

Helmut Benjes, Fritz Zuschlag, Erich Welschehold

Fertigen, Konstruieren und Steuern im Technikunterricht

Lehrerhandbuch für die Arbeit mit dem
Halbzeugsystem UMT

Herausgeber: LPE Technische Medien GmbH
Postfach 1121
69401 Eberbach

Zeichnungen: Fritz Zuschlag

Copyright: Vervielfältigungen für unterrichtliche Zwecke
sowie für Aus-, Fort- und Weiterbildung sind gestattet

	Vorwort	8
I	Einleitung	
1	Didaktische Grundlegung: Das Halbzeugsystem UMT - Synthese zwischen Werkbankverfahren und Baukastenprinzip	9
2	Hinweise zur Anlage und zum Gebrauch der Lehrerhandreichung	12
II	Fertigungs- und Montagefibel	17
1	Hartfaserlochplatten als Werkmaterial	17
1.1	Anreißen und Auftrennen der Lochplatten	17
1.2	Schleifen der Schnittkanten	18
1.3	Lochplatten mit Langlöchern	18
1.4	Versteifen der Lochplatten	18
1.4.1	Versteifen durch Holzrahmen bei größeren Grundplatten	18
1.4.2	Versteifen durch Lochstreifen	19
1.4.3	Versteifen durch Unterspannung	19
1.5	Lochplatten als Lagergestell	19
1.5.1	Einsatz von Hohlösen als Lager	19
1.5.2	Bundhülsen als Lager	20
1.5.3	Kunststoff-Lochstreifen als Lager	20
1.5.4	Lochplatten für verstellbare Lager	21
1.6	Verbindung von Lochplatten zu kastenförmigen Konstruktionsteilen	21
1.6.1	Verbindung durch Winkel	21
1.6.2	Verleimen von Lochplatten	21
1.6.3	Kastenförmiges Aufbauteil mit Schiebeschott	21
1.7	Gelenkverbindungen	22
1.8	Winkelhebel	22
2	Bauteile aus Kunststoff-Lochstreifen	23
2.1	Ablängen der Kunststoff-Lochstreifen	23
2.2	Bearbeitung der Schnittflächen	23
2.2.1	Lochstreifen mit rechtwinkligen Kanten	23
2.2.2	Abgerundete Lochstreifen	23
2.3	Kunststoff-Streifen mit Langlöchern	24
2.3.1	Fräsen von Langlöchern mit der UMT-Fräsvorrichtung	24
2.4	Einsatz von Holzlochstreifen	25
2.4.1	Abrunden der Holzlochstreifen	25
2.4.2	Holzstreifen mit Langlöchern	25
2.4.3	Lager in den Holzlochstreifen	25
2.5	Kunststoff-Lochstreifen mit seitlichen Schlitz	25
2.6	Winkel und Bügel aus Kunststoff-Lochstreifen	25
2.6.1	Erwärmen der Lochstreifen mit dem UMT-Heizdrahtgerät	25
2.6.2	Umformen der Lochstreifen mit der UMT-Biegevorrichtung	26
3	Bauteile aus Kunststoff-Rohren Ø 9/3,3 mm	26
3.1	Fertigung von Abstandsbolzen	27
3.1.1	Ablängen der Bolzen	27
3.1.2	Entgraten der Bolzen	27
3.1.3	Ansenken der Bohrung	28
3.1.4	Gewindeschneiden	28
3.2	Fertigung kurzer Abstandsbolzen	29
3.3	Spannbolzen mit Rechts- und Linksgewinde	29

3.4	Abstandsrollen	29
3.5	Stellringe	30
3.6	Wellenkupplungen	30
3.7	Querbohrungen bei zylinderförmigen Bauteilen	30
3.8	Gelenkbolzen	31
3.9	Bauelemente für pneumatische und hydraulische Modelle	33
3.9.1	Schlauchkupplungen	33
3.9.2	Drosselventil	33
3.9.3	Ventilkörper für ein Magnetventil (Hydraulikventil)	33
4	Bauteile aus Kunststoff-Rohr Ø 6/4 mm	34
4.1	Abstandsrollen (Distanzrollen)	34
5	Bauteile aus 4mm-Kunststoff-Rundstangen	34
5.1	Sprossen für leiterähnliche Bauteile	34
5.2	Schraubbolzen mit Außengewinde	35
5.3	Umformen der Schraubbolzen zu speziellen Bauelementen	36
5.4	UNISTAT-Streben	36
5.4.1	Fertigungsverfahren des UNISTAT-Systems	36
6	Bauteile aus 2mm-Kunststoff-Rundstangen	38
6.1	Fertigung von "Blattfedern"	38
6.2	Schenkelfedern	38
6.3	Wickeln von Zug- und Druckfedern	39
7	Bauteile aus 12mm-Vierkantstangen	41
7.1	Fertigung von Schraubblöcken	41
7.2	Weitere 12 mm Vierkantbauteile	44
8	Bauteile aus 15mm-Vierkantstangen	44
8.1	Fertigung eines Grundbausteines	44
8.2	Ventilkörper für ein Pneumatikventil	46
8.3	Spurstangenhebel für eine Achsschenkellenkung	46
9	Bauelemente aus ungelochten Kunststoff- und Holzstreifen	47
10	Bauteile aus ungelochten Lochplatten	48
10.1	Kugelgelagerter Drehkranz	48
10.2	Lochscheibe für fotoelektrisches Abtastsystem	49
10.3	Fertigung von Bauteilen durch thermoplastisches Umformen	50
11	Bauteile Acrylglas	51
12	Bauteile aus Flugzeugsperrholz	51
12.1	Karosserieteile aus Flugzeugsperrholz	51
12.2	Nockenscheiben für elektrische und pneumatische Steuerungen	52
13	Bauteile aus Feinblech	54
14	Bauteile aus Acrylglasrohren	57

15	Kleben und Verschweißen von Werkstoffen	57
15.1	Kleben von Werkstoffen verschiedener Art	57
15.2	Kaltverschweißen von Kunststoffen	58
15.3	Verschweißen von Rundriemen aus Kunststoff	58
III	Vom Konstruktionsdetail zum Maschinenmodell	59
1	Getriebe	59
1.1	Zahnradgetriebe	59
1.1.1	Kombinationsmöglichkeiten bei Zahnrädern (Modul 1, Raster 15 mm)	60
1.1.2	Übersetzungsgetriebe mit Doppelzahnradern	61
1.1.3	Besondere Konstruktionsmerkmale der POLYMEK-Zahnräder	62
1.1.4	Großzahnräder und Zahnradsegmente	62
1.1.5	Kegelrad- und Schneckengetriebe	63
1.2	Zahnstangengetriebe	64
1.2.1	Montage von Zahnstangen	64
1.3	Reibradgetriebe	65
1.3.1	Reibradgetriebe für einen Morseschreiber	66
1.3.2	Reibradgetriebe für ein Lochstreifenlesegerät	66
1.4	Riemengetriebe	66
1.5	Kettengetriebe	67
1.6	Schraubtrieb	68
1.6.1	Schraubtrieb für einen Hubmechanismus	68
1.6.2	Schraubtrieb für einen Linearfahrtisch (CNC-Technik)	68
1.6.3	Schraubtrieb bei einem Klinkentriebwerk	69
1.6.4	Spindeleinzugsgetriebe (Spindelwippwerk)	69
1.7	Sperrgetriebe (Gesperre)	71
1.7.1	Sperrklinke	71
1.7.2	Klinkenschaltwerk	71
1.7.3	Bremsen	72
1.8	Kurbelgetriebe	72
1.8.1	Kurbelschwinge	73
1.8.2	Parallelschwinge	73
2	Lager	75
2.1	Traglager aus zwei Winkeln	75
2.2	Lagergestell aus Lochplatten und Abstandsbolzen	76
2.3	Lagergestell aus Lochplatten und Lochstreifen	76
2.4	Lagergabel	77
2.5	Lagergestell aus Abstandsbolzen	77
2.6	Längslager	77
2.7	Präzisionslager für feinmechanische Modelle	78
3	Führungen	79
3.1	Geradführungen	79
3.1.1	Geradführung aus Kunststoff-Vierkantstangen	79
3.1.2	Geradführung aus Lochstreifenmaterial	80
3.2	Parallelführungen	81
3.2.1	Einfache Parallelführung aus Lochstreifen	81
3.2.2	Parallelführung für ein Werkzeugmaschinenmodell	83
3.2.3	Professionelle Führung für einen Linearfahrtisch	83

4	Fördersysteme	87
4.1	Förderband mit Rundriemen	87
4.2	Kettenförderer	87
4.3	Drehtische	88
4.4	Zuteil- und Vereinzlungssysteme	92
4.4.1	Materialrutsche zum Zuteilen und Abführen von Werkstücken	92
4.4.2	Schachtmagazine	92
4.5	Abfüllanlage für Flüssigkeiten	93
4.6	Abfüllanlage mit Hubmagnetventil	93
5	Greiforgane für Robotermodelle	95
5.1	Elektromagnet und Saugkopf als Greiforgan	95
5.2	Konstruktion einer einfachen Robotergreifhand	95
5.3	Greifhand mit parallel geführten Greiffingern	96
IV	Steuerung von Maschinenmodellen	100
1	Bausteine für einen Elektrik- und Elektronikbaukasten	100
1.1	Universelle UMT-Kontaktelemente als Basis für preiswerte Bausteine	100
2	Steuerung eines Gleichstrommotors	106
2.1	Bau von Polwendeschaltern	106
2.2	Sicherung motorgetriebener Modelle durch Einbau von Endschaltern und Dioden	108
2.3	Schnellstop bei Gleichstrommotoren	109
2.4	Umpolen von Gleichstrommotoren mit Hilfe von Relaisschaltungen	110
2.4.1	Steuerung eines Greifermotors	110
2.4.2	Steuerung eines elektromotorischen Schubsystems	110
3	CNC-Steuerungen für Gleichstrommotoren	111
3.1	Wegmessung durch Tasterabfrage	112
3.2	Wegmessung durch Abfrage eines Reedkontaktes	112
3.3	Wegmessung durch ein fotoelektronisches Abtastsystem	112
3.3.1	Wegmessung bei Drehwerken	113
4	CNC-Maschinenmodelle mit Schrittmotorantrieb	114
4.1	Funktionsweise eines Schrittmotors	114
4.2	Steuerung eines Schrittmotormodells	115
4.3	Steuerung eines handelsüblichen Schrittmotors	115
4.4	Speicherprogrammierte Steuerungen (SPS)	115
4.4.1	SPS-Steuerungen bei UMT-Modellen	116
5	Baukasten für CNC-Maschinenmodelle	116
6	Pneumatische Steuerungen	119
6.1	Didaktische Vorbemerkungen	119
6.2	Sachinformationen	120

6.2.1	Eigenschaften von Druckluft	120
6.2.2.	Druckluftherzeugung	120
6.2.3	Pneumatische Arbeitselemente	120
6.2.4	Physikalische Größen	121
6.3	Methodische Hinweise	121
		121
7	Arbeitsblätter aus einem Schulversuch	122
8	Mechatronik mit dem UMT-System	131
V	<i>UMT</i>pro - Neuentwicklung der UMT-Arbeitsvorrichtungen	142
VI	Anhang	
1	Literaturangaben und Anmerkungen	
2	Lieferadresse für UMT-Materialien	

Vorwort zur Neuauflage des UMT-Lehrerhandbuches

Die Originalfassung des UMT-Lehrerhandbuches *Fertigen, Konstruieren und Steuern im Technikunterricht* wurde im Jahre 1992 als NLI-Bericht 50 vom Niedersächsischen Landesinstitut für Fortbildung und Weiterbildung im Schulwesen und Medienpädagogik (NLI) durch BLK-Förderung herausgebracht und hat seitdem eine weite Verbreitung gefunden.

Seit dieser 1. Auflage des Handbuches ist die Arbeit an und mit dem UMT-Halbzeugsystem jedoch in mehrfacher Weise verändert, weiterentwickelt und in vielen Details optimiert worden. Es ist daher notwendig geworden, das Handbuch gründlich zu überarbeiten.

Dabei mussten zunächst alle verbesserten oder zusätzlichen Arbeitsvorrichtungen, die in dem UMT-Handbuch der Firma LPE lediglich als gesonderte Update-Seiten in den ursprünglichen Text eingeschoben worden waren, in das Layout eingebunden werden.

Zum Zweiten wurden einige inzwischen überholte Aufgabenstellungen herausgenommen, andere wurden optimiert, und schließlich wurde mit der Einführung in die Mechatronik ein hochaktueller technischer Bereich neu für den Technikunterricht der Sekundarstufe I angesprochen.

Von besonderer Bedeutung für das UMT-System hat sich der Einsatz in dem *außerschulischen Lernort Bildung für Technik und Natur, Wilhelmshaven*, erwiesen. Dieser Lernort - ursprünglich aus Anlass der EXPO 2000 entstanden - konnte aufgrund der außergewöhnlich erfolgreichen Arbeit mit Schülerinnen und Schülern aller Altersklassen auch nach der EXPO bis heute weitergeführt werden, und so konnten bisher an diesem außerschulischen Lernort mehr als 14.000 Schülerinnen und Schüler in handlungsorientierten Kursen zu dem Bereich Technik und Natur maßgeblich gefördert werden. Aus den langjährigen Erfahrungen im Umgang mit dem UMT-System sind in Wilhelmshaven nach und nach die wesentlichen UMT-Arbeitsvorrichtungen optimiert worden und stehen jetzt alternativ zu den bisherigen Vorrichtungen in besonders ansprechender Metallausführung zur Verfügung (siehe Anlage: UMTpro).

Durch die Präsentation des UMT-Halbzeugsystems auf den jährlichen Bildungsmessen in Dortmund, Hannover, Köln, Nürnberg und Stuttgart haben sich vielfältige

Kontakte zu Lehrkräften und zu Bildungsinstitutionen ergeben. So wurden im Jahre 2006 UMT-Werkstätten an dem neu errichteten Experimentierzentrum *phaeno* in Wolfsburg, in der Schülerwerkstatt der *Autostadt* ebenfalls in Wolfsburg sowie in dem Technikmuseum in Mannheim eingerichtet.

Im Jahre 2004 rüstete der norddeutsche Energielieferant EWE, Oldenburg, ein *Schulinfomobil Energie* u.a. mit einer umfangreichen mobilen UMT-Werkstatt aus. Dieser Schulungsbus wurde von Schulen aus dem nordwestdeutschen Einzugsbereich so ausgiebig angefordert, dass die EWE 2007 einen 2. Schulungsbus ausgerüstet hat, damit die Vorbestellungszeiten für interessierte Schulen verringert werden können.

Kontakte in Bezug auf die Arbeit mit dem UMT-System ergaben sich jedoch auch über den deutschen Raum hinaus durch Präsentationen, Workshops und Einführungen des Systems zu folgenden Ländern:

Österreich, Schweiz, England, Schweden, Holland, Belgien, Russland, Italien und Abu Dhabi.

1 Didaktische Grundlegung

Das Halbzeugsystem UMT — Synthese zwischen Werkbankverfahren und Baukastenprinzip

Die Arbeit im Technikunterricht wird heute noch weitgehend bestimmt durch das Nebeneinander von zwei werkpädagogischen Positionen, die durch die Werkstoffbearbeitung in "Werkbanktechnik" und das Arbeiten mit technischen Baukästen gekennzeichnet werden.

Die fachdidaktische Kritik macht geltend, dass diese beiden notwendigen Bereiche technischer Bildung "fachdidaktisch und unterrichtsorganisatorisch voneinander getrennte Aufgabengebiete ... sind, die keinerlei inhaltlich-sachliche Bezüge aufweisen. Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten, die auf dem einen Gebiet erworben wurden, sind nur schwer auf das andere zu übertragen" 1). Damit aber werden in der Schulpraxis "zwei miteinander verschränkte Bereiche der realen Technik getrennt: Das technologische Fertigen und das auf die Erfüllung von Funktionen gerichtete Konstruieren" 2).

Versuche, dieses Nebeneinander medientechnischer Positionen zu überwinden, haben zumindest an drei Standorten der alten Bundesländer zur Arbeit mit sog. Halbzeugsystemen geführt, mit dem Ziel, Materialbearbeitung und technisch-konstruktives Vorgehen beim Planen, Entwickeln und Montieren zu verbinden.

Die beiden ersten Halbzeugsysteme, die auf den Markt kamen 3), benutzten als Werkstoffe zunächst ausschließlich Metallhalbfabrikate, dies "macht darum wieder zeitaufwendige Werkbanktechniken erforderlich, dazu noch besonders schwierige" 4). Bei der Entwicklung des UMT-Systems wurde daher von Beginn an versucht, solche *fertigungstechnischen* Schwierigkeiten auszuklammern, indem bei der Entwicklung des Systems folgende Annahmen zugrunde gelegt wurden:

1. Es kann nicht Aufgabe des Technikunterrichts sein, Schülern 5) solide handwerkliche Fertigkeiten zu vermitteln, da der Technikunterricht als allgemeinbildendes Unterrichtsfach dazu von der Konzeption her nicht angelegt ist und ein umfangreicheres Fertigungstraining wegen des geringen Stundenansatzes ohnehin nicht möglich wäre.

2. Gleichwohl sollten Wege gefunden werden, die unzureichenden handwerklichen Fertigkeiten der Schüler im Zusammenhang mit der oft mangelhaften Werkzeugausstattung zu überwinden, die zumeist außerordentlich zeitaufwendigen Arbeitsschritte bis zur Fertigstellung des Produktes abzukürzen und den technologischen Standard von Schülerarbeiten insgesamt zu heben.

Für die Entwicklung eines möglichst universellen Halbzeugsystems wurden aus den beiden vorangehenden Annahmen nachstehende Folgerungen gezogen:

1. Die Auswahl der Werkmaterialien (Halbzeuge) muss gewährleisten, dass die Materialien von Schülern leicht zu bearbeiten sind.
2. Alle Halbzeuge müssen so gestaltet sein, dass sich die daraus zu fertigenden Bausteine in das Raster eines modular aufgebauten Konstruktionssystems einfügen lassen.
3. Durch ein System von Arbeitsvorrichtungen in Verbindung mit speziellen Werkzeugen sollten Schüler nach kurzer Einweisung in der Lage sein, präzise Bauteile in passgenauer Qualität rationell zu fertigen.
4. Zur Ergänzung der von Schülern aus Halbzeugen gefertigten Systembausteine sollte eine ausreichende Anzahl handelsüblicher Bauteile, wie Befestigungselemente, Zahnräder, elektromechanische Teile usw., genau passend zum Rastersystem zur Verfügung stehen.
5. Halbzeuge, Bauteile, Vorrichtungen und Werkzeuge sollten möglichst preisgünstig und dabei gleichzeitig von guter Qualität sein.

Die Erfüllung der vorgenannten Bedingungen ist vor dem Erscheinen des UMT-Systems in einer Entwicklungsphase von gut 10 Jahren an der Hauptschule Spaden (Landkreis Cuxhaven) sowie im Rahmen der Lehrerbildung an der Universität Oldenburg in Teamarbeit vorangetrieben worden.

Nach einer grundlegenden Erprobung in einem Schulversuch des Niedersächsischen Kultusministeriums an der Hauptschule Otterndorf (Landkreis Cuxhaven), dem Einsatz bei Lehrerfortbildungsveranstaltungen und der Arbeit mit dem System in zahlreichen Schulen der alten Bundesländer, ist die Systementwicklung in Bezug auf die Fertigungs- und Montageverfahren weitgehend abgeschlossen 6).

Gegenüberstellung Werkbanktechnik und Baukastenprinzip

Kritische Anmerkungen zur Werkbanktechnik

- Die Schüler lernen vorwiegend rezeptiv.
- Das technische Wissen bleibt notwendigerweise gering.
- Die erforderlichen Arbeitsschritte bis zur Fertigstellung des Produktes sind außerordentlich zeitaufwendig.
- Wegen der häufig mangelhaften Werkzeugausstattung und unzureichender Fertigungstechnologien bleiben die Schülerarbeiten zu meist auf einer unvollkommenen Stufe stehen.

Kritische Anmerkungen zur bisherigen Baukastentechnologie

- Die Schüler erwerben keinerlei Kenntnisse, Fähigkeiten und Erfahrungen des Werkzeuggebrauches und der Materialeigenschaften.
- Wichtige Vorgänge technischer Entwicklungsarbeit, wie das Skizzieren, Messen und Anreißen, werden nicht problematisiert, weil sie nicht erforderlich sind.
- Grundlegende technologische Probleme, wie die Lagerung von Achsen und Wellen, Verminderung von Reibung, Fluchten von Lagern, werden vom Schüler nicht wahrgenommen, weil Lösungen bereits vom System vorgegeben sind.
- Für Schüler ist es besonders demotivierend, dass selbst die gelungenste und einfallsreichste Konstruktion nach dem Unterricht zerlegt und damit unwiederbringlich zerstört werden muss. Eltern können so nicht erfahren, was ihre Kinder im Unterricht leisten 7).

Halbzeuge

“Halbzeug (Halbfabrikat): in der Fertigungstechnik jedes zwischen Rohstoff und Fertigerzeugnis stehende Halberzeugnis, das noch weitere Fertigungsstufen zu durchlaufen hat“ 8).

Vorrichtungen

“In der Technik werden ganz allgemein alle ergänzenden Hilfsmittel zu Maschinen und Werkzeugen, die zu deren Vervollkommnung und besseren Ausnutzung bestimmt sind ..., als Vorrichtungen bezeichnet.

Vorrichtungen sollen helfen, durch Vereinfachung und Verbesserung des Fertigungsvorganges die Herstellungskosten zu verringern und die Austauschbarkeit der Werkstücke zu erreichen, ferner ... Maschinen so herzurichten, dass auf ihnen ungewöhnliche Arbeiten leichter oder überhaupt erst ausgeführt werden können“ 9).

Man unterscheidet Spannvorrichtungen, Bohrvorrichtungen, Prüfvorrichtungen und Arbeitsvorrichtungen.

Arbeitsvorrichtungen

“Arbeitsvorrichtungen werden alle Vorrichtungen genannt, die entweder, mit der Werkzeugmaschine verbunden, deren eigentliche Aufgabe ergänzen, dem Werkstück zwangsläufig eine bestimmte genaue Form zu geben, oder die auch selbständig zur Herstellung oder Handhabung der Werkstücke dienen 10).

Im Zusammenhang mit dem angesprochenen Nebeneinander medientechnischer Positionen soll auf ein weiteres fachdidaktisches Problem hingewiesen werden, das durch die derzeitige starke Betonung von Themenstellungen aus dem Bereich der Informationstechnik (Neue Technologien) gekennzeichnet wird.

Fachdidaktiker befürchten, dass andere Inhaltsbereiche des Technikunterrichts, wie die Maschinentechnik, die Produktionstechnik und die Bautechnik, stark an Bedeutung verlieren, wenn “ein System, nämlich das informationstechnische System, von den energie- und stoffumsetzenden Systemen getrennt wird“ 11).

Die Überwindung solcher fachdidaktischer Eingrenzungen und die damit verbundenen methodisch einseitig ausgerichteten Unterrichtsverfahren können nach unseren Erfahrungen am ehesten durch die Arbeit mit einem universellen Halbzeugsystem erfolgen. Wie sich in dem o. g. Schulversuch an der Hauptschule Otterndorf gezeigt hat, lässt sich mit dem Halbzeugsystem UMT zum einen ein breites Spektrum von Themenstellungen aus den Sachgebieten Produktionstechnik, Maschinentechnik sowie Elektro- und Informationstechnik erarbeiten, und zum anderen ermöglicht das System, Unterrichtsprozesse mit unterschiedlichen methodischen Schwerpunkten zu initiieren. Während bei der Werkbanktechnik nahezu ausschließlich die "Werkaufgabe" und beim Baukastenverfahren vorwiegend die "Konstruktionsaufgabe" im Mittelpunkt steht, ergibt sich bei der Arbeit mit einem Halbzeugsystem fast zwangsläufig ein breiter methodischer Ansatz. So ist etwa die Konstruktionsaufgabe mit all ihren Entwicklungsphasen immer zugleich eine Werkaufgabe: Montieren und Konstruieren setzt dabei Fertigen und Produzieren voraus; vor der Fertigung und Produktion wiederum steht die Planung und Organisation der dazu notwendigen Arbeitsabläufe.

Bedingt durch den Einsatz ausgewählter Halbzeugmaterialien lassen sich mit Hilfe der speziell entwickelten Arbeitsvorrichtungen "sämtliche benötigten, aber nicht fertig vorrätigen Bauteile sehr schnell und obendrein noch mit fast professioneller Präzision fertigen" (12).

Für die Schüler leitet sich daraus die Notwendigkeit zum Überprüfen und Testen, zum Abwandeln und Weiterentwickeln, zum Experimentieren und zum Suchen neuer Lösungen ab. Der Unterricht mit einem gut durchdachten Halbzeugsystem geht auf diese Weise häufig, mehr oder weniger ausgeprägt, in die Form eines projektorientierten Unterrichts über. Der Technikunterricht bleibt dabei nicht beschränkt auf jeweils einzelne Aspekte technischer Entwicklungsarbeit, wie etwa das Produzieren, das Konstruieren, das Programmieren und Steuern, sondern wird zu einem mehrdimensionalen, ganzheitlichen Gestaltungsprozess.

Konstruktionsaufgaben erfordern - wenn sie nicht in Baukastentechnik realisiert werden - einen großen Zeitaufwand. Die Erfahrung bei der Arbeit mit dem UMT-System zeigt, dass der Zeitaufwand für Fertigungs- und Konstruktionsprozesse gegenüber dem herkömmlichen

"Werkbankverfahren" auf ein Drittel verringert wird und so der geringe Stundenanteil des Technikunterrichts effektiver genutzt werden kann.

Ein anderer Vorzug, der sich bei der Arbeit mit Lernenden von der Grundschule an bis zur 10. Klasse der Sekundarstufe I gezeigt hat, ist wohl noch bedeutsamer: Es hat sich herausgestellt, dass mit UMT das *Leistungsvermögen* der Schülerinnen und Schüler bei vielen Aufgabenstellungen in zuvor nicht gekannter Weise gesteigert werden kann. So erstaunlich diese Gegebenheit erscheinen mag, die Erklärung dafür ist recht einfach:

Da sich in der entsprechend eingerichteten *UMT-Werkstatt* eben „sämtliche benötigten, aber nicht vorrätigen Bauteile sehr schnell und obendrein noch mit fast professioneller Präzision fertigen“ lassen, wird ein allgemeines Dilemma fast aller Schulwerkstätten, nämlich das weitgehende Fehlen maschineller Produktionsmittel und mechanisierter Verfahren, die für die *Hand des Schülers* geeignet sind, überwunden. Während sich auch in einem gut ausgestatteten Werkbereich bei Fertigungsaufgaben immer wieder Engpässe ergeben (z.B. die bekannten Warteschlangen an Tischbohrmaschine oder Schleifmaschine), entfallen solche arbeitsorganisatorischen Probleme beim UMT-Einsatz weitgehend, da bei entsprechender Ausrüstung und Planung alle 15 Lernenden einer Werkgruppe *gleichzeitig* in vielfältiger Weise produzierend tätig sein können.

Diese Vorteile eines gut durchdachten Halbzeugsystemen gegenüber dem Werkbankverfahren werden ergänzt durch einen Kostenvorteil gegenüber dem Baukasteneinsatz. Berechnungen ergeben, dass UMT-Modelle im Vergleich zu Modellen herkömmlicher Baukastensysteme etwa ein Drittel kosten. Bei bestimmten Baugruppen aus dem Bereich der Pneumatik und der CNC-Technik tritt dieser Preisvorteil noch sehr viel stärker hervor.

Schließlich wird bei der Arbeit mit einem Halbzeugsystem die Forderung fast aller Lehrpläne für Arbeitslehre/Technikunterricht nach Thematisierung von Arbeitsteilung und Rationalisierung systembedingt eingelöst. Bei der Produktion größerer Mengen benötigter Bauteile aus Halbzeugen wird das Thema "Serienfertigung" dabei nicht *durchgespielt*, sondern es wird zum notwendigen, zum integrativen Bestandteil des Unterrichts.



Die Möglichkeiten, die sich aus einem mehrdimensionalen Technikunterricht mit den Arbeitsfeldern Fertigen, Konstruieren und Steuern ergeben, gehen nach unseren langjährigen Beobachtungen - wie schon erwähnt - erheblich über das hinaus, was im Technikunterricht bisher Standard gewesen ist. Diese Entwicklung ist für den Bereich des schulischen Konstruktionsmodellbaus keineswegs abgeschlossen, denn im Gegensatz zu herkömmlichen Lernbaukästen werden Möglichkeiten und Grenzen ausgeklügelter Halbzeugsysteme nicht allein vom Hersteller bzw. Lieferanten gesetzt, sondern maßgeblich vor Ort im Unterricht von Schülern und Lehrern selbst bestimmt.

2 Hinweise zur Anlage und zum Gebrauch der Lehrerhandreichung

Im vorliegenden UMT-Lehrerhandbuch wird der Versuch gemacht, das gesamte Know-how aus einer fast 30-jährigen Arbeit mit dem Halbzeugsystem UMT auszuwerten und für die Hand des Techniklehrers aufzubereiten.

Die Konzeption dieser Lehrerhandreichung und die Form der Darstellung wurden z.T. abgeleitet von einem professionellen Konstruktionsatlas. Vergleichbar mit einem solchen Nachschlagewerk für die Arbeit des Konstrukteurs wurde ein wesentlicher Teil des Bandes in einer auf den Technikunterricht zugeschnittenen *Fertigungs- und Montagefibel* gestaltet.

Lehrer (und Schüler) finden in diesem Abschnitt detaillierte Informationen über alle systembedingten Fertigungs- und Montageverfahren. Wie bei jedem Nachschlagewerk üblich, wird in zahlreichen Querverweisen die Verbindung zu vorangehenden oder folgenden Sachinformationen bzw. Themenstellungen gezogen. Dies geschieht einerseits, um sonst notwendige Wiederholungen eines Sachverhaltes zu vermeiden und andererseits, um einem isolierten Faktenwissen, einem "Lernen auf Vorrat", vorzubeugen.

Langjährige schulische Versuche haben gezeigt, dass Schüler nach kurzer Einweisung in der Lage sind, die im Laufe der Zeit immer weiter optimierten, d.h. vereinfachten Fertigungsverfahren sicher zu beherrschen. Das gilt auch für die Arbeit im Werkunterricht der Grundschule.

Problematischer als die Einführung der sys-

temtypischen Fertigungsverfahren ist dagegen die Meisterung bestimmter Montagetechniken. Schülern fällt es oft schwer, die "richtige" Reihenfolge beim Aufbau eines Modells zu finden oder auch nur einzuhalten. Da Schüler außerhalb der Schule heute kaum noch mit Baukastensystemen in Berührung kommen, die auf der Schraubtechnik beruhen, müssen besondere Schraubverfahren, wie etwa das Kontern von Muttern bei der Fixierung von Hebeln und Rädern auf einer Welle oder zur Sicherung von Rädern auf einer Achse, immer wieder einmal besonders angesprochen werden.

Ein zweiter Abschnitt des Handbuches geht von den in der Fertigungs- und Montagefibel erarbeiteten grundlegenden technologischen Verfahren aus und führt „*vom Konstruktionsdetail zum Maschinenmodell*“.

Im Hinblick auf technische Modelle, die im Rahmen des Technikunterrichts verwirklicht werden können, werden die dazu notwendigen Baugruppen, wie Getriebe der verschiedensten Art, Lager für Achsen und Wellen oder Teilsysteme von Förderanlagen, detailliert dargestellt.

Um den Nachteil üblicher Bauanleitungen, nämlich die rezeptive Festlegung auf ein einziges Verfahren, zu umgehen, wurde - wo immer das möglich war - ein breiteres Angebot von Verfahrensweisen angeboten. So werden etwa für die Lagerung von Achsen und Wellen oder für die Führung hin und her bewegter Maschinenteile eine ganze Reihe möglicher Lösungsmuster dargestellt, so dass diese Lösungsbeispiele dem Schüler gewissermaßen als Suchraster bei der Verwirklichung gestellter Aufgaben dienen können.

Es hat sich jedoch herausgestellt, dass dieser von den Autoren des Handbuches gewählte Weg eines problemorientierten, offenen Lösungsverfahrens in idealtypischer Form für die *Einführung* des UMT-Systems nicht ausreicht. Es hat sich gezeigt, dass Schulen insbesondere beim Start mit dem Halbzeugsystem Bauanleitungen mit genauen Stücklisten und speziellen Montageanleitungen benötigen. Und so sind inzwischen eine ganze Reihe von Anleitungen mit detaillierten Hinweisen und jeweils zahlreichen Schritt-für-Schritt-Fotos bzw. -Zeichnungen entstanden (> www.UMT-in-der-Schule.de und Katalog der Firma LPE).

In einem dritten Hauptabschnitt werden Verfahren zur *Steuerung von Maschinenmodellen* aufgezeigt. Angefangen von Aufgaben zur Handsteuerung über mechanisierte Verfahren bis hin zu SPS- und computernumerischen Steuerungen werden verschiedene Möglichkeiten für Themenstellungen konkretisiert. Dabei werden die steuerungstechnischen Aspekte nicht isoliert erörtert, sondern - entsprechend der Gesamthematik dieses Handbuchs - eingebunden in Aufgaben zur Fertigungs- und Maschinentechnik erarbeitet.

So werden etwa die gerätetechnischen Grundlagen zum Bau eines Stecksystems für elektrische Schaltungen vorgestellt, ein Selbstbausystem für Steuerungselemente zur Pneumatik aufgeführt und schließlich ein Baukasten für CNC-Maschinen dargestellt.

Gerade an diesem Baukasten wird der für UMT charakteristische Anspruch nach einem ganzheitlichen Technikunterricht mit den Schwerpunkten *Fertigen, Konstruieren und Steuern* noch einmal deutlich herausgestellt.

Beispiele aus der Praxis



Abb. 1 Arbeitsvorrichtung und Halbzeuge

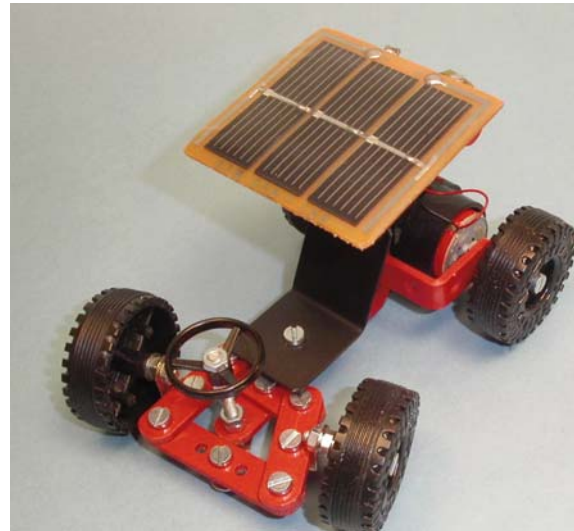


Abb. 3 Solarmobil



Abb. 2 Fräsen von Langlöchern

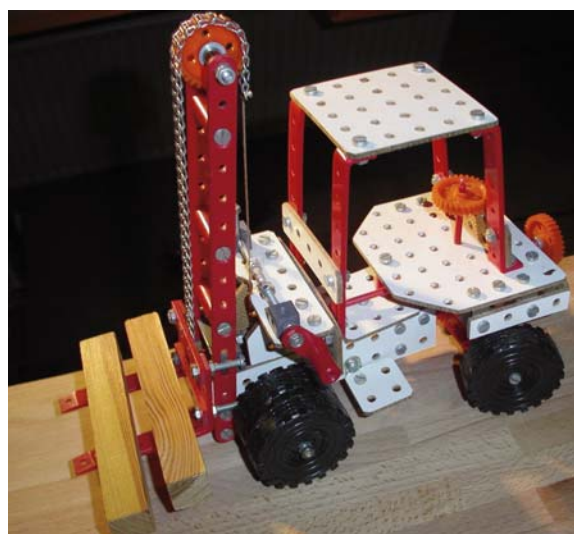


Abb. 4 Gabelstapler

Abb. 5 Testen eines Linearfahrtesches



Abb. 6 Grundschulërin beim Spielen mit einem selbstgebauten Fahrzeug

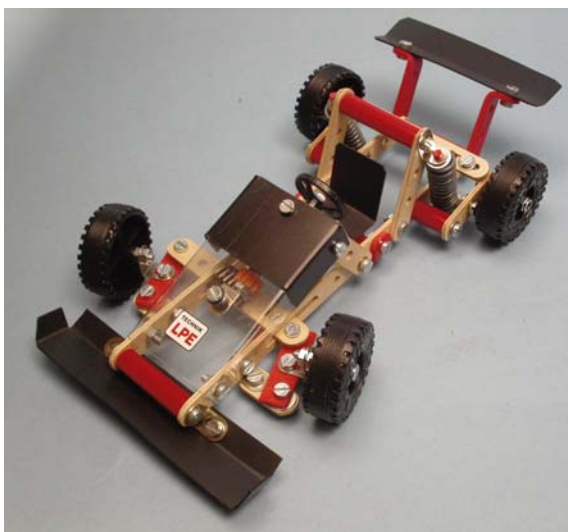


Abb. 7 Rennwagen

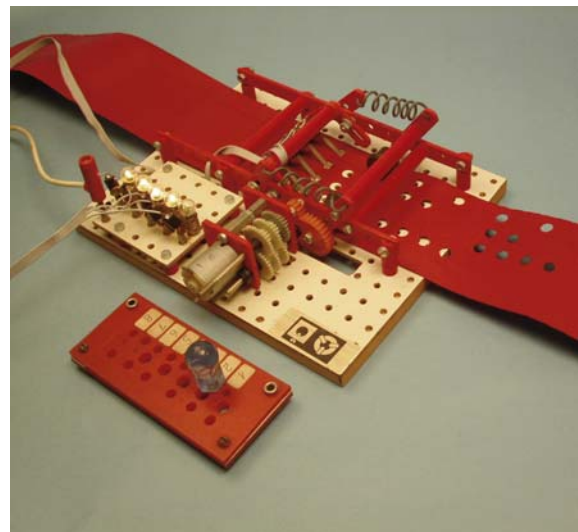


Abb. 8 Lochstreifenlesegerät

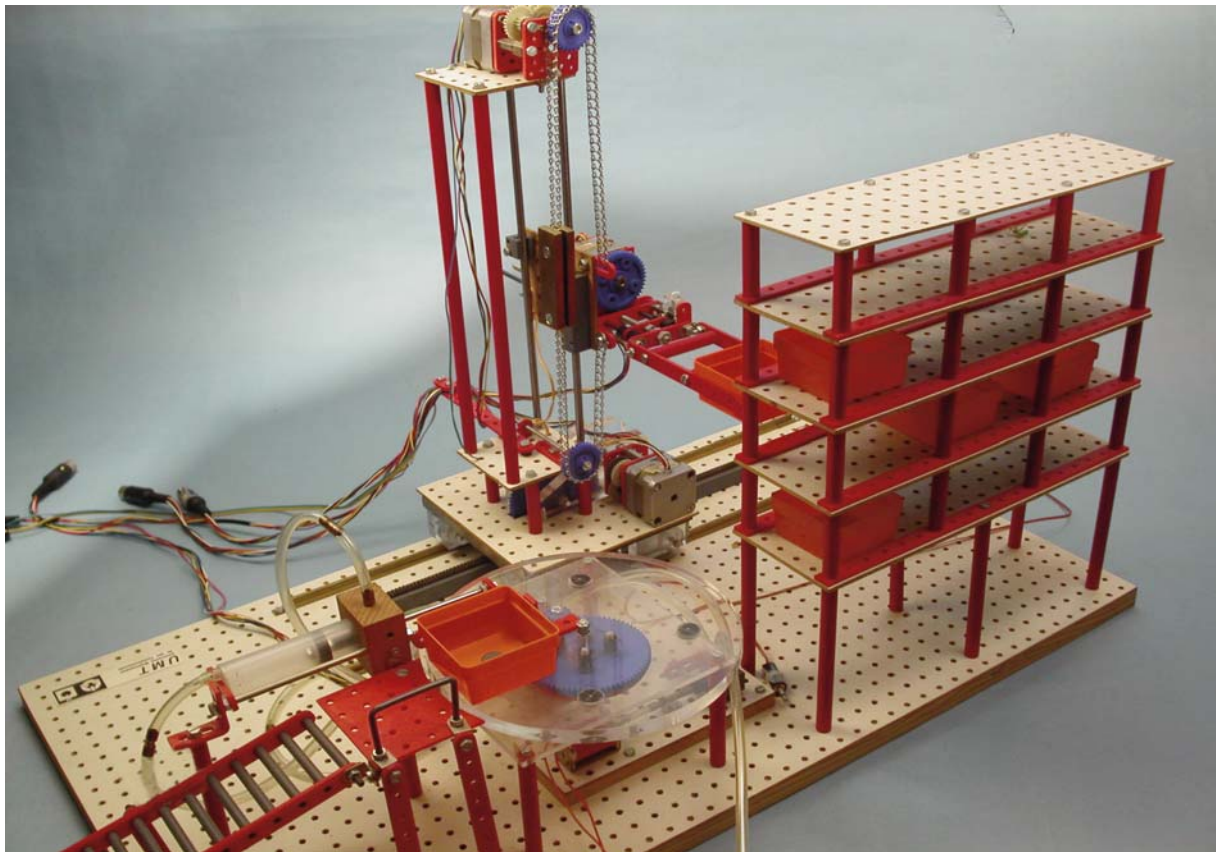


Abb. 9 Hochregallager



Abb. 10 Abfüllanlage

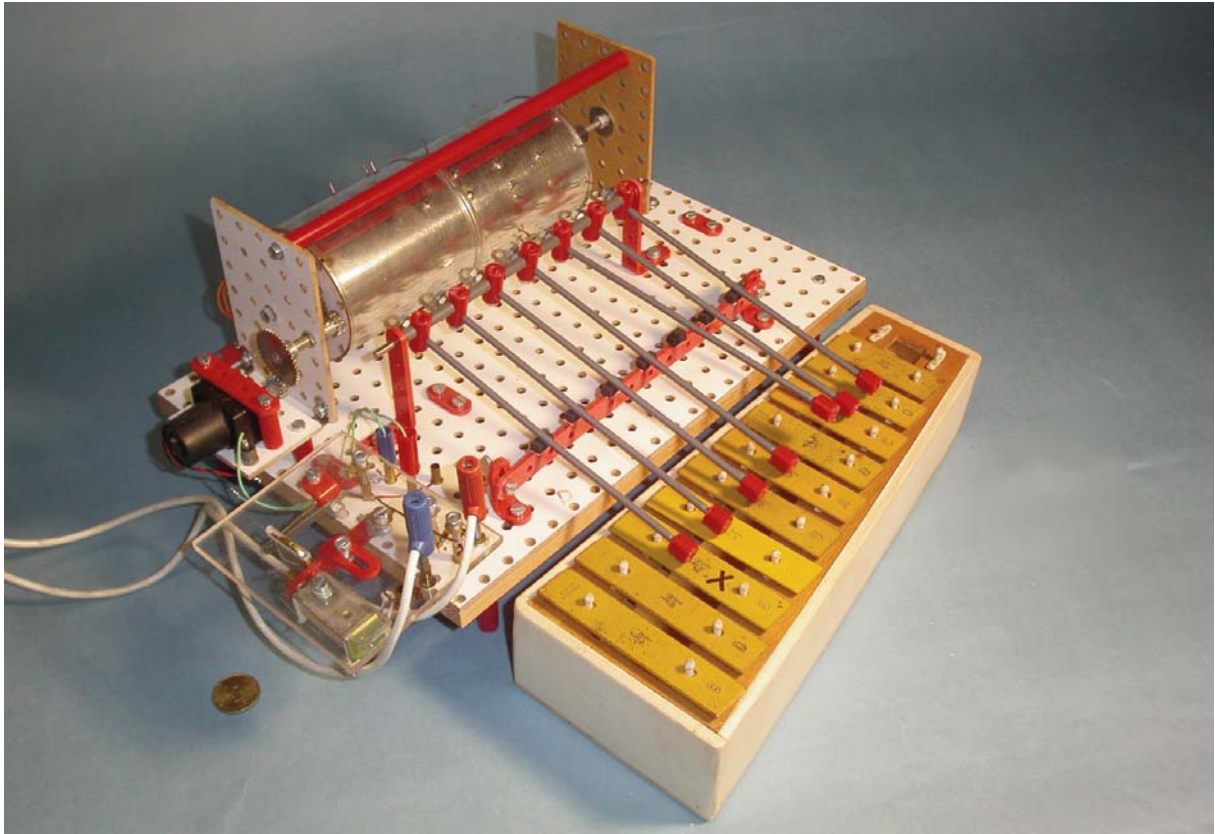


Abb. 11 Spieluhr

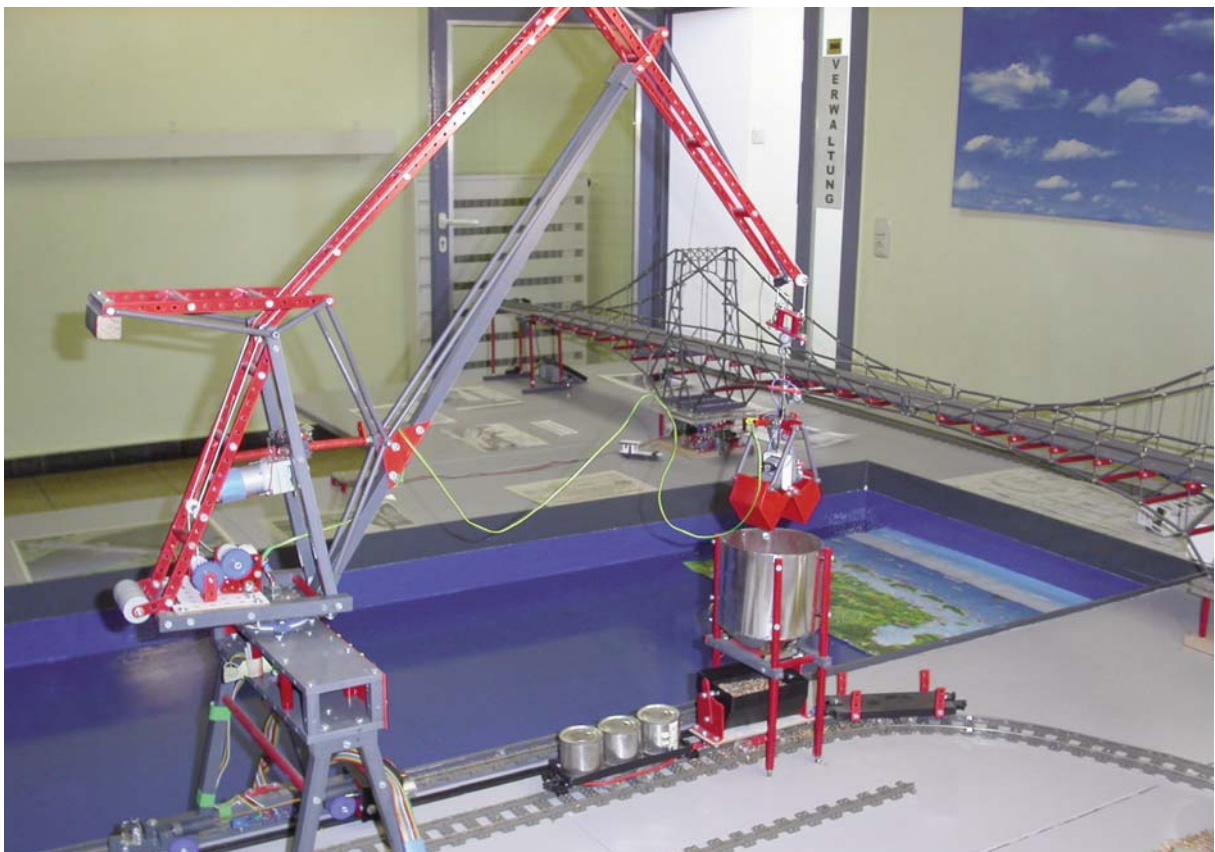


Abb. 12 Hafenkran

II Fertigungs- und Montagefibel

1 Hartfaserlochplatte als Werkmaterial

Hartfaserlochplatten mit dem Lochabstand 15 mm (Lochdurchmesser 4,5 mm) bestimmen das Grundmodul des UMT-Systems. Alle Bausteine sind auf das dadurch vorgegebene Rastermaß abgestimmt.

Die Hartfaserplatten selbst werden in vielfältiger Weise als Grundplatten und Gestellteile verwendet.

1.1 Anreißen und Auftrennen der Lochplatten

Das Anreißen kleinerer Grund- oder Gestellplatten wird ohne Benutzung eines Bandmaßes nach der Lochanzahl vorgenommen (z.B. 3 x 5-Loch). Der Schnitt verläuft in der Regel mittig zwischen zwei Lochreihen. Der Schnittverlauf wird mit einer Bleistiftlinie gekennzeichnet.

Für das Aussägen größerer Stückzahlen an der Band- oder Kreissäge hat sich die Anfertigung einer speziellen Führungsleiste bewährt (Abb. 14).

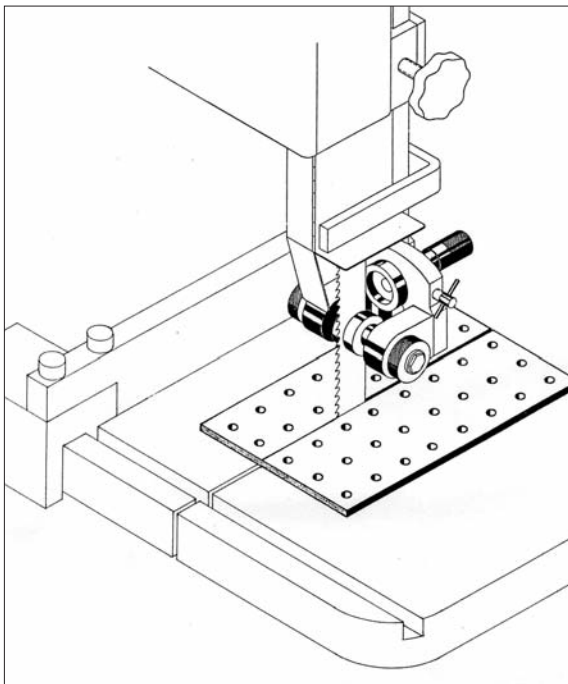


Abb. 13 Zuschneiden von Lochplatten an der Bandsäge



Abb. 14 Zuschneiden mit Anschlagleiste

Bei diesem Hilfsmittel fassen 4 nach unten herausragende 4-mm-Stifte in das Raster der Lochplatte. Bei entsprechender Einstellung des Anschlages lassen sich so Lochplatten beliebiger Breite mit stets gleichbleibendem Rand rationell zuschneiden.

Für das Ablängen der zugeschnittenen Streifen kann eine Vorrichtung nach Abb. 15 benutzt werden.

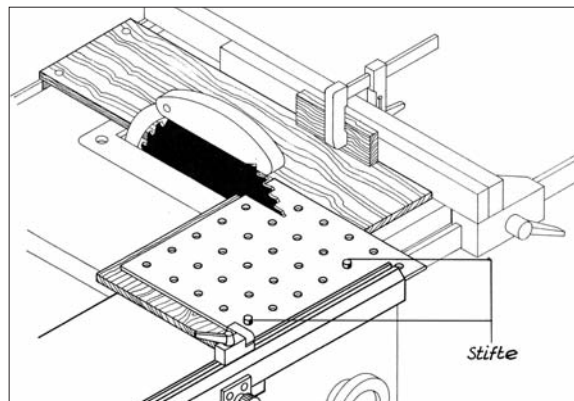


Abb. 15 Ablängen an der Kreissäge

Achtung:

Das Zuschneiden der Lochplatten ist das einzige Fertigungsverfahren, das bei dem UMT-System vom Lehrer übernommen werden muss.

Anmerkung:

Ein Ablängen auch schmalere Lochstreifen (2-Loch und 3-Lochstreifen) durch Schülerinnen und Schüler an der Präzisionssägevorrichtung ist nicht zu empfehlen.



Die benutzte Feinsäge ist speziell für Kunststoffschritte vorgesehen und würde beim Sägen der stark mit Füllstoffen versetzten Hartfaserplatten schnell stumpf werden. Die genannten Sägeschnitte sollten daher mit grober verzahnten Feinsägen an der Absetzlade oder mit der Laubsäge durchgeführt werden.

1.2 Schleifen der Schnittkanten

Alle Schnittkanten an den Lochplatten müssen geschliffen werden: Schleifpapier plan auf den Werk Tisch legen, Lochplatte zunächst senkrechtstehend mit leichtem Druck über das Schleifpapier hin- und herschieben, anschließend Schnittkanten beiderseits brechen, indem die Platte in Schräghaltung geschliffen wird.

Anmerkung:

Das Nacharbeiten der Schnittkanten sollte vom Lehrer immer wieder einmal überprüft werden, da die Schüler diese Arbeit gern "vergessen" und dadurch das Aussehen sonst sorgfältig gebauter Modelle erheblich gemindert wird.

1.3 Lochplatten mit Langlöchern

Für bestimmte Montageaufgaben müssen die Grund- oder Gestellplatten mit Langlöchern versehen werden (Abb. 16):

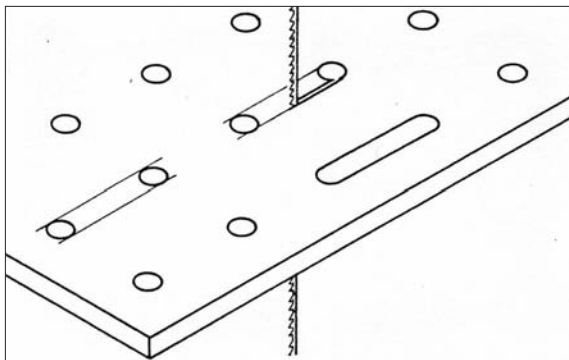


Abb. 16

Nach Abb. 16 Langloch anreißen und mit der Laubsäge den Steg zwischen den Löchern heraustrennen. Bei sorgfältigem Sägeschnitt ist ein Nacharbeiten nicht erforderlich.

Anmerkung:

Fräsen des Langloches mit dem 4-mm-Longlochfräser ist nicht zu empfehlen, da die Schnittkanten ausfransen und das Fräs Werkzeug schnell stumpf würde.

1.4 Versteifen der Lochplatten

Obwohl Hartfaserlochplatten recht verwindungssteif sind, kann bei größeren Lochplatten (mehr als 9 x 13-Loch = ca. 140 x 200 mm) oder bei speziellen Anwendungen eine besondere Versteifung notwendig werden.

1.4.1 Versteifen durch Holzrahmen bei größeren Grundplatten

Lochplatte entsprechender Größe zuschneiden, Rahmen aus Weichholzleisten 10 x 10 oder 10 x 15 mm zuschneiden (Ecken stumpf oder auf Gehrung zusammenstoßen lassen). Holzleim aufstreichen, Leisten auf die nichtbeschichtete Seite der Lochplatte aufsetzen, Spanplatte als Zulage auflegen und durch Beschweren (z.B. Amboss) oder mit Hilfe von Zwingen spannen.

Anmerkung:

Beim Verleimen mehrerer gleich großer Platten diese bei Zwischenlage von Papier übereinander legen und spannen.

Bei sehr großen Grundplatten ab 400 x 500 mm empfiehlt es sich, in der Mitte der Platte ein oder zwei zusätzliche Leisten zur Versteifung einzuleimen.

Nach dem Abbinden des Leimes werden die Kanten der Grundplatten an der Bandschleifmaschine (ersatzweise an der Tellerschleifmaschine oder von Hand) bearbeitet, die Kanten werden von Hand mit Schleifpapier leicht gebrochen.

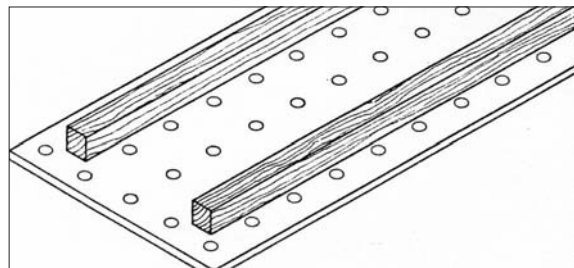


Abb. 17 Versteifung von Lochplatten durch Leisten

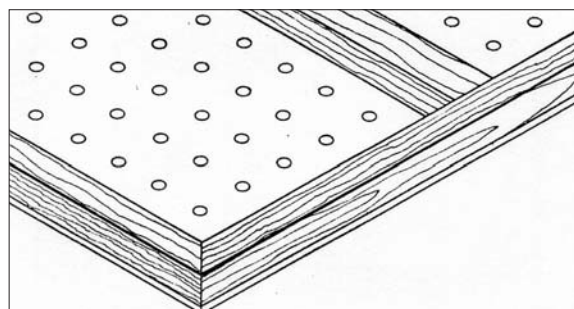


Abb. 18 Versteifung von Lochplatten durch einen Holzrahmen



1.4.2 Versteifen durch Lochstreifen

Wenn aus optischen oder konstruktiven Gründen eine Versteifung durch Holzleisten nicht in Frage kommt, kann nach Abb. 19 auch eine Stabilisierung durch Lochstreifen in Verbindung mit Abstandsbolzen erreicht werden.

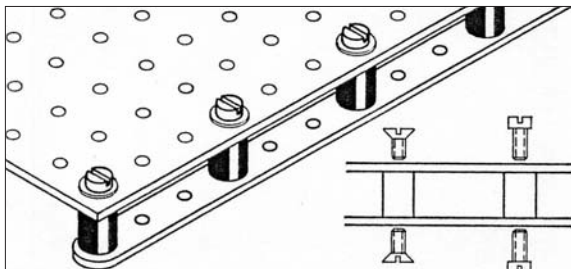


Abb. 19 Versteifung durch Lochstreifen

1.4.3 Versteifen durch Unterspannung

Eine weitere Möglichkeit zur Versteifung von Lochplatten ist durch ein Unterspannen mit Hilfe von UNISTAT-Streben (> Abb. 20 und II.5.4) gegeben.

In dieser Ausführungsform wird die Wirkung des "stabilen Dreiecks" ausgenutzt.

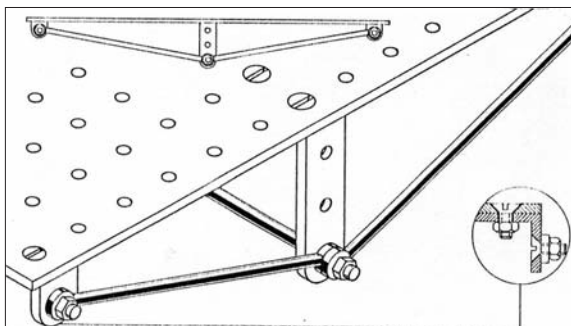


Abb. 20 Versteifen durch Unterspannung

1.5 Lochplatten als Lagergestell

Gestelle werden bei UMT in besonders einfacher Weise aus 2 Lochplatten und 4 Abstandsbolzen (> II.3.1) gebaut. Übernommen wurde dieser Konstruktionsaufbau aus dem Apparatebau (Uhrentechnik, feinmechanische Geräte)

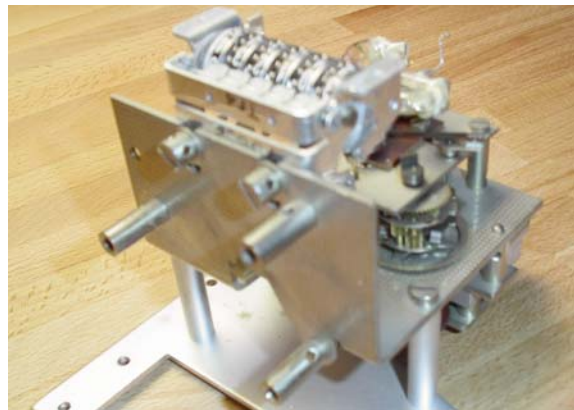


Abb. 21 Einsatz von Abstandsbolzen bei einem feinmechanischen Gerät

1.5.1 Einsatz von Hohlösen als Lager

Bei Verwendung von Hartfaserlochplatten als Lagergestell müssen Metallösen als Lagerbuchsen eingesetzt werden:

Arbeitsablauf:

Hohlöse von der beschichteten Seite der Lochplatte aus in das betreffende Loch stecken, Lochplatte umdrehen und die Hohlöse in das Untergesenk einlegen. UMT-Nietwerkzeug senkrecht aufsetzen und den überstehenden Rand der Öse durch einen Schlag mit dem Hammer umbördeln.

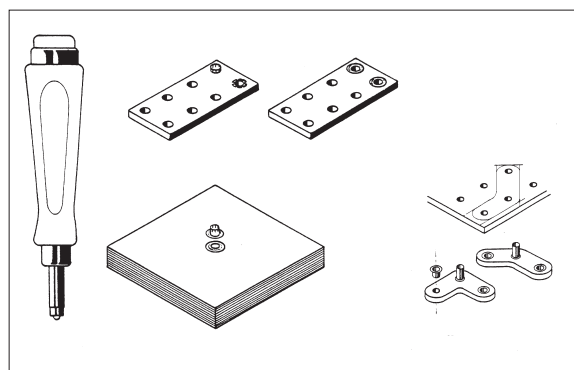


Abb. 22 UMT-Nietwerkzeug

1.5.2 Bundhülse als Lager

Sollen Hebel, Winkelhebel und (Zahn)-Räder nur einseitig gelagert werden, so können vorteilhaft Messingbundhülsen als Lagerbuchsen verwendet werden. Dazu wird das *UMT-Setzwerkzeug* eingesetzt: Den kürzeren Ansatz der Bundhülse von der beschichteten Seite der Lochplatte aus durch das betreffende Loch stecken (Abb. 23.2), Platte umdrehen und den längeren Ansatz in den mit einem 4.6-mm-Loch versehenen Schichtholzblock stecken. Handsenker auf den herausragenden Rand setzen, Hülse nach Abb. 23.3 mit leichtem Hammerschlag aufspalten, gespalteten Rand mit dem Hammer plan schlagen.

Anmerkungen:

1. Sollte die Hülse durch das Aufspalten etwas gestaucht worden sein, muss die Hülse mit einer dünnen Rundfeile etwas nachgearbeitet werden, so dass Wellen aus Gewindestangen M4 sich leicht drehen lassen.
2. Besondere Bedeutung gewinnt das Einsetzen der Bundhülse bei der Konstruktion von UMT-Elektronikbausteinen (> IV.1). Bei diesen Elektronikbauteilen kann der aufgespaltene und plan geschlagene Rand als Lötanschluss für elektrische Leitungen benutzt werden. Eine noch bessere Lösung ergibt sich, wenn nach Abb. 23.2 eine Lötfläche eingesetzt wird.

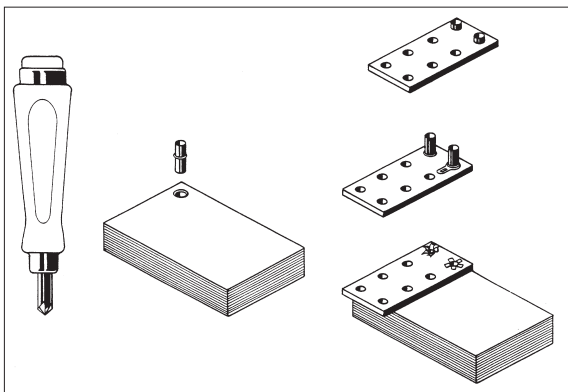


Abb. 23 UMT-Setzwerkzeug

1.5.3 Kunststoff-Lochstreifen als Lager

Bei Verwendung von Hartfaserlochplatten als Lagergestell können statt der Hohlösen auch kurze Kunststoff-Lochstreifen als Lager eingesetzt werden.

Solche Lager ergeben in Verbindung mit M4-Gewindestangen ein noch geringeres Spiel als beim Einsatz von Hohlösen. Weiterer Vorteil: Das Lager kann geringfügig verstellbar und so das Spiel zwischen zwei Zahnrädern verändert werden.

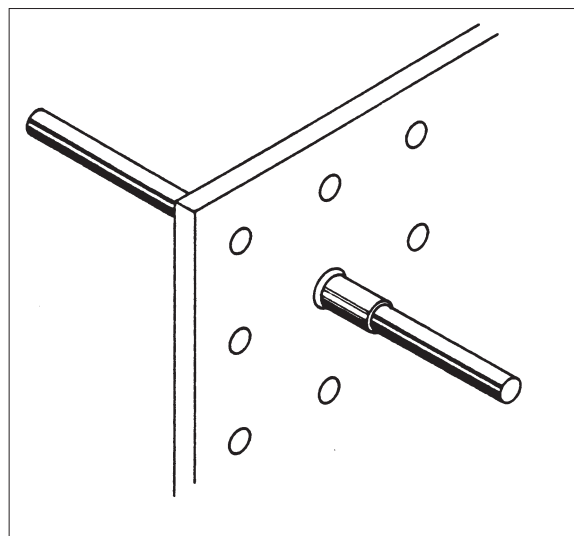


Abb. 24 Bundhülse als Lager

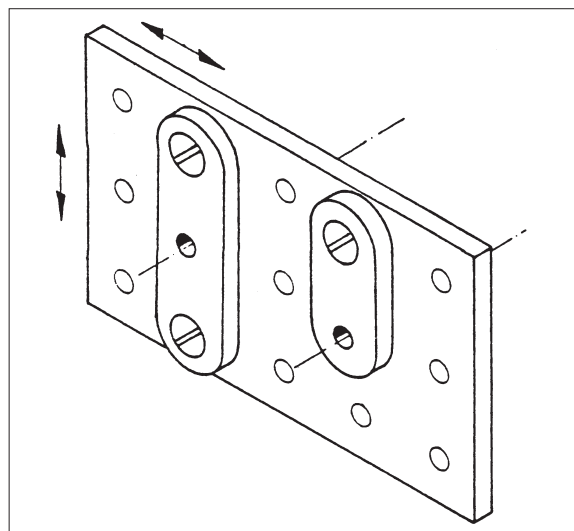


Abb. 25 Lager aus Lochstreifenmaterial



1.5.4 Lochplatten für verstellbare Lager

Für Zugmittelgetriebe (Ketten- und Riementriebe) kann es vorteilhaft sein, wenn eines der beiden Lager nachstellbar montiert wird. Dazu werden nach Abb. 26 die Gestellplatten mit je einem Langloch versehen (II.1.3), sowie Loch-Langlochstreifen (II.2.3) als verstellbare Lager eingebaut.

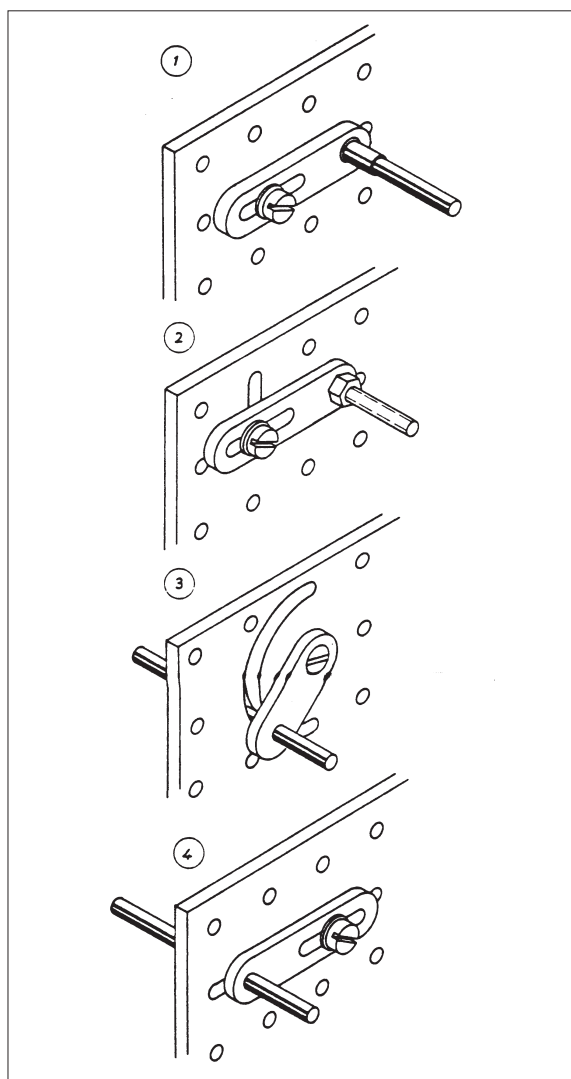


Abb. 26 Verstellbare Lager

1.6 Verbindung von Lochplatten zu kastenförmigen Konstruktionsteilen

Hartfaserlochplatten lassen sich in verschiedener Weise zu kastenförmigen Bauteilen verbinden.

1.6.1 Verbindung durch Winkel

Die Abb. 27 verdeutlicht, in welcher Weise Eckverbindungen mit Hilfe von Metallwinkeln hergestellt werden können.

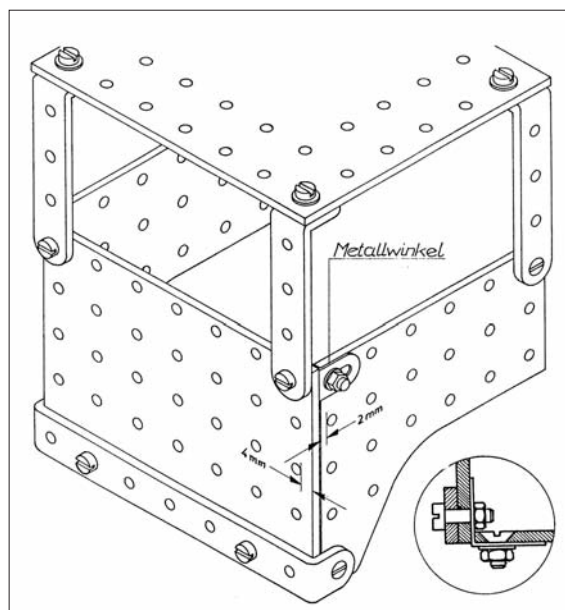


Abb. 27

1.6.2 Verleimen von Lochplatten

Eine andere Möglichkeit für Eckverbindungen stellt das Verleimen von Hartfaserlochplatten mit Hilfe von Holzleisten nach Abb. 28 dar.

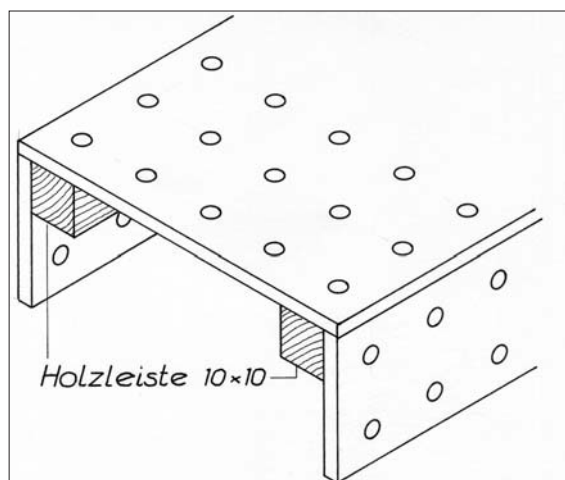


Abb. 28

1.6.3 Kastenförmiges Aufbauteil mit Schiebeschott

Abb. 29 (S. 22) zeigt die Konstruktion eines Schiebeschotts, das z.B. für den Pritschenaufbau eines LKW-Modells eingesetzt werden könnte.

(Fertigung des benutzten Schraubbolzens > II.5.2).

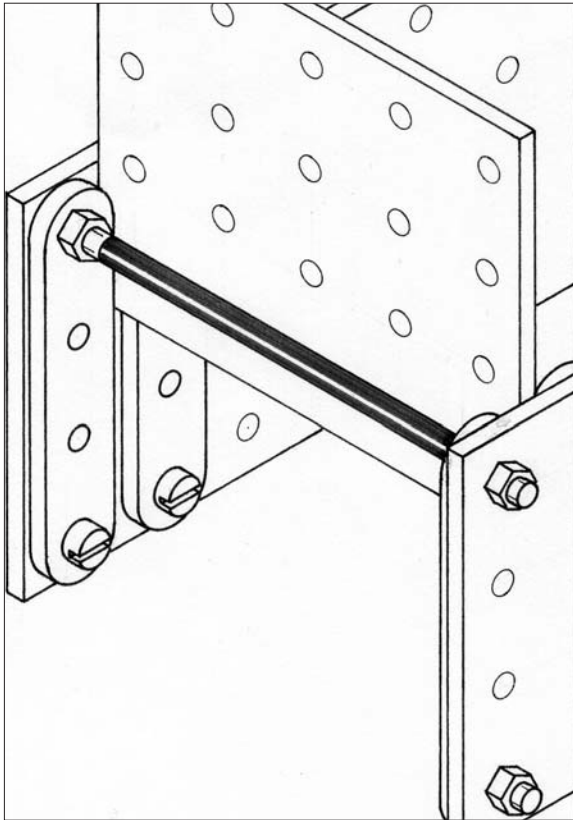


Abb. 29

Montagebeispiele: Befestigung der Klappen bei einem Pritschenwagen, Rampe bei einem Tief-
lader.

1.7 Gelenkverbindungen

Gelenkverbindungen lassen sich in einfacher Weise mit Hilfe von Metallgelenkbändern (Abb. 30) aufbauen.

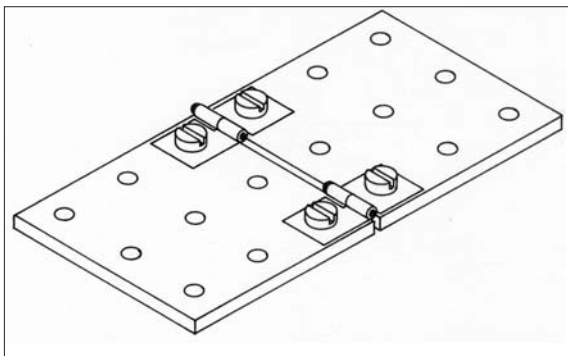


Abb. 30

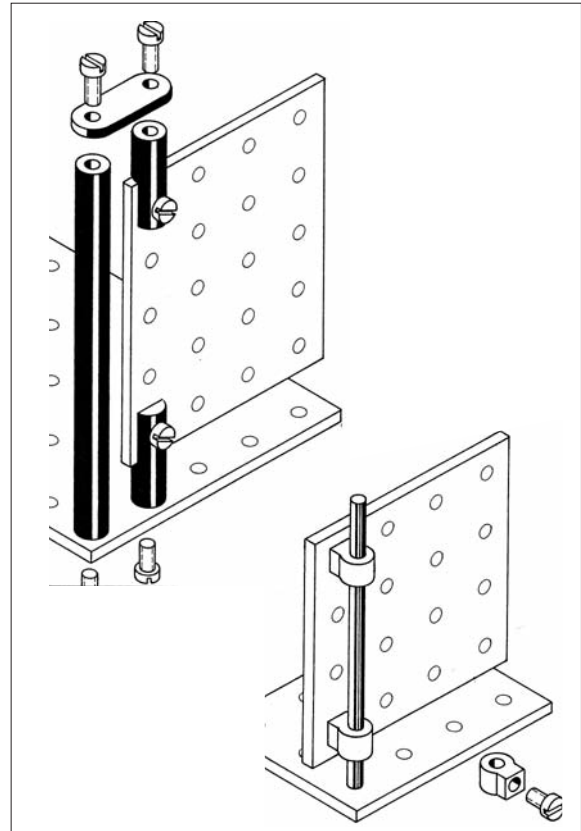


Abb. 31 Drehgelenke für Türen und Tore

1.8 Winkelhebel

Winkelhebel dienen - wie alle Hebel - der Kraftübertragung; sie ermöglichen eine Umlenkung von Zug- und Druckkräften im Winkel von zu-
meist 90°. In der Realtechnik werden Winkelhebel u.a. bei Signal- und Gleisanlagen der Eisenbahn, beim Fensterbau (Oberlicht) und für die Mechanik bei Schreibmaschinen verwendet. Beim UMT-System können Winkelhebel nach Abb. 32 (S.23) aus einem Stück Lochplatte gefertigt werden.

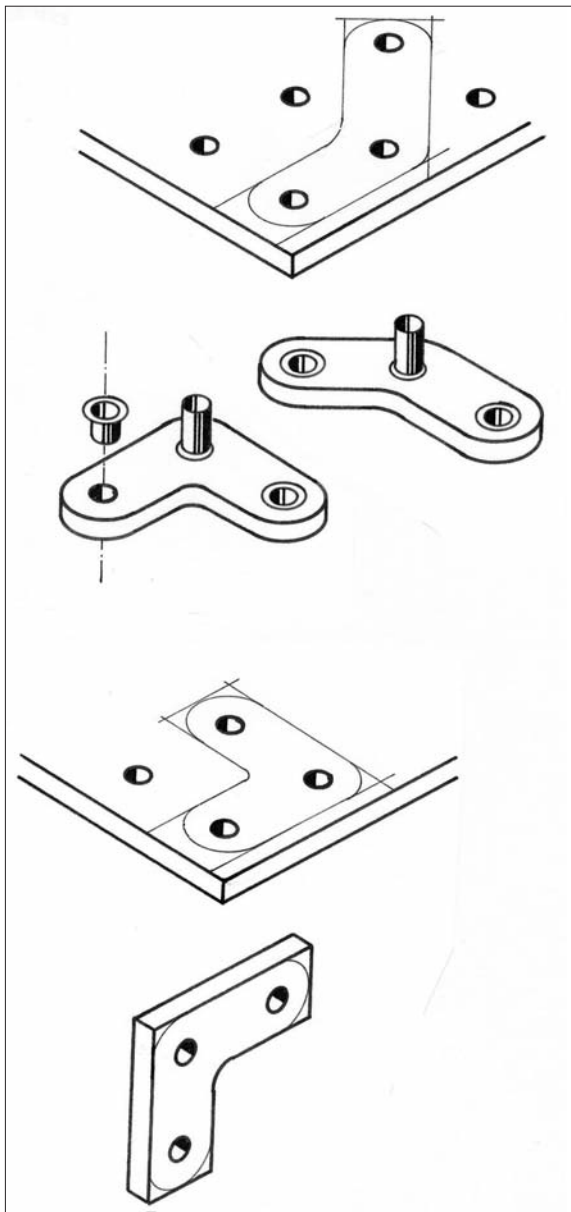


Abb. 32 Fertigung von Winkelhebeln

2 Bauteile aus Kunststoff-Lochstreifen

Der Kunststoff-Lochstreifen (12 mm breit, 3 mm dick) hat das gleiche 15-mm-Lochraster wie die Lochplatten, der Lochdurchmesser beträgt jedoch 4 mm. Das Material (ABS) lässt sich gut spanend bearbeiten (bohren, senken, fräsen), thermoplastisch umformen sowie gut kleben und kaltverschweißen.

2.1 Ablängen der Lochstreifen

Das Ablängen der jeweils benötigten Lochstreifens (z.B. 2-Loch, 3-Loch, 9-Loch) geschieht am besten an der UMT-Sägevorrichtung. Der

Sägeschnitt wird bei flach liegendem Lochstreifen mittig zwischen 2 Löchern ausgeführt. Die Schüler sollten dabei die Schnittstellen vorher nach Augenmaß mit einem Bleistift markieren.

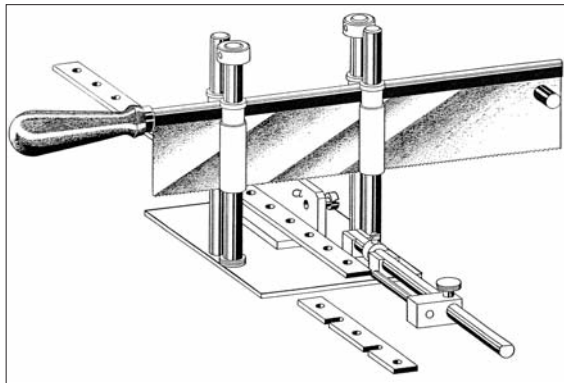


Abb. 33 UMT- Präzisionssägevorrichtung

Sollen Lochstreifen genau mittig getrennt werden, wird der Lochstreifen senkrecht gestellt und durch Einrasten an der Anschlagschraube (a) justiert.

Anmerkung:

Diese Anschlagschraube ist nicht bei allen Sägevorrichtungen vorhanden.

2.2 Bearbeitung der Schnittflächen

Die Enden der Lochstreifen können je nach Anwendungsfall unterschiedlich ausgeführt werden.

2.2.1 Lochstreifen mit rechtwinkligen Kanten

Im einfachsten Fall werden die Schnittstellen lediglich mit der Zieh Klinge entgratet.

2.2.2 Abgerundete Lochstreifen

Gefälliger im Aussehen und für viele Montageverfahren notwendig sind abgerundete Lochstreifen. Das Abrunden kann mit zwei unterschiedlichen Verfahren erfolgen. Beide Verfahren haben ihre Vorzüge und Nachteile.

1. Rundfeilen:

Lochstreifen an der UMT-Sägevorrichtung möglichst zwischen 2 Löchern trennen, Lochstreifen nach Abb. 34 auf den Drehdorn setzen und bei zügiger Hin- und Herbewegung der in einer Führung laufenden Spezialfeile das Werkstück langsam und gleichmäßig um 180° in einer Schwenkbewegung zuführen.

Anmerkungen:

1. Da der Feilvorgang einen koordinierten Bewegungsablauf der beiden Hände voraussetzt, ist eine gewisse Einübung erforderlich. Zwei Grundschüler haben jedoch aus dem Hantieren heraus *die* Lösung gefunden: Einer „spielt Dampfmaschine“ (Hin- und Herbewegung), der andere stellt das Werkstück gleichmäßig zu.
2. Liegt der Sägeschnitt beim Ablängen nicht in der Mitte von 2 Löchern, wird es schwierig, den Lochstreifen mit dem längeren Ansatz zu runden. Abhilfe: Der etwas tiefer gesetzte, weiter vom Feilenblatt entfernte 2. Dorn wird als Auflager und Drehpunkt benutzt.

2. Rundfräsen:

Ein hochwertiger Fingerfräser (Schaft Ø 6 mm, Werkzeugschneide Ø 4 mm) wird durch die Universalwerkzeugmaschine angetrieben. Auf einen Arretierdorn gesetzt, wird der Lochstreifen langsam gegen den in einem Werkzeugblock exakt gelagerten Fräser gedreht. Das Ergebnis ist eine absolut perfekte, glatte Rundung.

Als nachteilig ist zu werten, dass für die Rundungsvorgänge neben der Rundfräsvorrichtung eine UMT-Universalwerkzeugmaschine erforderlich ist, die bei den notwendigen umfangreichen Rundungsarbeiten kaum für andere Produktionsvorgänge zur Verfügung steht.

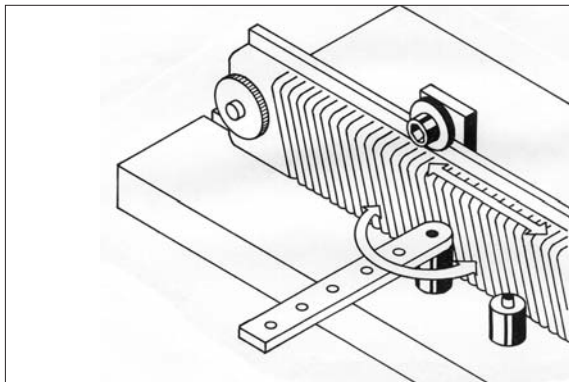


Abb. 34 UMT-Rundfeilvorrichtung



Abb. 34. 1 UMT-Rundfräsvorrichtung

2.3 Kunststoff-Streifen mit Langlöchern

Für viele Montageaufgaben werden Streifen mit Langlöchern sowie daraus umgeformte Winkel mit Langlöchern benötigt.

2.3.1. Fräsen von Langlöchern mit der UMT-Fräsvorrichtung

Arbeitsweise: Fingerfräser so weit wie möglich in das Bohrmaschinenfutter einsetzen und fest einspannen. Lochstreifen nach Abb. 35 zwischen die beiden Messingspurbolzen schieben, mit dem 4-mm-Dorn (Schraubenende) arretieren, Federmechanismus zusammendrücken und die Fräsvorrichtung bei leichter Drehung des Maschinenfutters bis zum Anschlag auf den Fingerfräser schieben.

Beim Drehen der Handkurbel stellt sich das Werkstück durch Federspannung selbsttätig zu bis der Fräsvorgang beendet ist.

Weitere Hinweise: Einige UMT-Vorrichtungen müssen - wie bestimmte Werkzeuge (z.B. Hobel) - für ein einwandfreies Arbeiten gelegentlich nachjustiert werden. Sollte das Langloch wie in Detailabbildung etwas verspringen, müssen beide Spurbolzen geringfügig versetzt werden: Beide Schrauben etwas lösen, Lochstreifen einlegen, Vorrichtung auf den Fingerfräser schieben, beide Spurbolzen leicht gegen den Lochstreifen drücken, Schrauben wieder anziehen. Der Streifen muss sich bei geringem Spiel zwischen den Spurbolzen leicht hin- und herschieben lassen. Gegebenenfalls Justiervorgang wiederholen und optimieren.

Fehlerquellen: Sollte sich die Vorrichtung nicht oder nur schwer auf den Fingerfräser schieben lassen, können folgende Gründe vorliegen:

1. Die horizontal montierte Bohrmaschine ist nicht genau auf die Führungsschiene ausgerichtet. Abhilfe: Schraube an der Unterseite der Holzplatte lösen, Maschine ausrichten, Schraube wieder fest anziehen.
2. Die Spitzenhöhe der Bohrmaschine ist geringfügig zu tief eingestellt (Sollhöhe = 30 mm).

Abhilfe: Hintere Befestigungsschraube etwas lösen, Bohrmaschine am Bohrfutter geringfügig anheben, Schraube wieder fest anziehen.

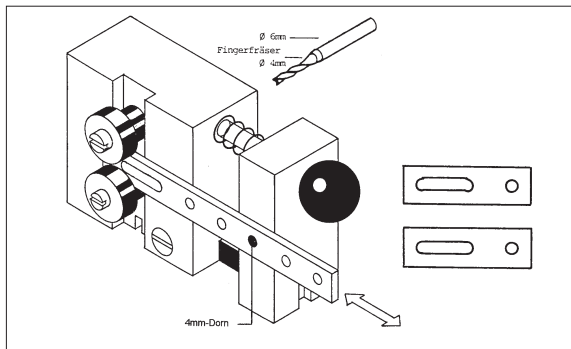


Abb. 35 Fräsen von Langlöchern mit der UMT-Fräsvorrichtung

2.4 Einsatz von Holzlochstreifen

Für viele Konstruktionsaufgaben können vorteilhaft auch die preiswerten Holzlochstreifen verwendet werden.

Sie sind in statischer Hinsicht den Kunststofflochstreifen zumindest gleichwertig. In Verbindung mit den roten Abstandsbolzen ergibt sich auch ein optisch ansprechender Eindruck.

Aus fertigungstechnischen Gründen haben die Löcher nur den $\text{Ø } 3,9 \text{ mm}$, so dass Schrauben M4 nicht eingeschoben, sondern eingedreht werden müssten.

Abhilfe: Die 5 Lochstreifen einer Verpackungseinheit im Stapel an den beiden Enden mit 4 mm aufbohren, je eine Schraube M4 x 16 mm durchstecken. Den so ausgerichteten Leistenblock mit beiden Händen gehalten nach oben auf den laufenden 4mm-Bohrer (Tischbohrmaschine) schieben.

Anschließend die einzelnen Holzlochstreifen mit feinem Schleifpapier nacharbeiten.

2.4.1 Abrunden der Holzlochstreifen

1. Mit einem Seitenschneider werden die Enden jeweils an beiden Ecken schräg abgetrennt.
2. Mit einer Holzfeile die abgeschragten Enden rundfeilen, mit feinem Schleifpapier nacharbeiten (> Abb. 36).

2.4.2 Holzlochstreifen mit Langlöchern

Die Langlöcher werden bei Holzlochstreifen mit der Laubsäge herausgetrennt, ggf. mit feinem Schleifpapier nacharbeiten (> Abb. 36).

2.4.3. Lager in den Holzlochstreifen

Bei der Lagerung von Wellen (Gewindestangen M4) in den Holzlochstreifen werden die betreffenden Löcher 4,5 mm aufgebohrt und durch eingesetzte und umgebördelte Hohlösen mit Lagerbuchsen versehen (> Abb. 36).

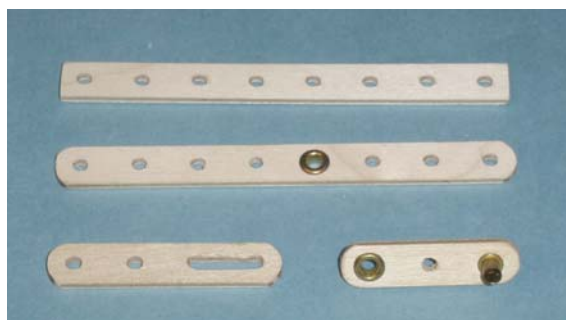


Abb. 36 Holzlochstreifen

2.5 Kunststoff-Lochstreifen mit seitlichen Schlitz

Bei einigen Montageaufgaben kann es erforderlich sein, Lochstreifen seitlich zu versetzen. In einem solchen Fall werden mit Hilfe der Sägevorrichtung bei senkrecht stehendem Lochstreifen Schlitz herausgetrennt (Abb. 33). Nacharbeiten der Schnittkanten mit der Zieh Klinge.

2.6 Winkel und Bügel aus Kunststoff-Lochstreifen

Winkel und Bügel, zwei weitere wichtige Bauteile des UMT-Systems, werden durch thermoplastisches Umformen der Lochstreifen mit der Biegevorrichtung gefertigt.

2.6.1 Erwärmen der Lochstreifen mit dem UMT-Heizdrahtgerät

Die Erwärmung der zu biegenden Lochstreifen erfolgt mit dem UMT-Heizdrahtgerät. Zum Betrieb ist ein Netzgerät 12/4 A erforderlich.

Arbeitsablauf:

Die Lochstreifen werden so auf den Aluminiumkörper gelegt, dass der Heizdraht mittig zwischen den betreffenden Löchern verläuft. Bei