abb. 16 Zwei der insgesamt 16 vorgefertigten Seitenteile (auch Steege genannt).

Nach Abb. 16 (unten P 1) zunächst an 8 Platten 180/90 oben rechts einen Winkelträger 120 mit 8 S-Riegeln 4 so befestigen, daß Zapfen Z 1 nach links zeigt und die Nut N 1 (sie steht senkrecht) bündig mit der Vorderseite V 1 ist. Das geht am besten, wenn die Platten auf der unteren Kante (bei P 1) stehend gehalten und die S-Riegel 4 von der Innenseite her angebracht werden.

Sodann nach P 2 an weiteren 8 Platten 180/90 einen Winkelträger 120 mit 8 S-Riegeln 4 anbringen.

Wichtiger Hinweis: Winkelträger 120 jedoch nicht wie zuvor „oben rechts“, sondern in umgekehrter Form „oben links“ anbringen, so daß Zapfen Z 2 wieder in die gleiche Richtung zeigt und Nut N 2 (sie steht waagrecht) bündig mit der Vorderseite V 2 ist.

Prüfvorschlag: Nach Fertigstellen des ersten nach P 2 gebauten Seitenteils ein nach P 1 montiertes (wie in Abb. 16) auflegen und genau vergleichen, ob in dieser Lage die Zapfen und die Nuten ebenso angeordnet sind.

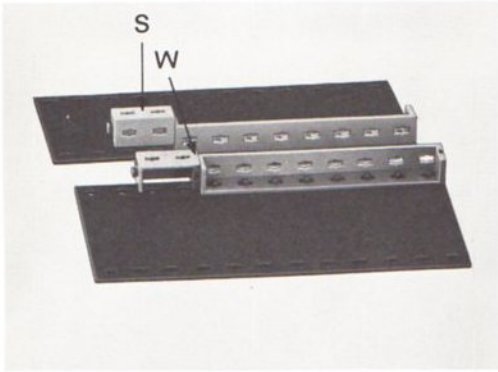


Abb. 17 Zwei vorgefertigte Stegplatten.

Nach Abb. 17 in die Nuten der Winkelträger 120 je einen Winkelträger 30 in Pfeilrichtung einschieben.

In dieser Form sind die Stegplatten fertig zur Teilmontage.

Stückzahl: je 8

D 3 Zusammenbau der Fahr- bahnträger-Teile

D 3 a Anbringen der linken Stegplatten

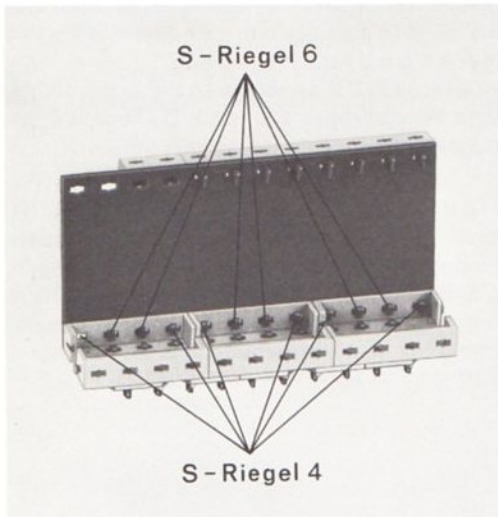


Abb. 18 Angebrachte linke Stegplatte.

Nach Abb. 18 die linken Stegplatten so anbringen, daß jeweils die acht S-Riegel 4 in die Anfangs- und Endlochungen der Winkelträger 60 kommen. (Siehe untere Bezugsstriche: 1., 4., 5., 8., 9. und 12. Lochung.)

In die freibleibenden Lochungen sodann acht S-Riegel 6 anbringen (siehe obere Bezugs-

striche). – Diese Anordnung ist notwendig, wenn nur 8 u-t S zur Verfügung stehen, weil sonst die S-Riegel 4 nicht ausreichen. Sollten mehr Lernbaukästen u-t S zur Verfügung stehen, so können ausschließlich S-Riegel 4 verwendet werden.

D 3 b Anbringen der rechten Stegplatten

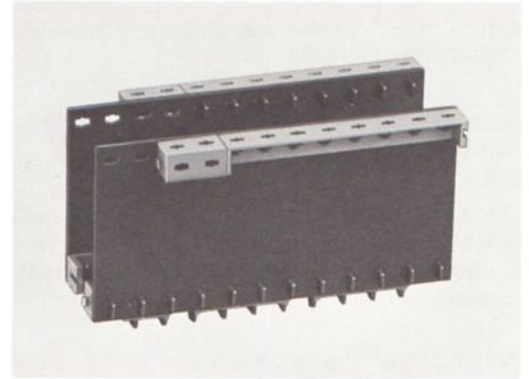


Abb. 19 Angebrachte rechte und linke Stegplatten.

Nach Abb. 19 die rechten Stegplatten in der vorher beschriebenen Weise anbringen.

Stückzahl: je 8

D 3 c Anbringen der Fahrbahnplatten

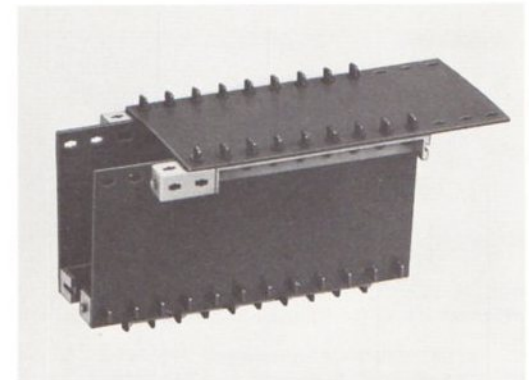


Abb. 20 Das fertige Fahrbahnträger-Teil mit angebrachter Fahrbahnplatte.

Nach Abb. 20 Platte 180/90 so mit S-Riegeln 4 an den Winkelträgern der Seitenteile (Stege) anbringen, daß hinten (links) die 1. Lochung am Winkelträger 30 freibleibt. Die Montage der Fahrbahnplatte ist nur dann richtig, wenn vorn (rechts) jeweils 3 Lochungen freibleiben. Diese Konstruktionsart dient zum sicheren Anmontieren der einzelnen Fahrbahnträger-Teile untereinander.

D 4 Montage der festen Auflager und der Halterungen für den Freivorbau am 1. Fahrbahnträger-Teil

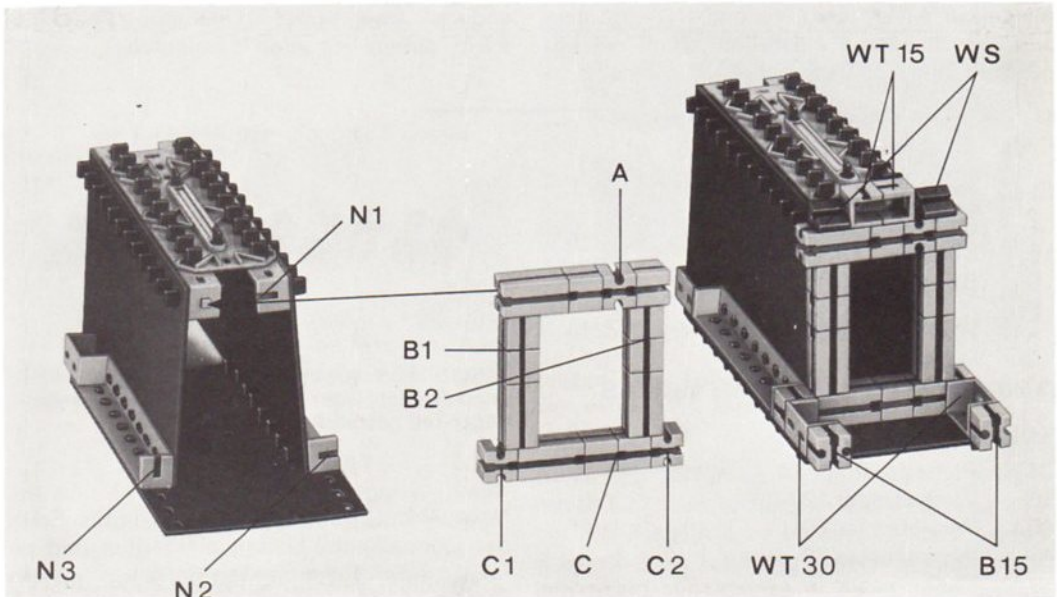


Abb. 21 zeigt rechts das fertige 1. Fahrbahnträger-Teil mit den festen Auflagern und den Halterungen für die Endmontage, links das 1. Teil vor dem Anbringen des in der Mitte stehenden Rahmens.

D 4 a Herstellen des Rahmens

Nach Abb. 21 (Mitte) in der gezeigten Anordnung mit Bauelementen aus dem u-t 1 zuerst nach A einen Querbalken für die festen Auflager zusammenstecken:

In die Längsnuten des mit A gekennzeichneten Bausteins 15 je einen weiteren Baustein 15 einschieben und links einen Baustein 30 ansetzen.

Bitte genau darauf achten, daß die Quernuten immer horizontal verlaufen!

Sodann 3 gleiche Balken anfertigen: Nach B 1, B 2 und C je einen Baustein 15 (1 Zpf.) mit einem Baustein 15 mit 2 Zapfen zu „Doppelverbindern 30“ zusammenstecken (siehe auch bei Gruppe A, Zeichnung 1 auf Seite 4). Anschließend je einen Baustein 30 anbringen.

Jetzt den Rahmen zusammenstecken: B 1 von links und B 2 von rechts in den oberen Querbalken A und den unteren Querbalken C schieben.

Erst zuletzt die mit C 1 und C 2 bezeichneten Bausteine 15 anbringen, sodaß die Längsbalken B 1 und B 2 nicht mehr nach außen geschoben werden können, weil die Bausteine 15 (C 1 und C 2) durch ihre Anordnung dies verhindern.

D 4 b Anbringen des Rahmens

Nach Abb. 21 (links) zunächst den oberen Querbalken A anbringen: Die hintere Längsnut des Querbalkens A in Pfeilrichtung in den Zapfen des linken Winkelträgers soweit einschieben, bis der Zapfen des mit A bezeichneten Bausteins 15 in die mit N 1 bezeichnete Nut des rechten Winkelträgers zu liegen kommt.

Dann Balken A in Gegenrichtung schieben und Zapfen des Bausteins A in die Nut N 1 eindrücken. Bitte jetzt prüfen, ob der obere Querbalken A fest sitzt. Hierauf den unteren Querbalken befestigen: Zapfen des Bau-

steins C 2 von rechts in die Nut N 2 schieben und Zapfen des Bausteins C 1 in die Nut N 3 von oben eindrücken.

Bitte wieder prüfen, ob der gesamte Rahmen am Fahrbahnträgerteil 1 einen festen Sitz hat.

D 4 c Anbringen der festen Auflager

Nach Abb. 21 (rechts) zuerst die mit WT 15 bezeichneten Winkelträger 15 von links in die obere Quernut schieben. Dann die mit WS bezeichneten Winkelsteine von außen soweit nach innen drücken, bis sie nicht mehr weiter zu schieben sind.

D 4 d Anbringen der Montagehalterungen für den Freivorbau

Nach Abb. 21 (unten rechts) in die mit C 1 und C 2 bezeichneten Bausteine 15 des angebrachten Rahmens je einen mit WT 30 bezeichneten Winkelträger 30 so anbringen, daß sie später von den oben her (von der Fahrbahnplatte aus) mit S-Riegeln 4 befestigt werden können.

Zuletzt je einen Baustein 15 (siehe B 15) so anbringen, daß die Quernuten unbedingt senkrecht verlaufen.

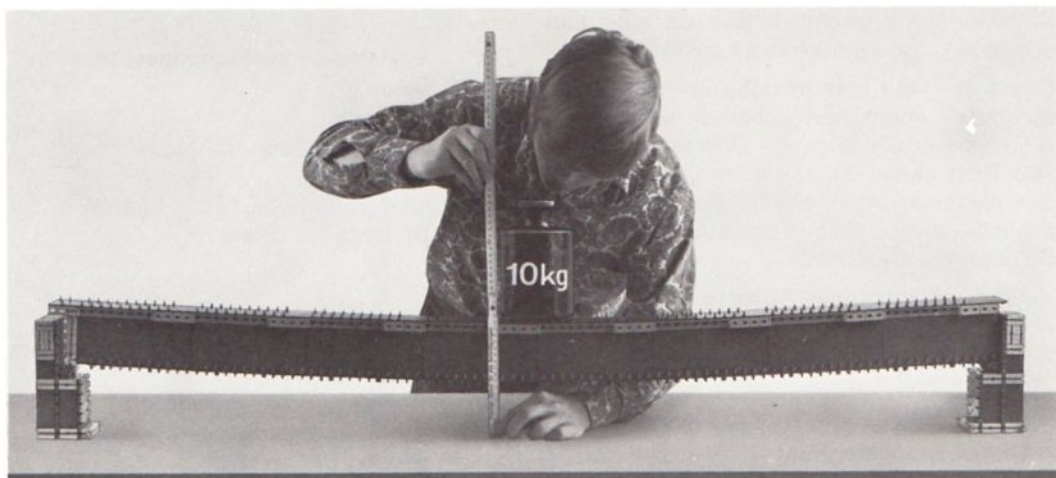


Abb. 22 Belastungsversuch am zusammengebauten Balkenträger

D 5 Zusammenbau der 8 Fahrbahnträger-Teile zu einem Balkenträger für einen Belastungsversuch

Zur Kontrolle der richtig gebauten Fahrbahnträger-Teile und für einen Vergleich der Belastbarkeit des Balkenträgers ohne Seilverspannung und der Belastungsfähigkeit mit Seilverspannung werden die 8 Fahrbahnträger-Teile zusammengebaut:

Zuerst jeweils unten die Untergurte seitwärts zusammenschieben und dann oben die Fahrbahnträger-Teile mit S-Riegeln 4 verbinden.

Dann die freibleibenden Zwischenräume der Winkelträger am Obergurt jeweils mit 2 Winkelträgern 30 ausfüllen und zwar so, daß sie auf der einen Seite von unten und auf der anderen Seite seitlich eingeschoben werden. Diese Anordnung gilt auch für den Freivorbau mit Seilabspannung.

Erste Belastungsprobe ohne eingesetzte Doppelknotenplatten und Streben 75 im Untergurt durchführen!

Hierbei zuvor ohne Belastung mit Maßstab die Höhe messen, dann mit Wägestücken belasten und die erzielten Werte in eine Tabelle eintragen.

Zweite Belastungsprobe mit eingesetzten Doppelknotenplatten und Streben 75 im Untergurt durchführen!

Unterschiede beobachten und Werte notieren. Nach Beendigung des Belastungsversuchs die Fahrbahnträger-Teile wieder auseinandernehmen.

Damit sind die Vorbereitungen für den Freivorbau abgeschlossen.

Planungsbeispiel Schrägseilbrücke

Konstruktionsaufträge für Schüler
der Gruppen A und D

Freivorbau der Brückenfahrbahn-Teile

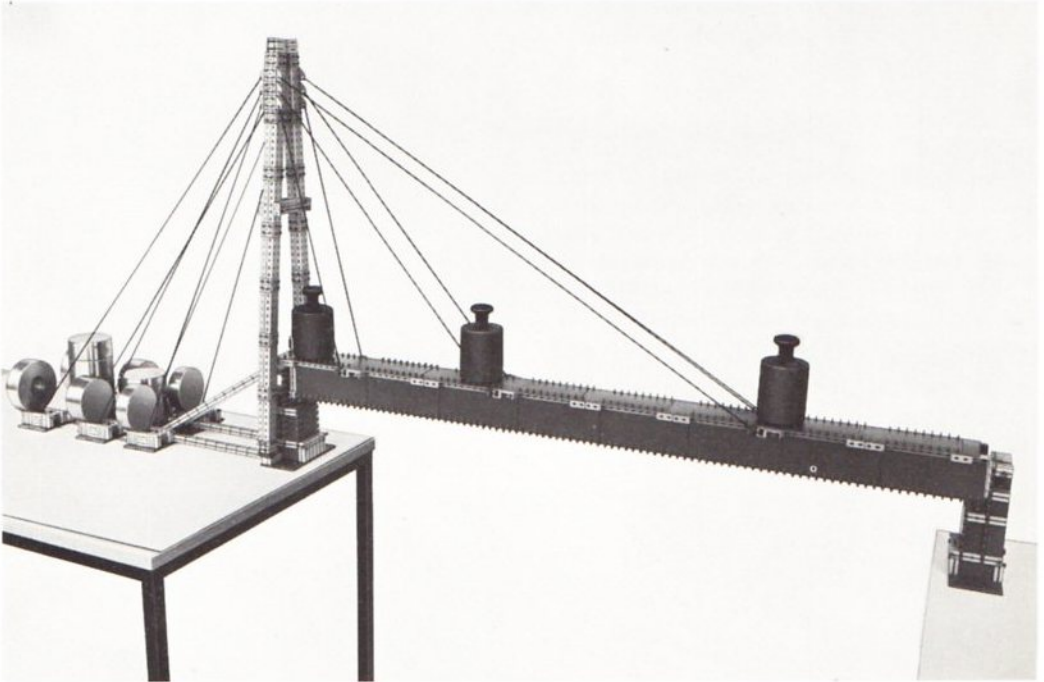


Abb. 23 Fertiges Modell der Schrägseilbrücke.

Die Brückenfahrbahn ist auf das rechts im Bild stehende Widerlager (mit dem beweglichen Lager) aufgelegt. Die Fahrbahn kann jetzt noch erheblich mehr belastet werden als beim 1. Belastungsversuch ohne Seilabspannung: Die Schrägseile leiten die zusätzliche Last auf den Pylon ab. Sie sind am ersten, dritten und sechsten Fahrbahnträger-Teil befestigt.

Technische Information:

Beim Brückenbau werden für die Dauer des Freivorbaus die ersten Fahrbahnträger-Teile („Anschlußstücke“) auf die Lager gesetzt und zusätzlich mehrfach mit dem Widerlager fest

verbunden („verriegelt“, „verdübelt“). Diese feste Verbindung wird erst dann gelöst, wenn die gesamte Brückenfahrbahn fertig, also auf dem 2. Widerlager aufgelegt ist. Erst jetzt können die Brückenlager (feste und bewegliche) ihre Funktion übernehmen.

6. Faltblatt der Ergänzungsmappe A zum Lehrerhandbuch III fischertechnik-Schulprogramm.
Herausgeber: Arbeitsgruppe Technische Bildung Pädagogische Hochschule Heidelberg.
Fischer-Werke Artur Fischer, Tumlingen  Georg Westermann, Braunschweig  1973
Sämtliche Rechte bei: Fischer-Werke Artur Fischer, Tumlingen, Ref. Nr. 142-6/73/3

1. Befestigung des ersten Fahrbahnträger-Teils für den Freivorbau

Diese Befestigung wird für die gesamte Dauer des Freivorbaus benötigt.

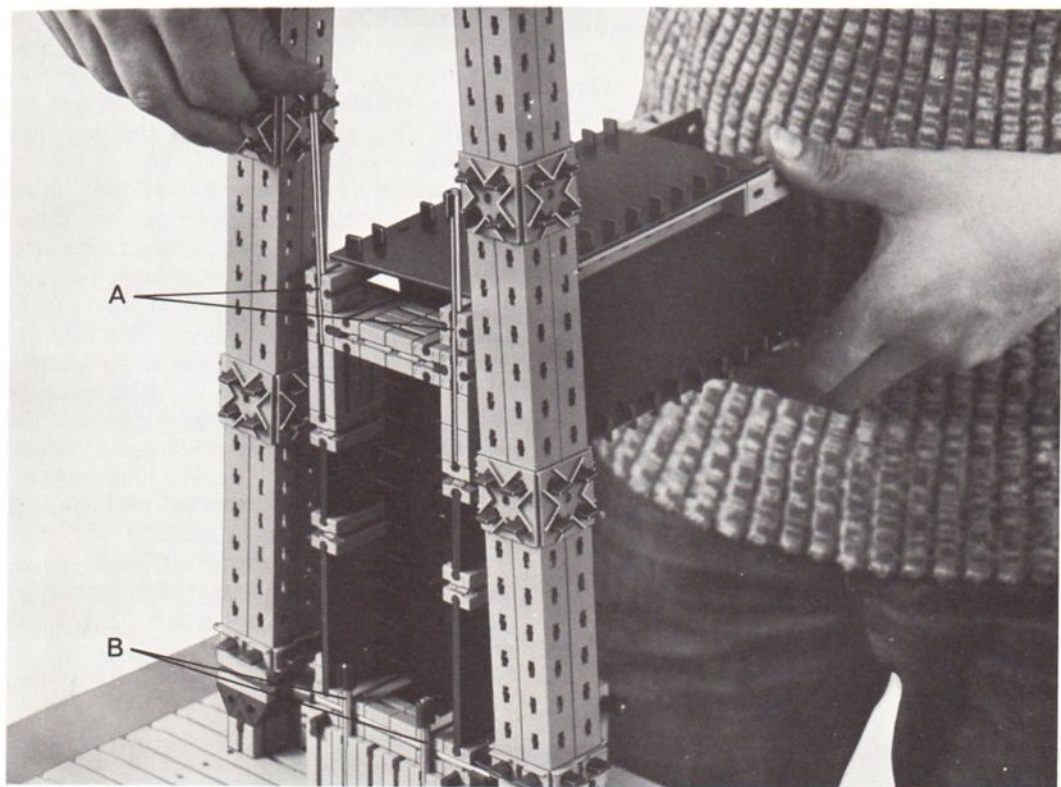


Abb. 24 Befestigen des ersten Fahrbahnträger-Teils am Widerlager A I

Nach Abb. 24 (siehe Kennzeichnung A) jeweils eine Klemmbuchse in eine Achse 110 stecken und diese von oben in die Nuten der Bausteine drücken.

Bitte beachten, daß die Auflager richtig sitzen: Nach Abb. 26 die Nuten der Winkelsteine am Anschluß-Fahrbahnträger-Teil in die Spitzen der festen Auflager führen.

Unser Widerlager-Modell hat gegenüber „echten“ Widerlagern einen entscheidenden Nachteil: Es steht frei und hat nach hinten keine Verbindung zur landseitigen Fahrbahn.

Wir haben diesen „Nachteil“ jedoch ganz bewusst mit eingeplant: So könnt Ihr viel besser die auftretenden Kräfte beobachten und Gegenmaßnahmen verstehen.

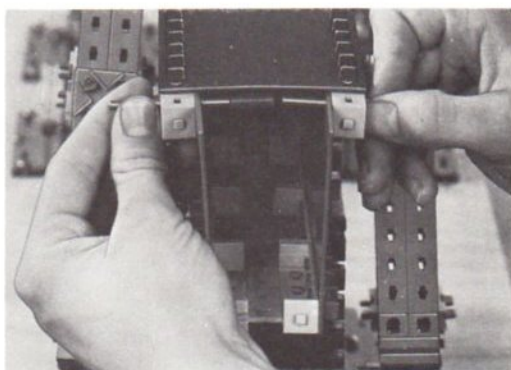


Abb. 25 Anbringen von 2 Achsen 60 zur Aufnahme der Seilbefestigung

Nach Abb. 25 jeweils in der hinteren Lochung des Winkelträgers 30 von außen eine Klemmkupplung (Achskupplung) fest eindrücken.

2. Ablängen und Befestigen der Schrägseile

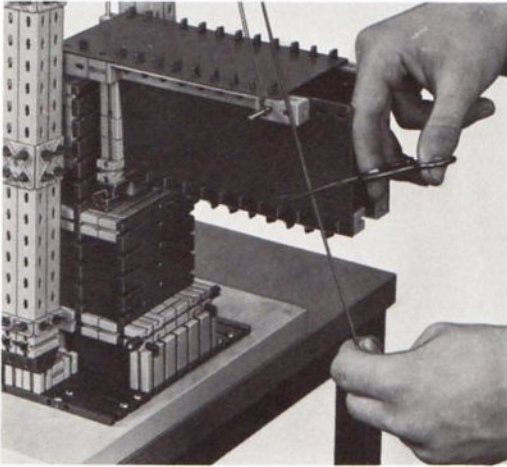


Abb. 26 Ablängen der Schrägseile

Nach Abb. 23 die Schrägseile so anbringen, daß die Seile des ersten Fahrbahnträger-Teils durch die unteren, die Seile des 3. Teils durch die mittleren und die vorderen Seile durch die obere Seilhalterung geführt sind.

Jedes Schrägseil besteht aus 4 Schnüren von 1 mm starker Hanfschnur.

Die Seillängen für die Schrägseile sind am einfachsten auf folgende Weise zu ermitteln: Zunächst die einfache Entfernung vom Befestigungspunkt zur Seilhalterung abnehmen, diese Strecke dann vervierfachen und nach Zugabe einer Sicherheitsspanne abschneiden.

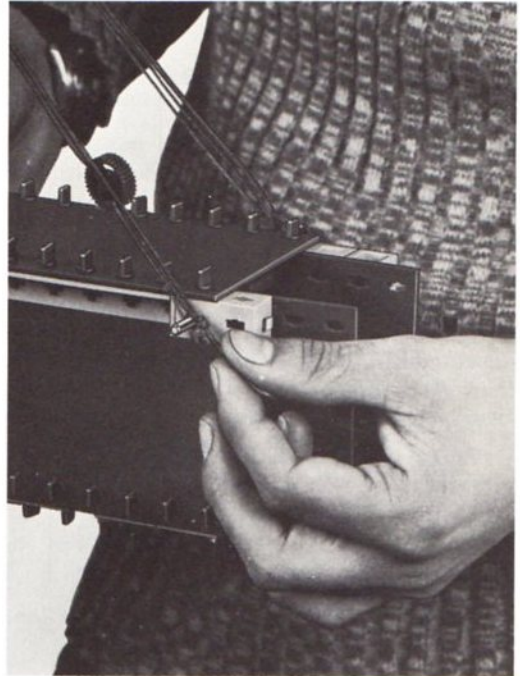
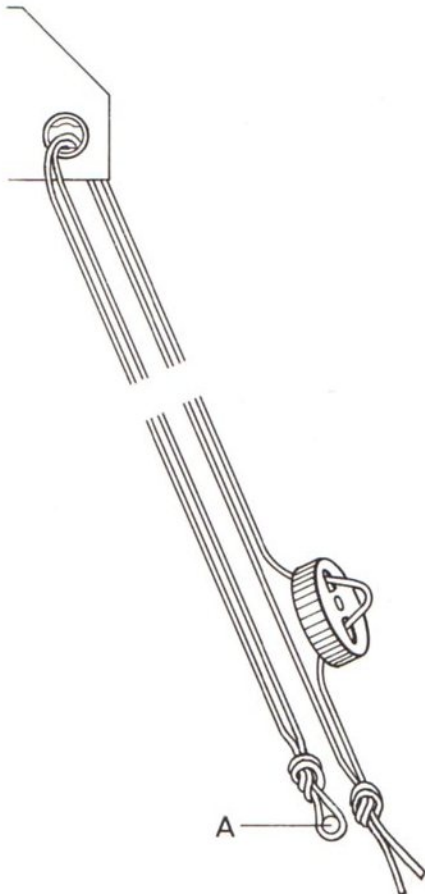


Abb. 27 In richtigem Abstand angebrachter zweiter Knoten

Nach Abb. 27 und Zeichnung 1 an der Mitte durch Knoten eine Schlaufe bilden und diese in die Achse schieben. Nach Durchstecken in die untere Seilhalterung am Pylon (doppelte

Führung auf dem „Hinweg“), sodann auf dem „Rückweg“ nach der in Zeichnung 1 gezeigten Weise eine Schnur durch einen Seiltrommel-Klemmring führen und nach Abb. 27 einen Knoten so anbringen, daß die jetzt verbundenen Schnüre in die Achse eingehängt werden können.

Wichtiger Hinweis: Den Knoten nicht zu weit – aber auch nicht zu kurz – von der Achse entfernt anbringen. (Siehe auch Seilführung in Zeichnung 1.)

Jetzt möglichst versuchen, den Knoten in den „Fenstern“ des Klemmrings zu verstecken, so daß er beim Spannvorgang nicht so sehr aufträgt.

Zuletzt den Klemmring so auf die Achse schieben, daß die glatte Seite nach außen kommt und außen mit einer Riegelscheibe sichern.

Informiert Euch bitte über die Herstellung von Schrägseilen beim Brückenbau unter „Technische Information“ im 4. Faltblatt (C 7 „S“).

3. Anbringen einer Sperrvorrichtung

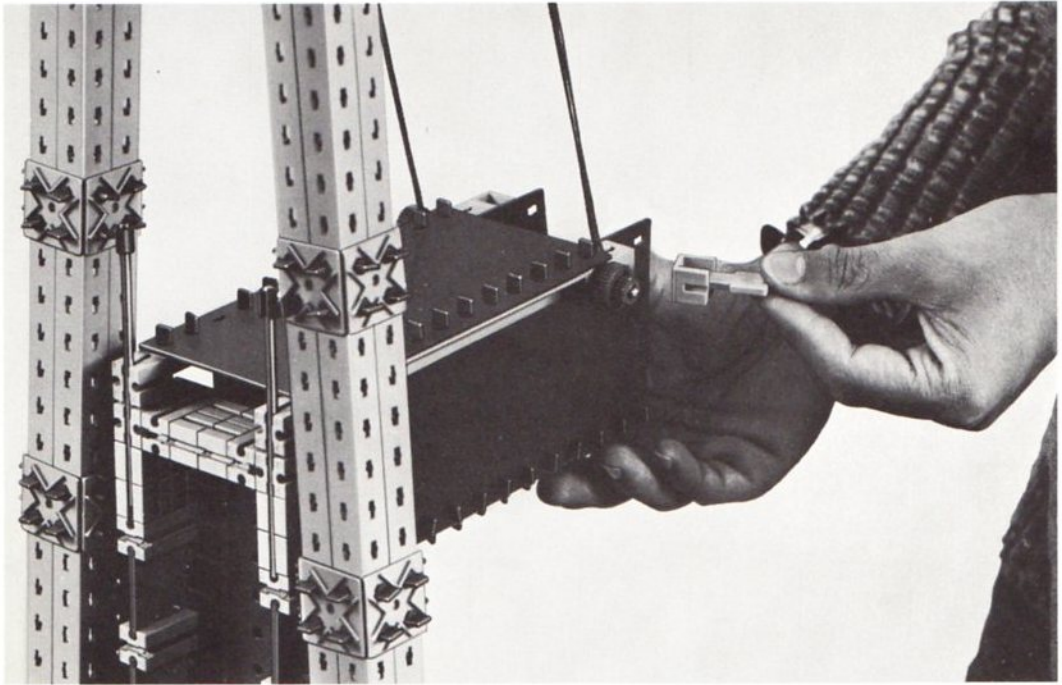


Abb. 28 Anbringen eines Winkelträgers 15 als Sperrvorrichtung

Nach Abb. 28 in einen Griff (Schlüssel für S-Riegel) einen S-Riegel 4 aufsetzen und diesen von innen in die Lochung eines Winkelträgers 15 durchdrücken, und den Winkelträger 15 in der freigebliebenen Lochung vor dem Klemmring verriegeln.

Dies geht etwas schwer, doch ist das Verriegeln durch seitliches Andrücken an den Klemmring gut möglich.

Bitte unbedingt darauf achten, daß die Quernut des Winkelträgers 15 immer waagrecht gegen den Klemmring zu gerichtet ist. In diese Quernut sollen sich die Zähne des Klemm-

rings einklemmen, so daß eine besondere Form eines „Gesperres“ vorliegt.

Lest zum besseren Verständnis dieses technischen Problems im 4. Faltblatt die Seite C 6 „S“.

Nach Abb. 29 zum besseren Sitz der Sperrvorrichtung (jedoch erst nach der Montage des 2. Fahrbahnträger-Teils) an dem 2. Winkelträger 30 nochmals außen einen weiteren Winkelträger 30 befestigen.

Bitte auch schon jetzt Abb. 31 genau betrachten. Dort ist alles sehr deutlich zu erkennen.

4. Montage der weiteren Fahrbahnträger-Teile

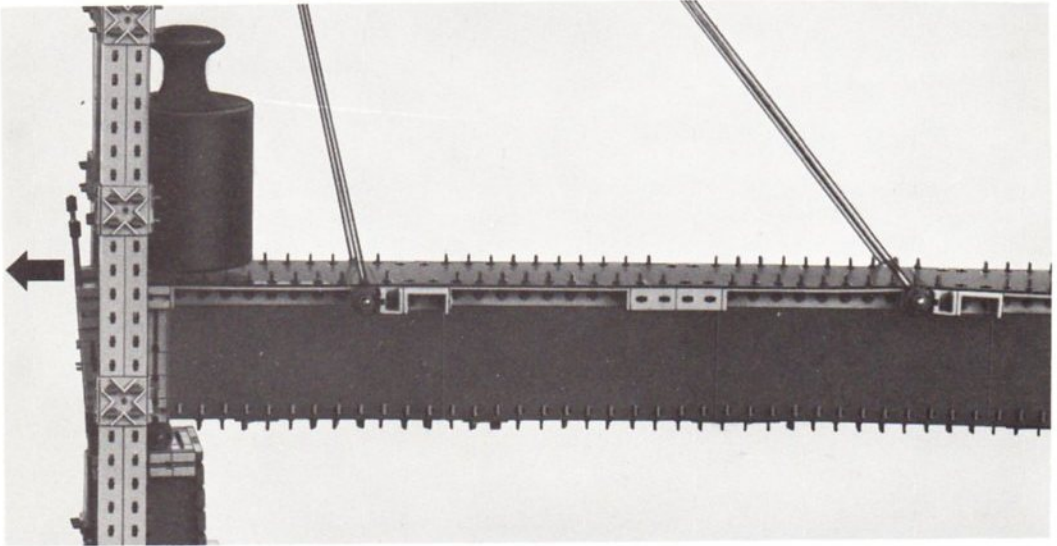


Abb. 29 Mehrere montierte Fahrbahnträger-Teile und zusätzliche Belastung bewirken die sogenannte horizontale Schubkraft, so daß sich die Befestigung (siehe Achsen 110) nach hinten biegt. Wichtig für Belastungsversuche: Am Fahrbahnanfang über dem Widerlager muß ein schweres Wägestück stehen.

Wie bereits auf Seite E 2 gesagt, haben wir unser Modell absichtlich etwas anders als in der technischen Wirklichkeit geplant, weil wir dadurch die auftretenden Kräfte in ihrer Auswirkung sichtbar machen können. In Abb. 29 seht Ihr eine typische Erschei-

nung bei Schrägseilbrücken: Die Fahrbahn „schiebt“ in Pfeilrichtung. Techniker sprechen hier vom sogenannten Horizontalschub. Überlegt Euch bitte, wieso dieser Horizontalschub zustande kommt und versucht, dies auch mit einer Skizze zu begründen.

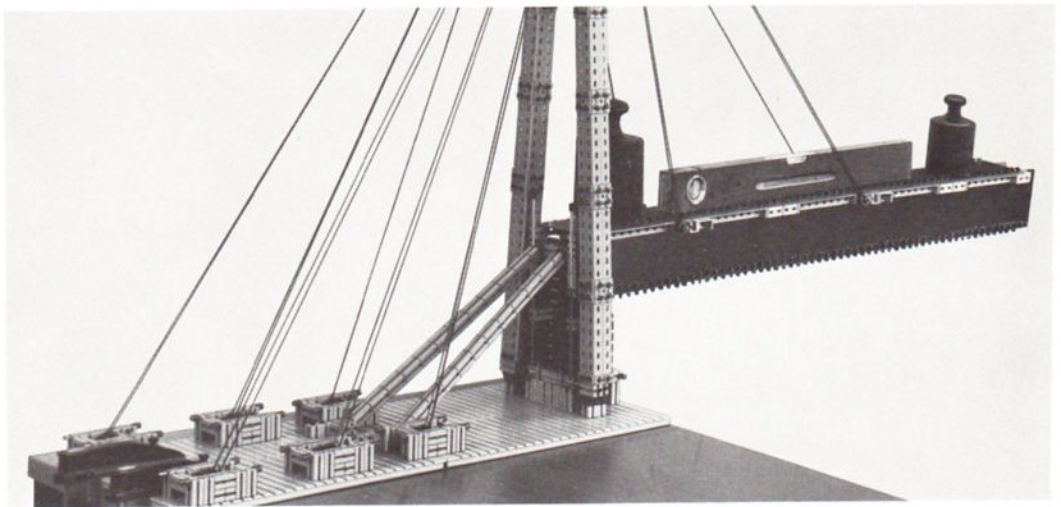


Abb. 30 Die eingesetzten Stützen wirken dem Horizontalschub entgegen. Beim Brückenbau werden solche Stützen jedoch nicht gebraucht, weil sich die Widerlager entweder an eine Böschung oder an der landseitigen Brückenauffahrt „anlehnen“ und somit die Schubkräfte aufgefangen werden.

Nach Einsetzen der vorgefertigten Stützen (durch die Gruppe C) und nach Anbringen der Achsen 60 durch Gruppe A (siehe Abb. 24, Kennzeichnung B) ist der Horizontalschub aufgehoben. Die Fahrbahn kann jetzt stark belastet werden. Hierbei sollte mit der Wasserwaage gearbeitet werden.

Bei Schrägseilbrücken wird die Rückverankerung nicht wie bei unserem Beispiel als „Erdverankerung“ ausgebildet. Vielmehr werden dort die rückwärtigen Schrägseile dann direkt an der landseitig weiterführenden Fahrbahn rückverankert.

Bei der in Abb. 2 gezeigten Strombrücke zwischen Mannheim und Ludwigshafen haben die Brückenbauer außerdem die landseitige Brückenfahrbahn in Beton ausgebildet, damit mehr Gegengewicht vorhanden ist.

5. Belastungsversuche

Bei starker Belastung während des Freivorbau und nach dem Auflegen der Fahrbahn auf das zweite Widerlager (mit beweglichem Lager) ist unbedingt darauf zu achten, daß beim Spannen der Schrägseile gleiche Spannungsverhältnisse herrschen.

Dabei solltet Ihr mit den Gruppen B und C zusammenarbeiten, weil auch diese durch Eure Änderungen in der Seilspannung zu- oder nachgeben müssen.

Sollte einmal eine weitere Seilspannung nicht mehr möglich sein, weil die Sperrvorrichtung den hohen Druck nicht mehr verkraftet und der Klemmring zurückrutscht, so könnt Ihr zweierlei versuchen:

1. Klemmring nochmals ausbauen und eventuell überschüssige Schnur (zu weit angebrachter Knoten) abschneiden; neu verknoten und einbauen.
2. Kleine Achsen 30 (siehe Abb. 31 oben rechts) durch ein „Fenster“ des Klemmrings stecken. Dadurch ist auch beim Freivorbau eine Sperrung möglich, auch wenn noch keine Sperrvorrichtung angesetzt ist.

Sobald die Brückenfahrbahn nach Abb. 23 auf das 2. Widerlager aufgelegt ist, könnt Ihr die Achsen 110 am 1. Fahrbahnträger-Teil lösen. Jetzt sind beide Lager in Funktion.



Abb. 31 Die fertige Schrägseilbrücke von unten aufgenommen. Deutlich ist hier die Verriegelung des Untergurts mit Doppelknotenplatten und Streben 75 zu sehen. Am Obergurt erkennt man gut die zwischengesteckten Winkelträger 30 und auch die Sperrvorrichtungen.

6. Zusammenbau von 2 unsymmetrischen Schrägseilbrücken zu einer großen symmetrischen Schrägseilbrücke

Vorbemerkung

Falls Ihr in Eurer Klasse die doppelte Anzahl der angegebenen Lernbaukästen zur Verfügung und zwei Brücken gebaut habt, könnt Ihr mit wenigen Handgriffen eine symmetrische Schrägseilbrücke doppelter Spannweite zusammenbauen.

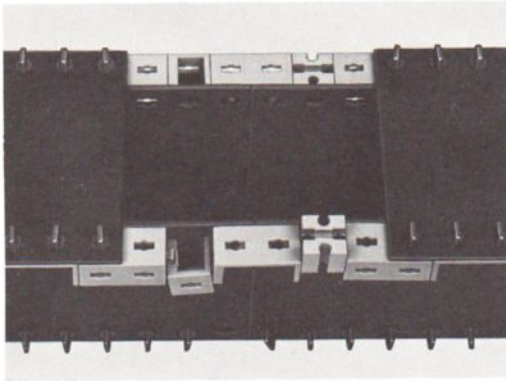


Abb. 32 Zwei Bausteine 15, zwei Winkelträger 15, zwei Winkelträger 30 und drei Bauplatten 30/90 werden zum Zusammenbau benötigt.

Bevor Ihr damit beginnt, solltet Ihr Euch jedoch absprechen, an welche Seite anstelle des festen Lagers das bewegliche Lager (Rollenlager) kommen soll. Würdet Ihr dies vergessen, wäre Eure Brücke falsch gebaut. Entfernt also ein festes Lager und legt das Rollenlager auf.

Nach Abb. 32 in der gezeigten Anordnung zuerst die Bausteine zum Verbinden des Obergurts zusammenstecken und zuletzt die drei Bauplatten als fehlendes Fahrbahnstück aufdrücken.

Zum Belastungsversuch nach den Abb. 33 und 34 auf die Fahrbahnträger-Anschlußstücke zunächst wieder ein schweres Wägestück oder sonstiges Gewicht stellen, damit die Schrägseile gespannt werden können. Selbstverständlich müssen beide Rückverankerungssockel ebenfalls stark belastet oder mit Schraubzwingen befestigt sein.

Wenn diese beiden Voraussetzungen gegeben sind, können die inneren Schrägseile so gespannt werden, daß die in Abb. 33 gezeigte Fahrbahnkrümmung entsteht.

Fachleute sprechen hier von der sogenannten Vorspannung.

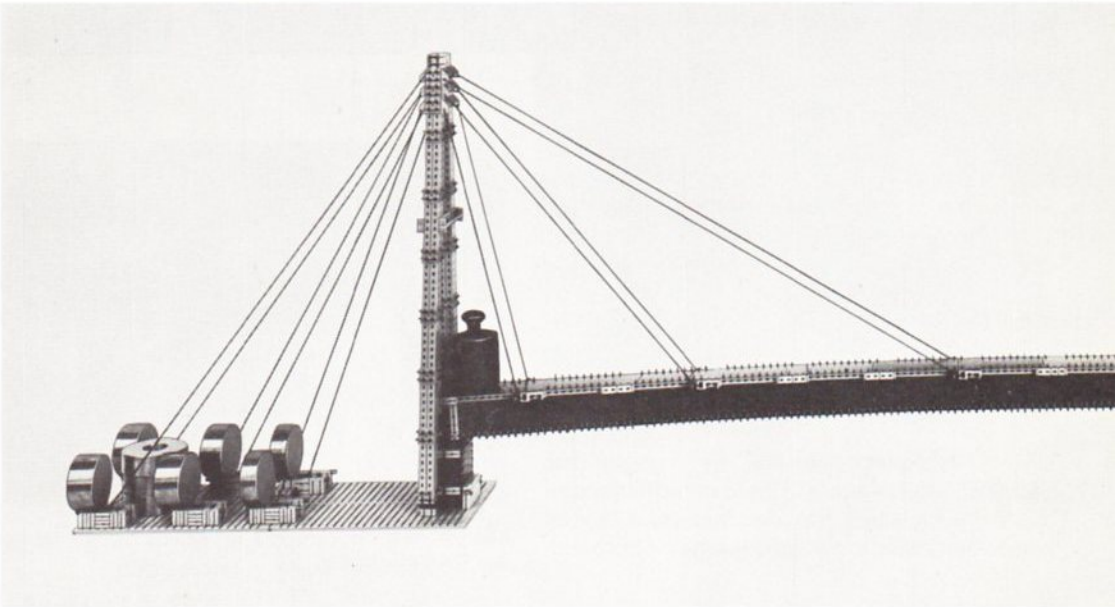


Abb. 33 Die zusammengebaute große Schrägseilbrücke mit einer Stützweite von etwa 2,85 m. Deutlich ist hier die sogenannte Vorspannung zu erkennen, die bewirkt, daß sich die Fahrbahn nach oben wölbt, weil keine Belastung vorliegt.

Diese Vorspannung bewirkt eine größere Belastungsfähigkeit: Erst bei starker Belastung wird die Fahrbahn soweit durchgebogen, daß sie ihre normale Krümmungslinie erhält.

Sicher habt Ihr auch schon vorher bemerkt, daß durch Seilspannung auch eine seitliche Formveränderung der Fahrbahn zu erreichen ist – und sicher könnt Ihr dies auch begründen.

Die von uns verwendeten Statik-Bauelemente sind im Verhältnis zum Stahl sehr leicht; sie haben zu wenig Eigengewicht, um die Gewichtsverhältnisse beim Brückenbau darzustellen. Deshalb muß das aufgelegte Gewicht zum Teil die Funktion des Eigengewichtes übernehmen.



Abb. 34 Die Schrägseilbrücke mit gleicher Seilspannung wie in Abb. 33. Die 10 kp bewirken ein Absinken der vorher gekrümmten Fahrbahn.

Wie Ihr seht, sind jeweils die schrägen Stützen entfernt, die den Horizontalschub aufzufangen sollten.

Bitte entfernt auch Ihr diese Stützen und überlegt, warum man sie bei dieser Anordnung nicht mehr benötigt.

