

# Ein Tisch für den Meßplatz

Helmut Stadelmeyer

***Auf dem Arbeitsplatz eines jeden ernsthaften Hobbyelektronikers sammeln sich im Lauf der Zeit Meßgeräte für die unterschiedlichsten Zwecke an. Gemeint sind hier nicht das Multimeter und der Meßschieber, sondern die größeren und vor allen Dingen auch schweren Stücke wie Oszilloskop, Signalgenerator oder Spektrumanalysator. Solche Geräte sollten ihren festen Platz haben, weil das ewige Aufbauen und Wegtragen den Geräten nicht gut tut und dem ohnehin schon bandscheibengeschädigten OM auch nicht.***

***Der folgende Beitrag beschreibt, wie der Verfasser das Problem angepackt hat.***

Auch wenn wir emsig danach trachten, daß unser Hobby so wenig wie möglich kostet, ist es trotzdem noch immer teuer genug. Diese Ansicht wird jede liebende Gattin allzeit gerne bestätigen, und weil wir das schon wissen, fragen wir erst gar nicht danach. Um einem Streitgespräch tunlichst aus dem Weg zu gehen und zur Beruhigung des eigenen Gewissens schaffen wir uns deshalb in der Regel ältere, gebrauchte Meßgeräte an, die den Zweck meist ebensogut erfüllen wie die modernen. Ein Nachteil ist damit allerdings verbunden, denn diese Geräte sind groß und oft sehr schwer - manche bringen 30 kg oder noch mehr auf die Waage.

Bei den meisten von uns ist der Platz in der Bastelstube immer zuwenig, ganz gleich, ob wir in der Besenkammer hausen müssen oder das ganze Untergeschoß eines Einfamilienhauses zur Verfügung haben. Es ist also angezeigt, die teuren und schweren Meßgeräte nicht nur dauerhaft, sondern auch so platzsparend wie möglich unterzubringen. Sie sollen aber dennoch leicht zugänglich bleiben, weil hin und wieder ein Tausch oder eine Reparatur vonnöten sein kann.

Wird ein Meßgerät durch ein besseres ersetzt, dann hat das mit großer Wahrscheinlichkeit auch andere Abmessungen. Soll der ganze Aufbau ohne Sägen und Schneiden an die neuen Bedingungen anpaßbar sein, dann kommt man um eine Schraubkonstruktion nicht herum. Die Oberseite der Tischplatte soll, wenn möglich, unversehrt bleiben, damit sie später vielleicht auch anderweitig verwendbar ist.

Mit den Meßobjekten möchte man so nah wie möglich an die Geräte heran, um die Kabellängen kurz zu halten. Deshalb ist es wünschenswert, direkt vor den aufgebauten Meßgeräten den dafür notwendigen Platz zu haben. Auch das notwendige Kleinmaterial wie Koaxialadapter, kurze, mit guten Steckern versehene Koaxialkabelstücke, Meßzubehör sowie Steckdosen sollen in Griffweite sein.

Viele der besseren Meßgeräte besitzen einen HP-IB-Anschluß, der ihre Steuerung mit einem Rechner erlaubt. Den wird zwar nicht ein jeder nützen, die gebotenen Möglichkeiten sind jedoch insbesondere bei bildgebenden Geräten wie Oszilloskop oder Spektrumanalysator bestechend: Damit läßt sich das auf dem Schirm angezeigte Bild als Datei in den Rechner übertragen und dort nahezu beliebig weiterverarbeiten. Mit einem HP-IB-geeigneten Plotter oder Drucker kann das Schirmbild sogar ohne Zuhilfenahme eines Rechners unmittelbar zu Papier gebracht werden. Also sollte sich auch noch der Platz für den Plotter finden lassen.

Wie kann man nun all diese Forderungen unter einen Hut bringen? Es geht, wenn man einen Quadratmeter Platz zur Verfügung hat! Allerdings ist das dann keine Lösung von der Stange, denn sie erfordert genaue Planung und ein ordentliches Stück Arbeit bei der Anfertigung der Metallteile. Zu deren Bearbeitung sind allerdings keine außergewöhnlichen Werkzeuge notwendig, wenn man bereit ist, Zeit und Muskelkraft einzusetzen. Hat man zu einer Drehmaschine Zugang, so wird die Arbeit ganz wesentlich erleichtert.

## Das Konzept

Abmessungen der Tischplatte:

Die Breite von einem Meter ergibt sich aus der Forderung, daß zwei 19-Zoll-Geräte nebeneinander Platz finden sollen. Große Geräte haben eine Tiefe von etwas mehr als 50 cm, sodaß für die Arbeitsfläche ein knapper halber Meter übrig bleibt. Das wird normalerweise ausreichen, um die gewünschten Messungen durchführen zu können.

## Ein Tisch für den Meßplatz

### Position der Platte auf dem Tischgestell:

Die neue Platte wurde nicht mittig auf dem Gestell befestigt, sondern sie ist etwas nach vorne versetzt. Der Grund dafür ist die Überlegung, daß das Tischgestell möglichst im Schwerpunkt der Last sein sollte, um ein Kippen unter besonders ungünstigen Umständen zu vermeiden. Dies vermindert allerdings die Standfestigkeit beim allfälligen Besteigen der Vorderseite der Tischplatte, was bei großem Körpergewicht ebenfalls zum Kippen führen könnte. Hier muß ein jeder nach seinem Gutdünken planen und dabei auch die Festigkeit der Platte im Auge behalten.

### Höhe des Gerätegestells:

Aus Gründen der bequemen Zugänglichkeit zu den Geräten in der obersten Etage, der Länge üblicher Kabel und der Standfestigkeit der gesamten Anordnung ist ungefähr die Augenhöhe eine sinnvolle Grenze.

Das die Geräte tragende Gestell wurde nicht rechnerisch auf Belastungsfähigkeit überprüft, sondern ‚nach Gefühl‘ dimensioniert; es ist also durchaus wahrscheinlich, daß manche Teile ein wenig zu massiv geraten sind.

Damit die Höhe der Gerätefächer auf der linken und der rechten Seite voneinander unabhängig in Abständen von 25 mm verstellt werden kann, ist es notwendig, für jede Seite eine vordere und eine hintere Mittelstütze anzuordnen. Die beiden vorderen und die beiden hinteren Mittelstützen sind miteinander verschraubt. Auf diese Weise ist die linke Seite gegenüber der rechten Seite in der Tiefe um die Stärke einer Mittelstütze versetzt, sodaß alle die Fachträger betreffenden Schraubverbindungen auch im zusammengebauten Zustand zugänglich sind. Den Versatz gleichen die Fachböden aus. Wie das gemeint ist, geht aus den Zeichnungen und Abb. 7 hervor.

### Stabilität:

Das Tischgestell muß geeignet sein, die schwere Last sicher zu tragen. Ganz wesentliche Bedeutung kommt dabei der Befestigung der Tischbeine am Gestellrahmen zu: Sie dürfen auch bei allfälliger seitlicher Beanspruchung keinesfalls ausknicken!

Die seitliche Stabilität des Gerätegestells ist durch die vielen Schraubverbindungen der Fachträger mit den Seiten- und Mittelstützen gewährleistet. Zur Stabilität in Richtung Front / Rückseite trägt die Trennwand mit den angeschraubten Mittelstützen bei. Die kräftigen Fachböden erhöhen die Stabilität nochmals, sodaß sich das fertig montierte Gerätegestell nicht mehr verwinden kann.

### Schraubverbindungen im Gestell:

Hiefür hat sich eine Bauweise recht gut bewährt, die auch bei IKEA-Möbeln gerne angewendet wird: In einem Teil steckt ein zylindrischer Bolzen mit einem Gewindequerloch in der Mitte, das andere Teil wird durch eine Schraube, die durch ein Loch in das Gewinde eingreift, dagegen gepreßt.



Abb. 1: Muster einer Schraubverbindung

### Wagen für das Zubehör:

Der soll sich so weit wie möglich unter den Tisch schieben lassen, damit er nicht wesentlich stört, wenn man auf einem Sessel vor dem Meßplatz sitzt. Die Kabel zum Plotter auf dem unteren Boden des Wagens sollen gerade so lang sein, daß er sich einerseits fast zur Gänze unter dem Tisch hervorziehen läßt, man aber andererseits beim Hineinschieben nicht über die herabhängenden Kabel fahren muß.

## Planung

Die angegebenen Abmessungen der Teile gelten für das Musterexemplar. Bei einem Nachbau werden das Untergestell für den Tisch oder die Platte andere Abmessungen haben, deswegen sind alle Maße zu prüfen und erforderlichenfalls zu korrigieren. Die Zeichnungen sollen zeigen, wie man es machen kann.

## Ein Tisch für den Meßplatz

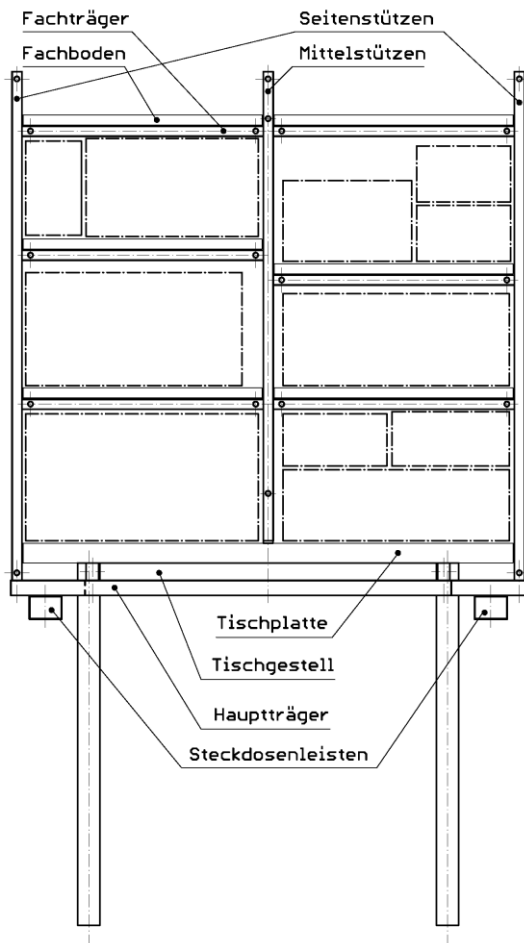


Abb. 2: Meßtisch Frontansicht

Die beiden Typen von Seitenstützen und Mittelstützen unterscheiden sich nur durch Kleinigkeiten. Man muß, um keinen Ausschuß zu produzieren, auf diese Unterschiede besonders achten!

Beim verwendeten Tischgestell besteht der Rahmen aus Formrohr mit 35 \* 25 mm (H \* B). Er ist kräftig genug, um daran die Hauptträger zu befestigen. Zu diesem Zweck sind in die beiden Formrohrstücke die Löcher zur Aufnahme der Befestigungsbolzen gebohrt worden. Um diese Formrohre nicht unnötig zu schwächen, kommt nur an den Stellen ein großer Bolzen zum Einsatz, wo die Last angreift. Auf der kurzen Seite der Hauptträger genügt ein kleiner Bolzen, weil diese Schraubverbindung nicht auf Zug beansprucht wird.

Die vier Hauptträger werden von unten mit dem linken und rechten Formrohr des Tischgestells verschraubt. Auf diese sind dann die Seitenstützen aufgesetzt.

Auf den Einzelteil-Zeichnungen ist der Durchmesser aller Bohrungen angegeben, wobei folgendes gilt:

Sind zwei Maße angeführt, dann gilt das erste für die Seite, die der Bezugslinie am nächsten liegt und das andere für die gegenüberliegende Seite.

Bei der Draufsicht gilt das erste Maß für die Oberseite.

Bei allen Schraubverbindungen ist das Loch, durch das die Schraube gesteckt wird, nur um einen halben Millimeter größer als der Durchmesser der Schraube.

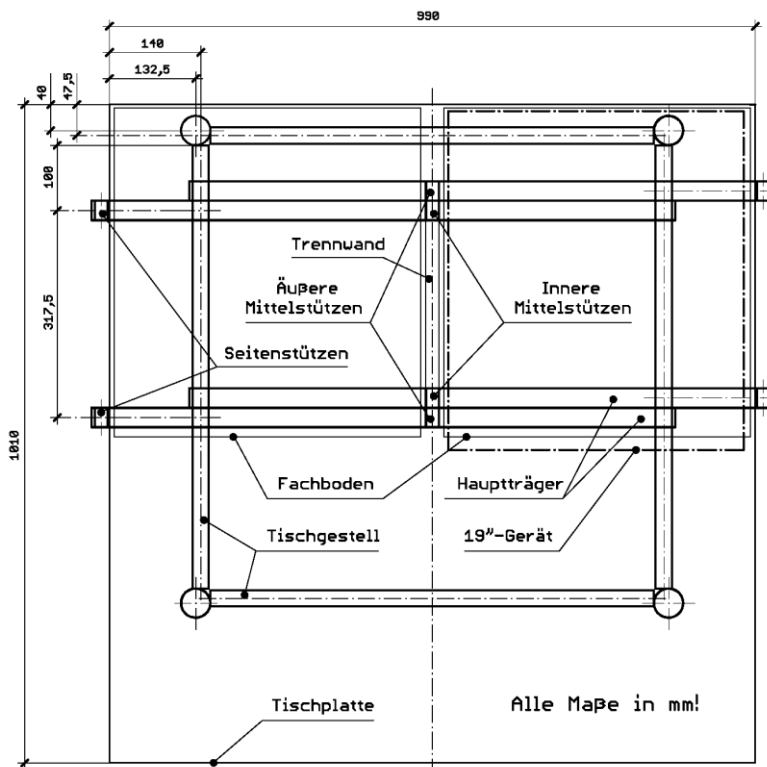


Abb. 3: Meßtisch Draufsicht  
Stückliste:

So bekommt die Schraube und damit auch der Bolzen die notwendige Führung. Er kann deshalb nicht ungewollt aus seinem Lager im Gegenstück abrutschen.

In vertikaler Richtung wird man die Geräte zweckmäßig so anordnen:

- Direkt auf der Tischplatte stehen die Generatoren. So ist sichergestellt, daß die Kabelverbindung zum Meßobjekt kurz gehalten werden kann.
- In der zweiten Etage befinden sich bildgebende Geräte; sie liegen dann etwa in Augenhöhe, wenn man vor dem Meßplatz sitzt.
- Die dritte und die vierte Etage tragen Netzgeräte und andere, nicht allzu schwere Meßgeräte.

## Ein Tisch für den Meßplatz

- 1 Tischplatte mit ca. 100 \* 100 cm
- 1 Trennwand mit ca. 95 \* 26cm
- 6 Fachböden mit ca. 48 \* 51 cm
- 4 Hauptträger
- 4 Seitenstützen (davon je 2 gleiche)
- 2 Abstandhalter
- 2 Innere Mittelstützen
- 2 Äußere Mittelstützen
- 12 Fachträger
- 20 Abdeckkappen für Formrohre (sie sind in einer Eisenhandlung erhältlich).
- 4 Befestigungsbolzen für Trennwand: 19 mm lang, 10 mm Durchmesser mit Gewinde M5
- 4 Befestigungsbolzen für Hauptträger: 25 mm lang, 15 mm Durchmesser mit Gewinde M8
- 4 Befestigungsbolzen für Hauptträger: 25 mm lang, 10 mm Durchmesser mit Gewinde M5
- 36 Befestigungsbolzen für Fachträger, Seiten- und Mittelstützen: 20 mm lang, 10 mm Durchmesser mit Gewinde M5
- 4 Innensechskantschrauben M5\* 40 mm
- 4 Innensechskantschrauben M8 \* 30 mm
- 40 Innensechskantschrauben M5\* 25 mm



Abb. 4: Muster von Abdeckkappen

## Verwendete Materialien

- Die Ausgangsbasis war ein alter Beistelltisch mit einem Untergestell aus Formrohr und einer Platte mit ca. 80 \* 80 cm, wie er in Büros verwendet wird. Eine solche Tischplatte ist leider zu klein, um zwei nebeneinander aufgestellten 19-Zoll-Geräten Platz zu bieten. Das Tischgestell war jedoch unverändert zu gebrauchen, weil es sehr stabil ist. Dies ist unbedingt notwendig, denn bei voller Bestückung mit Geräten kann die gesamte Last an die 200 kg erreichen. In diesem Wert ist das Gewicht der Tragkonstruktion für die Geräte enthalten.  
Zusätzlich müssen Untergestell und Tischplatte fallweise noch das Gewicht des Eigentümers aufnehmen können, denn hin und wieder wird es notwendig sein, auch in der obersten Etage eine Änderung vorzunehmen und zu diesem Zweck vorsichtig auf den Tisch zu steigen. Stattdessen eine Leiter zu verwenden, wäre sicherheitstechnisch zwar richtig, ist aber etwas umständlich.
- Die richtige Tischplatte mit 100 \* 100 cm und 4 cm Dicke hat ein Bekannter, der Hobbytischler ist, zu günstigen Konditionen aus einer alten Schiebetür angefertigt.
- Alle tragenden Stahlteile bestehen aus quadratischem oder rechteckigem Formrohr mit 2 mm Wandstärke. Sie stammen vom Schrotthändler in der nächsten kleinen Stadt, der in seinem Lager solches Material vorrätig hat. Das scheint durchaus kein Einzelfall zu sein, denn auch andere Schrotthändler verkaufen diese Profile und schneiden sie auf Verlangen und gegen Mehrpreis auf die gewünschte Länge zu. Die Formrohre auf jeden Fall mit etwas Überlänge abschneiden lassen und selbst auf das genaue Maß zurichten, denn es ist keineswegs sichergestellt, daß der Verkäufer sie genau rechtwinkelig und in der exakten Länge zuschneidet!
- Rundstahl (St37) mit 15 mm und 10 mm Durchmesser zur Anfertigung der Bolzen für die Schraubverbinder.
- Fachböden und Trennwand bestehen aus beschichteten Spanplatten mit 19 mm Dicke (Küchenplatten). Die Zuschnitte macht jeder Baumarkt, die Umleimer kann man selbst aufbringen.
- Ein alter Servierwagen mit einem geschweißten Formrohrgestell, der unter dem Tisch Platz haben muß. Seine beiden Fachböden sind durch etwas breitere ersetzt worden, sie haben zusätzlich etwa 5 cm hohe Bordwände erhalten.
- 2 Steckdosenleisten mit je 10 Anschlußmöglichkeiten und einem Schalter zur Versorgung der Geräte.

# Ein Tisch für den Meßplatz

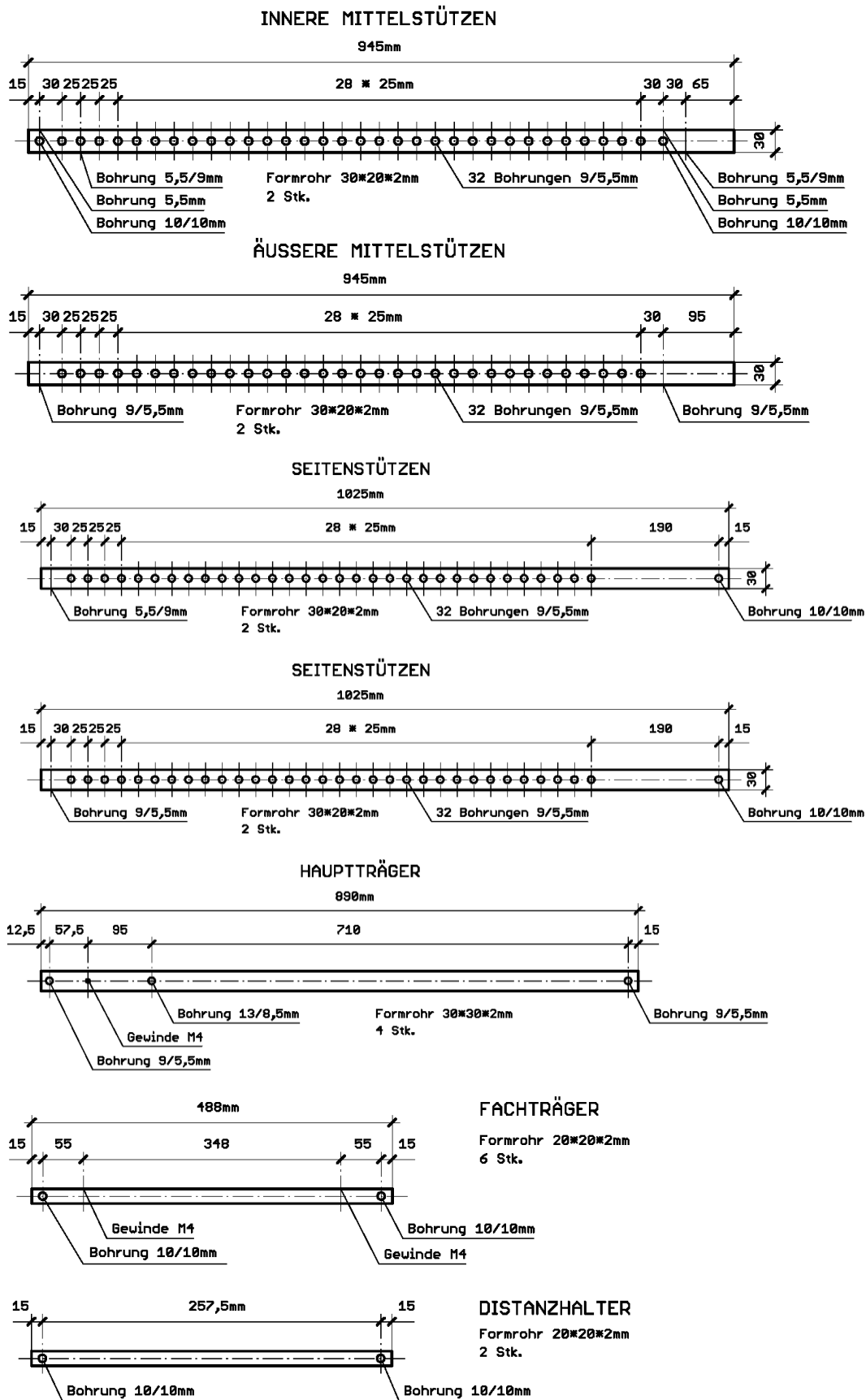


Abb. 5: Formrohrteile

## Ein Tisch für den Meßplatz

### Notwendige Werkzeuge

- Werkbank mit Schraubstock
- Langsam laufende Bohrmaschine mit einem kräftigen Bohrständler, besser noch eine richtige Säulenbohrmaschine
- Bohrschraubstock
- Eisensäge
- Feilen
- Hammer
- Reißnadel und Körner
- Spiralbohrer
- Gewindebohrer M5 und M8
- Dreischneider zum Entgraten
- Meßwerkzeug

### Bearbeitungshinweise

Die unteren Enden der Seitenstützen und alle Enden der Fachträger müssen genau im rechten Winkel zugerichtet werden, damit bei der Montage keine bösen Überraschungen zutage treten und das Gestell die notwendige Festigkeit erlangt. Diese Enden sind unbedingt mit einem Winkel zu kontrollieren! Alle Fachträger müssen zudem genau gleich lang sein.

Auch wenn es etwas Zeit kostet, ist man sehr gut beraten, sowohl bei den Metallteilen als auch bei den Spanplatten alle Löcher mit einem kleinen Bohrer vorzubohren, weil dadurch die ganze Arbeit ungemein an Genauigkeit gewinnt. Große Löcher sollten ohnehin nur stufenweise aufgebohrt werden. Ganz wichtig sind dabei scharfe Bohrer, weil sonst bei den Metallteilen unnötig viel Kraft notwendig ist und häßlicher Grat entsteht. Bei den beschichteten Spanplatten reißt bei einem stumpfen Werkzeug die Unterseite beim Durchtritt des Bohrers großflächig auf.

Um die Standzeit der Bohrer bei der Bearbeitung der Stahlteile zu verlängern, sollte auf jeden Fall ein Schmier-/Kühlmittel verwendet werden (Bohrmilch!). Sind alle Löcher in den Stahlteilen gebohrt, dann ist überall der Grat mit dem Dreischneider säuberlich zu entfernen.

Die Formrohre müssen nach Fertigstellung der Bearbeitung oberflächenbehandelt werden, um Korrosion zu vermeiden und ein ansprechendes Aussehen zu erzielen. Dazu ist ein Anstrich möglich, der allerdings nicht sehr widerstandsfähig ist; vorzuziehen ist eine Pulverbeschichtung.

Weil die Dicke der Beschichtung nicht immer gleich ist, soll der Durchmesser der Befestigungsbolzen ungefähr einen halben Millimeter kleiner sein als der Durchmesser der Löcher. Man hat die Wahl, passendes Rundmaterial anzuschaffen, den Durchmesser des Rundmaterials um dieses Maß zu reduzieren oder Bohrer mit ungewöhnlichem Durchmesser zu verwenden.

Vor dem Schneiden der Gewinde ist in den Bolzen das dem jeweiligen Gewindedurchmesser entsprechende Loch zu bohren. Das Anbohren der gerundeten Oberfläche geht am besten bei geringer Drehzahl mit einem Zentrierbohrer, wenn der Bolzen nach dem Ankörnen waagrecht mit dem Körnerloch mittig und genau oben im Bohrschraubstock eingespannt ist. Die waagerechte Position erzielt man am einfachsten durch Unterlegen eines planparallel zugerichteten Stückes Plexiglas oder eines ähnlichen Materials. Vor dem Durchbohren ist die Unterlage herauszuschieben, damit der Bohrer sie nicht beschädigt.

Das Bohren der Gewinde in den Bolzen ist eine etwas mühselige Angelegenheit, die Genauigkeit und große Aufmerksamkeit verlangt. Es ist auf jeden Fall ausreichend zu schmieren und zu kühlen, einerlei, ob die Gewinde in den Bolzen von Hand, auf dem Bohrständler oder auf der Drehmaschine gebohrt werden. Ohne Schmierung läuft man Gefahr, daß der Gewindebohrer alsbald zu Bruch geht.

Damit der Gewindebohrer wirklich lotrecht auf das Werkstück trifft, sollte man die ersten Gewindegänge mit der Bohrmaschine auf dem Bohrständler schneiden und den Rest von Hand fertigstellen. Wer sich getraut, macht gleich das ganze Gewinde auf der Maschine; das spart Zeit und bringt Genauigkeit.

## Ein Tisch für den Meßplatz

### Tipps für den Zusammenbau

Nach der Befestigung der Platte auf dem Tischgestell beginnt die Montage mit dem Anschrauben der Hauptträger auf der Unterseite des Tischgestells. Anschließend folgen die Seitenstützen, wobei darauf zu achten ist, daß die richtigen Teile an der richtigen Stelle angebracht werden, denn von den 4 Stück sind nur jeweils 2 tatsächlich identisch. Die Seitenstützen verbindet man auch sogleich mit den Distanzhaltern, um so zumindest ein wenig an Stabilität zu gewinnen.

Im nächsten Schritt sind die Löcher für Bolzen und Schrauben in der Trennwand zu bohren. Für die Bolzenlöcher reicht das Anzeichnen und ein Körnerschlag, für die Schraubenlöcher in der Stirnseite ist hingegen die Anfertigung einer Bohrlehre unbedingt anzuraten. Nur damit gelingt es, mit der Handbohrmaschine diese Löcher in der Stirnseite der Platte so exakt zu bohren, daß die Schraube wirklich mittig auf den Bolzen trifft und jede Nacharbeit überflüssig wird.

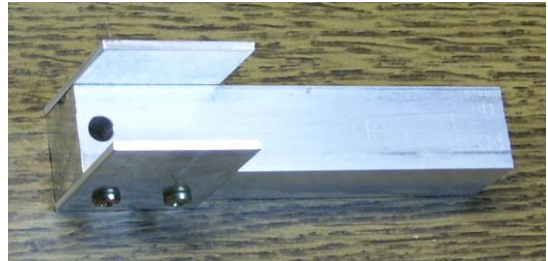


Abb. 6: Die Bohrlehre für die Trennwand

Die Schablone kann aus einem Stück Aluminium, das genau dieselbe Stärke hat wie die Spanplatte, und zwei seitlich angeschraubten Blechstückchen angefertigt werden. Sie wird mit einer Schraubzwinde an der Stelle befestigt, an der das Loch hinkommen soll. Das 6-mm-Loch im Alustück führt dann einen Bohrer mit demselben Durchmesser ausreichend genau.

An der vorderen und hinteren Stirnseite der Trennwand befestigen wir die inneren Mittelstützen, an diese werden anschließend die äußeren Mittelstützen angeschraubt. Die Plastik-Abdeckkappen sind an den Stellen auszunehmen, wo sie auf einen Schraubenkopf oder auf einen Befestigungsbolzen treffen.

Anschließend montiert man auf der oberen Vorder- oder Hinterseite der Trennwand provisorisch noch je einen Fachträger und kann nun die Trennwand schon an ihren Platz stellen. Hat man genau gearbeitet, dann wird sie nicht kippen können, weil die Fachträger sich bereits an den Seitenstützen anlehnen. Sind auch die Schraubverbindungen zwischen Fachträgern und Seitenstützen angebracht, kann man alle übrigen Fachträger in der gewünschten Position montieren. In diesen Zustand zeigt das Gestell bereits beachtliche Stabilität.

Anfangs macht es einige Mühe, die Innensechskantschraube in das Loch des Bolzens einzuführen, ohne ihn dabei zu verdrehen. Bewährt hat sich die Verwendung einer primitiven Ahle mit etwa 4,5 mm Durchmesser, mit der der Bolzen passend ausgerichtet wird. Man hält ihn mit Daumen und Zeigefinger in der richtigen Position fest und kann so die Schraube problemlos einführen und festziehen. Hat sich der Bolzen doch einmal verdreht, so sind am besten mit einer Pinzette Schraube und Bolzen aus den zu verbindenden Teilen zu entfernen und neu einzusetzen.

Die Bolzen wurden nicht oberflächenbehandelt, sondern vor dem Einbau nur mit einem öligen Lappen sauber abgewischt. Nach der Fertigstellung des Gestells sind die Stirnseiten der Bolzen nochmals nachgewischt worden, um auch dort die Griffspuren zu beseitigen. Bei einem ähnlich aufgebauten Gestell sind die Stirnseiten der so behandelten Bolzen nach vielen Jahren immer noch blank.



Abb. 7: Detail der Mittelstützen

Die Fachböden erhalten an den entsprechenden Stellen vier 5-mm-Löcher und werden mit den Fachträgern, in denen bereits 4-mm-Gewinde angebracht sind, verschraubt. Es empfiehlt sich, die Naturmaße zum Anbringen der Löcher für jeden Fachboden einzeln zu ermitteln, um Ungenauigkeiten auszugleichen, die bei der Herstellung der Stahlteile entstanden sein können.

## Ein Tisch für den Meßplatz

Die beiden Steckdosenleisten werden links und rechts auf der Unterseite der Hauptträger befestigt. Zu diesem Zweck ist ebenfalls schon ein M4-Gewinde vorgesehen. Die Vorderseite der Leisten, an der sich auch der Schalter befindet, wird an C-förmigen Bügeln aus Alublech festgeschraubt, die ihrerseits mit der Unterseite der Tischplatte durch Holzschrauben verbunden sind.



Abb. 8: Der fertiggestellte Meßplatz. In der Zwischenzeit sind im Gestell zu den Meßgeräten auch einige Netzgeräte hinzugekommen.



Abb. 9: Der Wagen mit dem Zubehör: Die Kleinteile liegen im ausgemusterten Einsatz einer Bestecklade, der Plotter steht auf dem unteren Fachboden.

## Zusammenfassung

Die vorgeschlagene Ausführung des Meßgerätegestells hat den großen Vorteil, daß eine leichte Anpassung an die unterschiedlichen Größen der Meßgeräte möglich ist. Ein weiterer Vorteil ist gute Zugänglichkeit, bequeme Verkabelung und die ungehinderte Wärmeabfuhr aus den Geräten, was der Lebensdauer der Geräte und der Genauigkeit der Meßergebnisse zugute kommt.

Helmut, OE5GPL