

Maschinen im Modellbau

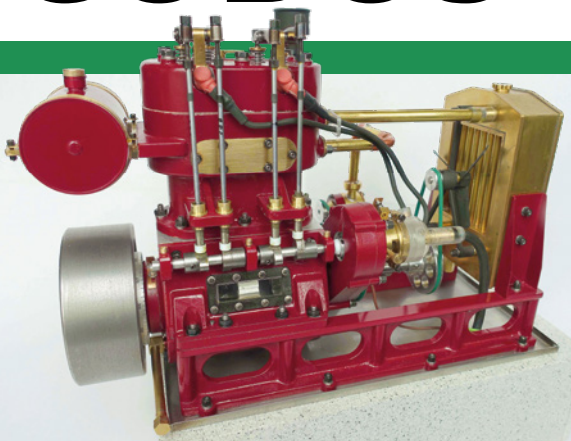
D: 8,50 € • CH: 12,80 SFr
Übriges Ausland: 9,50 €

5/2021 Die Fachzeitschrift für technischen Modellbau, Dampfmaschinen, Motoren und Werkstattpraxis

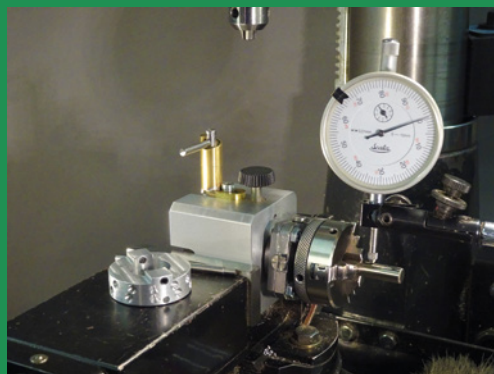
75 Jahre
VTH



CUBUS-SERIE von EAS



**Zweizylindermotor
Thomas**



**Mini-Direktteilapparat
selbst gebaut**



**Ventile für Gas
oder Dampf**



Unsere Lösungen für Ihre Anwendungen



EASYKG PRO

Tischmaschine für leichte Arbeiten bis 1250 x 950 mm



CO² Laser



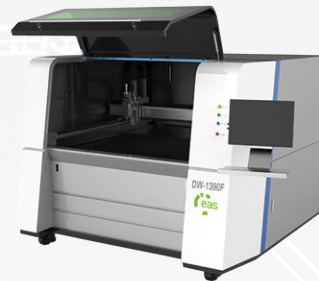
Leistungen bis 150 Watt und Größen bis 1600 x 1000 mm

HEAVY

Verwindungssteife Maschine als Tischmaschine bis 1500 x 1000 mm



Faserlaser



Gravur- und Schneidlaser für Metalle bis 2000 Watt

Versatil

Universell einsetzbar für Werbetechniker, Schreiner, Schaltschrankbauer ...
Bearbeitungsfläche bis 3000 x 2000 mm



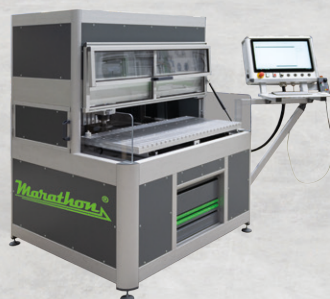
Aquatil

Schneiden Sie mit bis zu 3800 bar Stahl, Beton, Gummi, Kunststoffe, Lebensmittel, Schaumstoffe, Glas, Keramik, Stein...



Marathon

Komplettes Bearbeitungszentrum mit durchdachtem Konzept bis 1500 x 500 mm



Systemlösungen



Automatisierte Fertigung, Lösungen nach Wunsch, sprechen Sie uns an!

Die Zukunft beginnt heute • effizient • intelligent • innovativ



Automatisierungstechnik • CNC Maschinen

EAS
GMBH

Nordring 30
47495 Rheinberg

Tel.: +49 28 43 92 95 90
service@easgmbh.de

www.easgmbh.de • www.easgmbh-shop.de





LIEBE LESERINNEN UND LESER,

für mich ist es immer besonders schön, wenn sich einer unserer Autoren in einem Beitrag auf eine vorübergehende Veröffentlichung in der MASCHINEN IM MODELLBAU bezieht. Zeigt dies doch, dass die MASCHINEN IM MODELLBAU das bietet, was wir gerne möchten: als Informationsplattform vom Modellbauer für den Modellbauer zu funktionieren.

So hat Herwig Lorenz in einem Beitrag von Dieter Philipp über ein kleines Direktteilgerät genau die Informationen und Anregungen gefunden, die er für den Bau seines eigenen Geräts benötigte. Er nutzte diese Informationen dann, um das Direktteilgerät für seine Bedürfnisse und Möglichkeiten umzukonstruieren und entwickelte so das Mini-Direktteilgerät in einer „light“-Version. Ich bin sehr gespannt, ob sich noch weitere Evolutionsstufen dieses nützlichen Zusatzgeräts finden und Artikel hierüber bei uns eingehen. Es würde mich freuen.

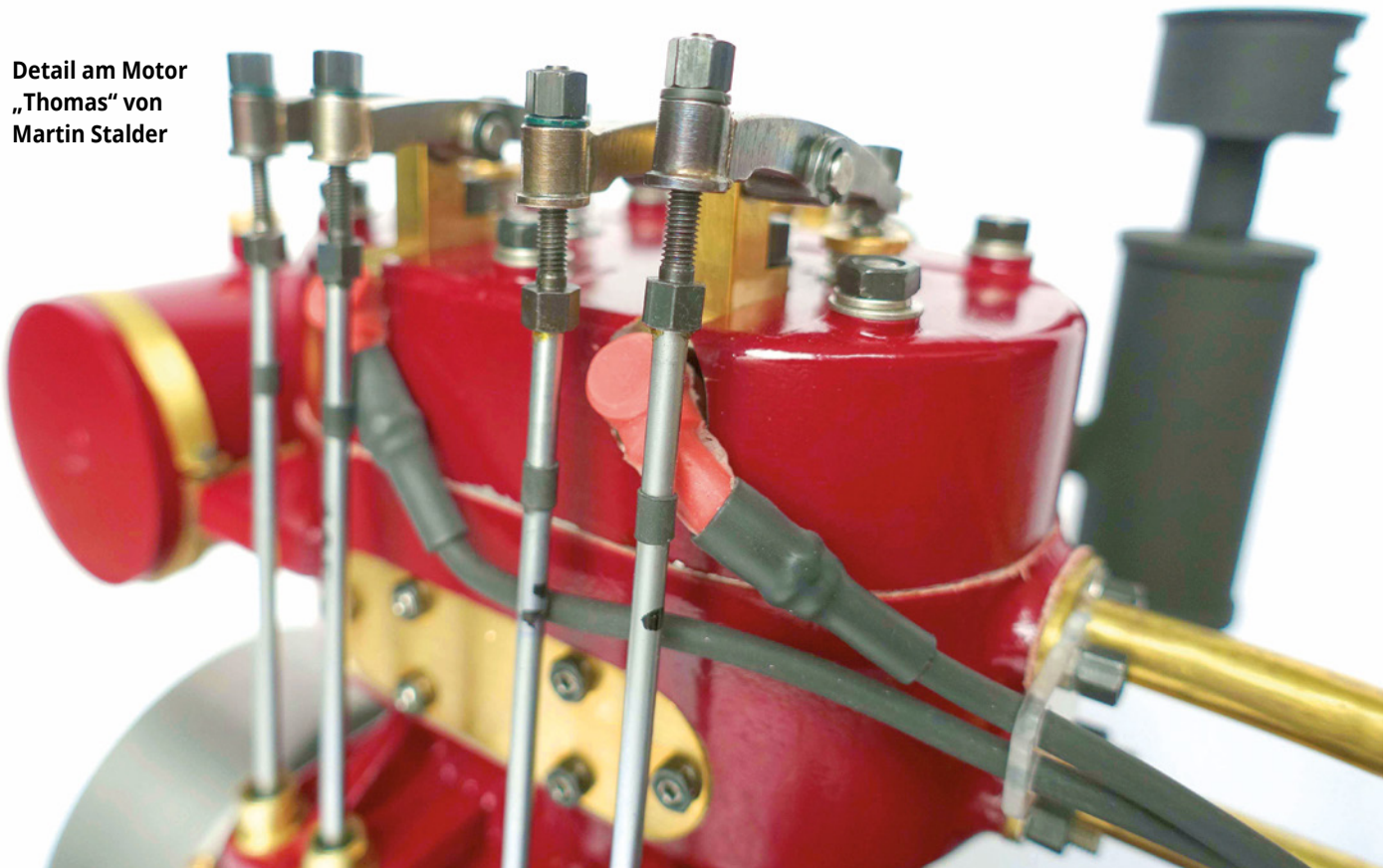
Martin Stalder beginnt seinen Beitrag in dieser MASCHINEN IM MODELLBAU über den Bau des Zweizylindermotors „Thomas“ von TS Dampfmaschinen ganz anders, als es bei einem Beitrag über ein so technisches Thema üblich ist – mit einer sehr persönlichen Note. Er zeigt damit, dass unser Hobby mehr ist, als das bloße Zerspanen von Metallen und anderen Materialien: Oft sind gerade die Kontakte, die man dabei knüpfen kann, das Besondere daran.

Nun aber viel Spaß bei der Lektüre dieser MASCHINEN IM MODELLBAU!

Oliver Bothmann

Redaktion MASCHINEN IM MODELLBAU

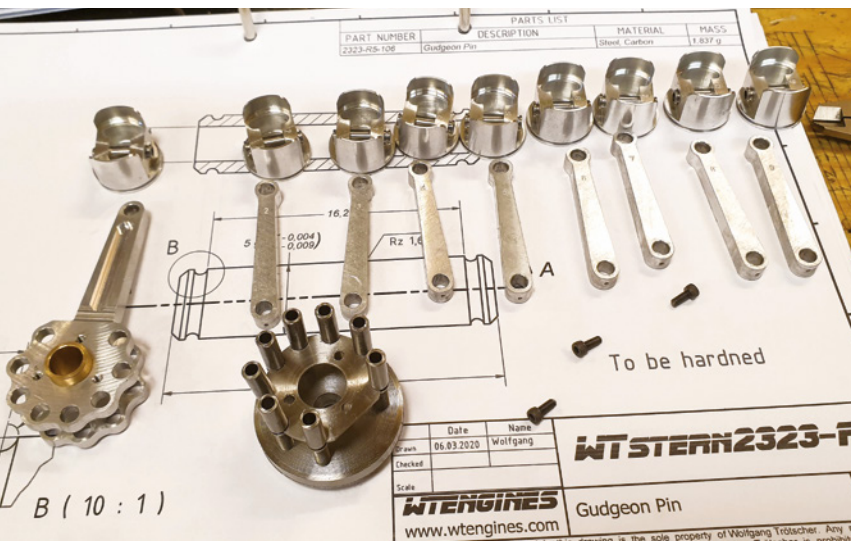
Detail am Motor
„Thomas“ von
Martin Stalder





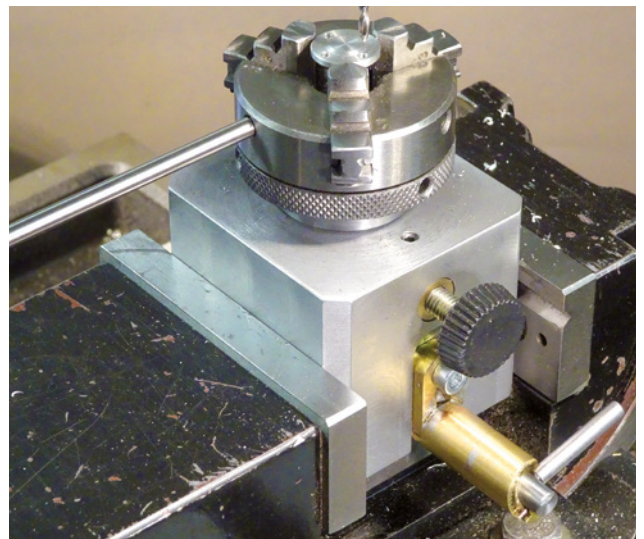
Fräsenserie Cubus von EAS

10



Kolben unter der Lupe

62

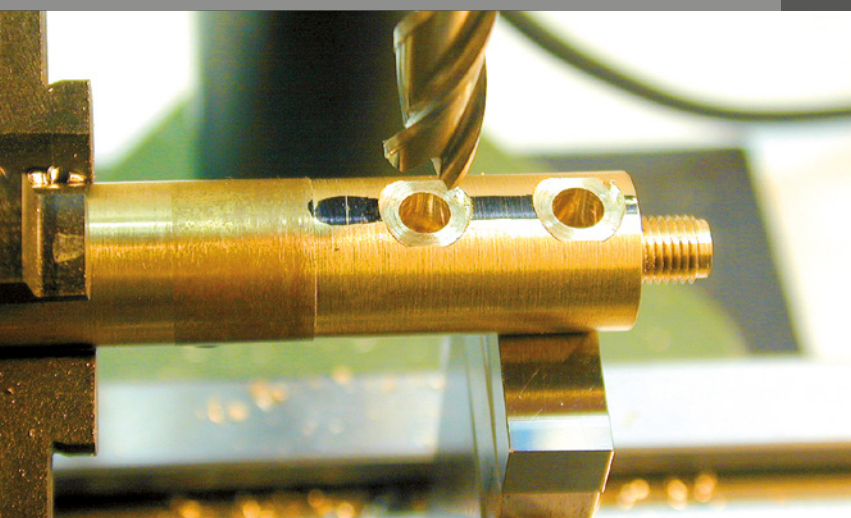


14

Mini-Direktteilapparat „light“

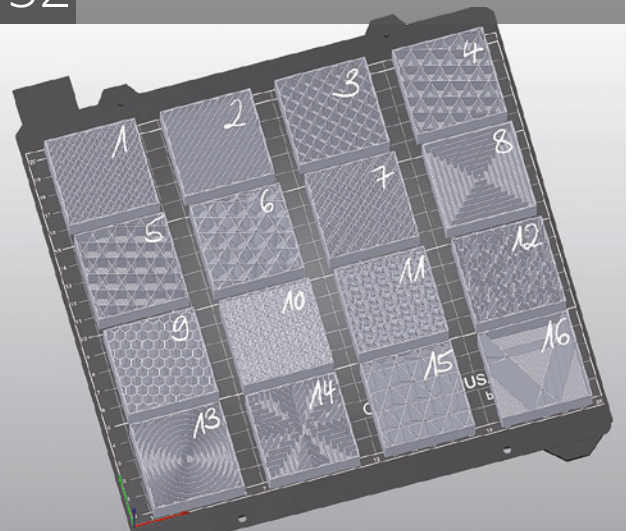
Fertigung zweier anschraubbarer Ventile

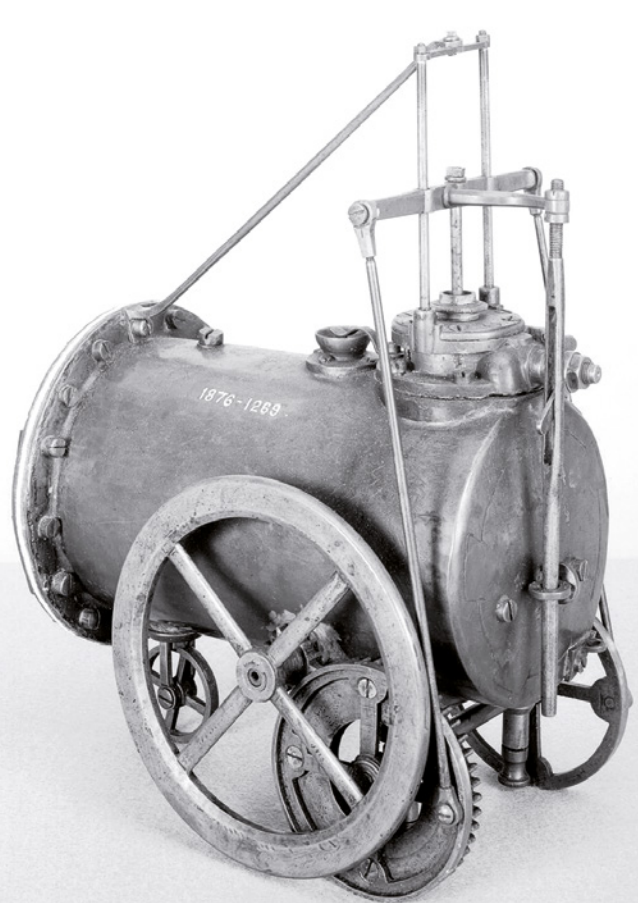
40



52

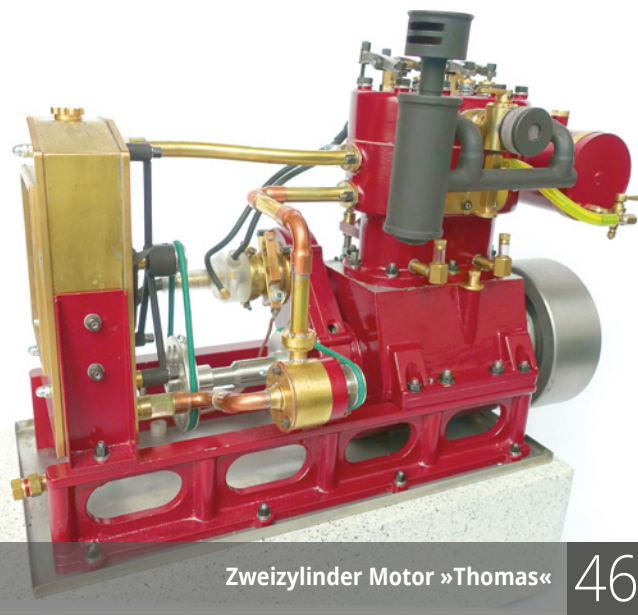
Unterschiedliche Infillmuster beim FDM-Druck





Eine Reise nach Cornwall: Richard Trevithick

28



Zweizylinder Motor »Thomas«

46

Vier-Furchen-Kippflug von Regner

34

CAD&CNC

Fräsenreihe Cubus von EAS 10

Unterschiedliche Infillmuster beim FDM-Druck 52

MODELLE

Vier-Furchen-Kippflug von Regner 34

Zweizylinder Motor »Thomas« 46

Bau des Reichelt-Heißluftmotors »EK“
(Eichhörnchen kunstvoll) – Teil 2 56

WERKSTATTPRAXIS

Mini-Direkteilapparat »light“ 14

Aufrüstung stationärer Bohrmaschinen – Teil 2 20

Fertigung zweier anschaubarer Ventile 40

Kolben unter der Lupe. 62

TECHNIK REPORT

Eine Reise nach Cornwall – Teil 3: Richard Trevithick . . 28

75 JAHRE VTH

Vorstellung des Vertriebsteams 36

STÄNDIGE RUBRIKEN

Editorial 3

Markt und Meldungen/Termine 6

Vorschau und Impressum. 66



FEIN

FEIN ist Partner des **Professional 18V Systems** von Bosch. Innerhalb dieser Akku-Plattform kann ein 18-Volt-Akku mit Geräten anderer Hersteller verwendet werden. „Wir sind davon überzeugt, dass wir mit dem Professional 18V System von Bosch auf die richtige Akku-Plattform setzen“, sagt Dr. Christoph Weiß, CEO der FEIN Gruppe. Einfache und effektive Lösungen sowie vielfältige Anwendungsmöglichkeiten für Kunden zu bieten – genau das sind sowohl für Bosch als auch für FEIN zentrale Absichten. Besonders beim Thema Akku bevorzugen Anwender offene Systeme, sprich: ein Akku für mehrere Profi-Elektrowerkzeuge, auch herstellerübergreifend. Das wird mit dem Professional 18V System Realität.

Ende 2022 stellt FEIN die MULTIMASTER 500 und 700 auf die neue Akku-Schnittstelle des Professional 18V Systems um – ein klarer Vorteil für die Anwender: Kunden aller Partnerunternehmen können dann bestehende 18-Volt-Akkus mit den MULTIMASTER Modellen 500 und 700 von FEIN verwenden. Resultat ist, dass FEIN in Zukunft noch mehr Anwender

weltweit erreicht und die Anwendungsmöglichkeiten erweitert werden.

Bereits im Jahr 2016 entwickelten FEIN und Bosch gemeinsam die Starlock-Werkzeugaufnahme für Multitools, die für einen Zubehörwechsel in unter drei Sekunden, maximale Kraftübertragung und damit für einen noch höheren Arbeitsfortschritt sorgt. Damit setzten die beiden Unternehmen einen neuen Standard: Alle Starlock-Zubehöre sind kompatibel mit Multitools anderer Marken, die ebenso über eine Starlock-Schnittstelle verfügen. Darauf baut die neue Partnerschaft von FEIN und Bosch jetzt auf. „Wir verstehen beide den Wunsch des Handwerkers, Werkzeuge verschiedener Hersteller mit nur einem einzigen Akku bedienen und damit noch effizienter und noch effektiver arbeiten zu können. Vor dem Hintergrund freuen wir



Einer für alle – Dank Professional 18V System kann ein und derselbe Akku für Geräte verschiedener Hersteller verwendet werden (Foto: Fein)

uns sehr über den Ausbau der Partnerschaft und heißen FEIN im Rahmen des Professional 18V Systems herzlich willkommen“, sagt Henk Becker, Vorsitzender des Bereichsvorstands von Bosch Power Tools.

Info
fein.com

Pearl

Die micro-kleine Überwachungskamera **Micro-Einbau-Kamera DV-310.mini** von Somikon lässt sich praktisch überall platzsparend integrieren. So nutzt man sie zum Beispiel zur Überwachung und zeichnet Videos auf – sogar mit Ton!

Ideal auch für den Modellbau: Die aufgezeichneten Fahrten mit der Modell-Eisenbahn lassen Kleines groß rauskommen. Und am Quadrocopter befestigt zeichnet die winzige Kamera alle spektakulären Flugmanöver auf.

Dank Akku-Betrieb lässt sich die Einbau-Kamera ganz flexibel einsetzen – für Videoaufzeichnungen wie und wo man möchte. Oder man verbindet sie mit einer USB-Stromquelle wie z.B. einer Powerbank und verlängert so die Laufzeit ganz nach Bedarf.

- Voll integrierbare Micro-Einbau-Videokamera, z.B. zur Überwachung oder im Modellbau
- Videoauflösung: 1920×1080 Pixel (Full HD 1080p) mit 15 Bildern/Sek.
- Hochauflösende Aufnahmen bei geringem Speicherbedarf: MP4 mit H.264-VideoKompression



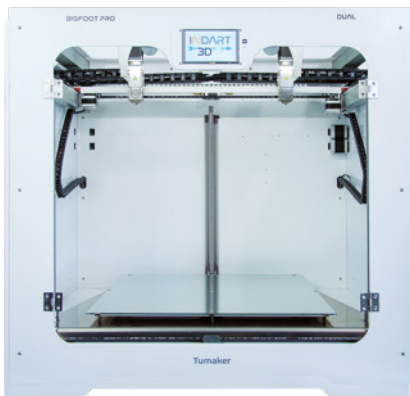
Durch ihre geringe Größe ist die Micro-Einbau-Kamera DV-310.mini auch gut in verschiedenen Modellen unterzubringen (Foto: PEARL. GmbH/www.pearl.de)

- Integriertes Mikrofon für Aufnahme mit Ton
- Bildwinkel horizontal: 65 Grad
- Steckplatz für microSD(HC/XC)-Speicherkarten mit bis zu 128 GB (nicht im Lieferumfang enthalten)
- Ein/Aus-Schalter zum Starten und Beenden einer Aufnahme
- Stromversorgung: LiPo-Akku mit 2.000 mAh für bis zu 10 Stunden Laufzeit, lädt per USB, oder durch eine USB-Stromquelle wie z.B. eine Powerbank (Netzteil und Powerbank bitte dazu bestellen)
- Maße Kamerakopf: 9×9×2mm

- Steuereinheit: 55×26×2 mm, Verbindungskabel-Länge: 150 mm
- Gesamt-Gewicht: 70 g
- Micro-Einbau-Kamera DV-310.mini inklusive Akku, USB-Ladekabel und deutscher Anleitung
- Preis: 36,99 €

Info & Bezug
PEARL. GmbH
PEARL-Str. 1-3
79426 Buggingen
Tel.: 0180/55582
www.pearl.de

PICCO's 3D World



3D Bigfoot Pro 500 DUAL Pellets-Pellets
(Foto PICCO's 3D World)

PICCO's 3D World stellt die spanischen **FDM 3D-Drucker Tumaker BIGFOOT Pro Dual** in Deutschland vor. Das besondere und einmalige – ein Gerät, zwei unabhängige Druckköpfe und drei Extrudervarianten. Der Anwender kann zwischen einem Bowden-, DirectDrive- und/oder Pelletextruder wählen und somit ist Tumaker der erste Serien-3D-Drucker, der die Filament- und Pellet-Technologie in einem Gerät umsetzt.

Die neueste Generation der Tumaker bietet sechs verschiedene Kombinationsmöglichkeiten. Jede gewählte Extruderkombination gibt es in vier verschiedenen Bauraumgrößen. Alle 3D-Drucker werden inklusive Simplify3D ausgeliefert.

Die 3D-Drucker sind mit zwei unabhängigen Druckköpfen ausgestattet, die in diesen Varianten zu wählen sind:

Bowden-Bowden
Bowden-Pellet

Bowden-Direct Drive
Direct Drive-Direct Drive

Bowden-PelletDirect Drive-Pellet
Pellet-Pellet

So können die Unternehmen die für sich am besten geeignete Kombination und Bauraumgröße für Ihre Anwendungen auswählen. PICCO's 3D World bietet Interessenten auch Testdrucke an. Die Kosten werden beim Kauf des 3D Druckers zu 100 % erstattet!

Die entscheidenden Vorteile des Tumakers sind:

- Identischer Materialeinsatz durch Pellets (Granulat) wie bei anderen Fertigungstechniken (Spritzguss) möglich.

- Große Auswahl an verschiedenen Materialien – besonders wichtig für bereits zertifiziertes Material, das es als Filament nicht gibt.
- Ideales Gerät für Versuchsabteilungen und Materialforschung.
- Vergleich identischer Materialien einmal als Pellet und einmal als Filament.
- Es kann Material mit Shore >50A verarbeitet werden, das mit Filament so nicht funktioniert. P3DW hat schon Shore 27A gedruckt.
- Es können zwei Materialien in einem Druck verarbeitet werden, z. B. PLA und TPU.
- Doppel- und Spiegeldruck möglich
- Große Auswahl der Düsen von 0,4 bis 5,0 mm Durchmesser.
- Durch die 5 mm große Düse beim Pellet-Extruder werden in 1 Stunde bis 500 Gramm Material verarbeitet, das reduziert die Druckzeit der Prototypen.

Als deutscher Distributor sucht PICCO's 3D World Wiederverkäufer in Deutschland für die Marke Tumaker.

Info & Bezug:

PICCO's 3D World
Hauptstraße 4
94469 Deggendorf
Tel.: 0991/3721390
Fax: 0991/3721399
info@piccogruppe.de
www.piccos-3d-world.de



Druck mit DirectDrive PLA und Pellet Extruder TPU Shore 27A
(Foto PICCO's 3D World)

Top Ten

der Fachbücher ermittelt von den VTH Special-Interest-Zeitschriften

- Antik- und Classic-Flugmodelle**
ArtNr: 3102291
ISBN: 978-3-88180-509-4
Preis: 29,90 € ▲
- Hydraulik im Modellbau**
ArtNr: 3102278
ISBN: 978-3-88180-492-9
Preis: 26,90 € ▼
- Schiffsmodelle mit Dampftrieb**
ArtNr: 3102290
ISBN: 978-3-88180-508-7
Preis: 36,90 € ■
- CAD – CAM – CNC im Modellbau**
ArtNr: 3102270
ISBN: 978-3-88180-485-1
Preis: 32,90 € ▼
- Mikromodellbau – Forst- und Landmaschinen**
ArtNr: 3102279
ISBN: 978-3-88180-493-6
Preis: 29,90 € ■
- RC-Leichtwindsegler**
ArtNr: 3102288
ISBN: 978-3-88180-506-3
Preis: 22,90 € ▲
- Binnenschiffe als Modell**
ArtNr: 3102287
ISBN: 978-3-88180-505-6
Preis: 29,90 € ■
- Luftkissenboote als Modell**
ArtNr: 3102284
ISBN: 978-3-88180-498-1
Preis: 34,90 € ▲
- Mikromodellbau – Baumaschinen**
ArtNr: 3102282
ISBN: 978-3-88180-496-76
Preis: 29,90 € ▼
- 50 Kniffe für die Werkstatt**
ArtNr: 3102289
ISBN: 978-3-88180-507-0
Preis: 19,90 € ▼

▲ aufgestiegen
■ unverändert
▼ abgestiegen

Jetzt bestellen!

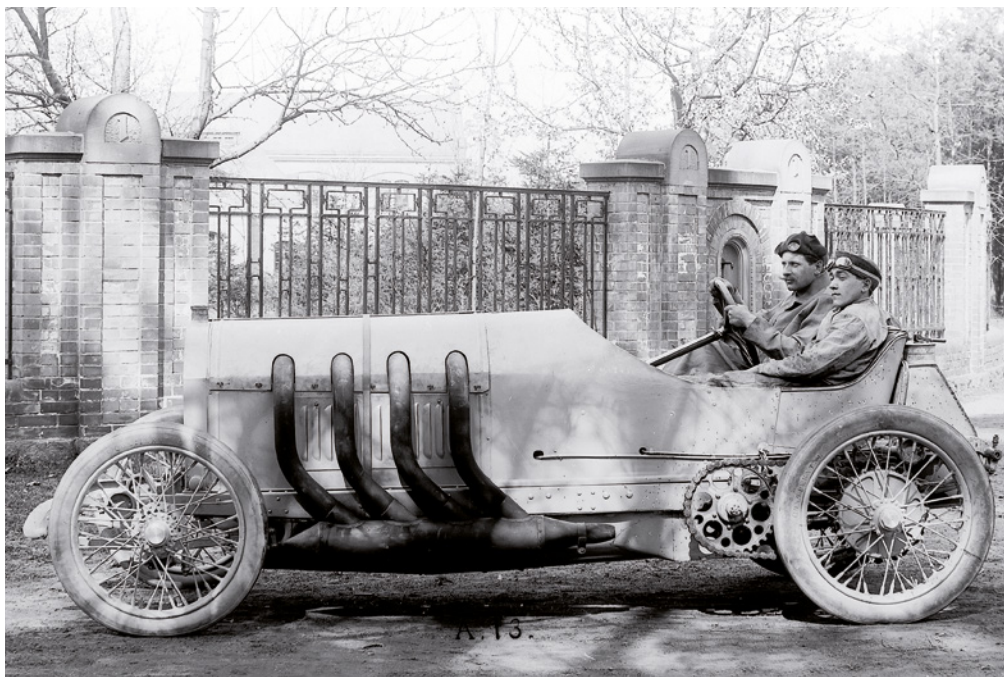
☎ 07221 - 5087-22 📧 vth_modellbauwelt
📞 07221 - 5087-33 📺 VTH neue Medien GmbH
✉ service@vth.de 📺 Maschinentüftler
🌐 www.vth.de/shop 📺 VTH Verlag

Technik Museum Sinsheim

Vor einem Jugendstil-Zaun steht ein weißer Rennwagen mit einer kantigen Bergrennkarosserie abfahrbereit. Vier gewaltige Krümmer, die in einer Sidepipe enden, ragen aus dem Motorraum, die großen Räder mit Drahtspeichen halten jedem Untergrund stand. Fahrer und Beifahrer warten auf das Startzeichen. Hermann Layher, Präsident der Technik Museen Sinsheim Speyer, blickt von der historischen schwarz-weißen Aufnahme auf und ist mit dem Ergebnis sichtlich zufrieden: Am Montag, den 14. Juni 2021, 110 Jahre nachdem das Foto mit Rennfahrer Franz Heim entstand, wurde es mit seinen Nachkommen originalgetreu nachgestellt.

Doch zurück auf Anfang: Wer sich auch nur im Entferntesten für Motorsport interessiert, dem ist der Blitzen-Benz ein Begriff. Mit 21,5 Litern Hubraum bringt der 200 PS starke Gigant eine beachtliche Leistung auf die Straße und zu Beginn des 20. Jahrhunderts war er in aller Munde: 1909 stellte der Wagen einen neuen Geschwindigkeitsrekord mit 202 Stundenkilometern auf über einen Kilometer auf; zwei Jahre später in Daytona Beach waren es sogar 228 km/h. Bis 1919 blieb dieser ungebrochen und der deutsche Hersteller „Benz“ erlangte dadurch Weltbekanntheit. Franz Heim – Carl Benz nahm sich einst persönlich des Lehrlings an, später selbst erfolgreicher Automobilkonstrukteur – bestritt mit dem Blitzen-Benz erfolgreich mehrere Bergrennen. So entstand auch diese historische Aufnahme. Und hier klärten der Autor Dietrich Conrad und Mercedes-Benz-Kenner Lothar Gottmann auf: Sie mussten damals für dieses Bild nicht weit fahren. Das Mannheimer Symbol, die Wolfsangeln, sind noch heute auf dem Mauerwerk des Zauns beim Käfertaler Wasserwerk zu sehen. Und auf der Straße daneben fanden Testfahrten statt. So kam diese Aufnahme zustande.

An einem warmen Juni-Tag, über 110 Jahre später, wurde das Foto nachgestellt. Das ließ sich der Museumspräsident nicht nehmen und stellte die motorisierte Legende zur Verfügung. Seit Jahren präsentiert das Technik Museum Sinsheim diesen Wagen seinen Besuchern. Einmal im Jahr lässt Hermann Layher den in mehreren Tausend Stunden restaurierten Wagen beim BRAZZELTAG® in Speyer laufen. Doch hier lockte eine Reise in die Vergangenheit. „Gebaut wurde das Auto noch im alten Benzwerk in Mannheim-Luzenberg.



Die historische Aufnahme vor dem Käfertaler Wasserwerk aus dem Jahr 1911 (Foto: Technik Museum Sinsheim)

Heute, 110 Jahre später, steht das Auto an gleicher Stelle. Unter großer Medienbeachtung wurde das Foto nachgestellt. Die Urenkel von Franz Heim, Daniela und Oskar Heim, waren vor Ort, auch die Benzlegende und Benz-Museumsbetreiber aus Ladenburg, Winfried Seidel, hat sich diesen wichtigen Termin nicht entgehen lassen“, erinnert sich Layher an die Dreh- und Fotoaufnahmen vor wenigen Tagen. „Das Wasserwerk Mannheim versorgt den Wasserturm in der Stadt mit frischem Quellwasser. Auch Carl Benz hat dieses Wasser getrunken. Wir haben auch davon gekostet. So war dies, 110 Jahre später, ein großes Highlight“ so der Museumspräsident.

Nach dem Fototermin ging es auf eigener Achse von der Quadratestadt nach Ladenburg zum Benz-Museum. „Der Blitzen-Benz hat sich in Mannheim und auf der Fahrt sehr wohl gefühlt“ erklärt Layher gut gelaunt. Auch sein Beifahrer Luca Chiusole, sein 16-jähriger Neffe, kam aus dem Grinsen gar nicht raus. Hier wurde es wieder deutlich: Oldtimer bringen Generationen zusammen.



110 Jahre später und an ein und derselben Stelle nahmen die Enkel von Franz Heim im Blitzen-Benz Platz: Daniela und Oskar Heim (Foto: Technik Museum Sinsheim)

Teilen sich Ihre Liebe für Oldtimer: Museumspräsident Hermann Layher und sein 16-jähriger Neffe Luca Chiusole (Foto: Technik Museum Sinsheim)



Datum	Veranstaltung	PLZ	Ort	Ansprechpartner	Kontakt	E-Mail	Homepage
04.-05.09.	Modellbauwelt	48429	Rheine, Kopernikus-Gymnasium, Kopernikusstr. 61	Bernd Koetter		modellfreak@koetter-online.de	
04.-05.09.	Mini-Bauma Modellbauausstellung	74889	Sinsheim, Technik Museum, Museumsplatz	Hermann Schulte		minibauma@igfbsk.de	
05.09.	Benzingespräch beim Frühschoppen	67346	Speyer, Am Technik Museum 1	Corinna Siegenthaler	06232-6708-68	siegenthaler@technik-museum.de	www.technik-museum.de
01.-03.10.	Modell Hobby Spiel	04356	Leipzig, Messe-Allee 1		0341/678 8154	info@modell-hobby-spiel.de	www.modell-hobby-spiel.de
03.10.	Benzingespräch beim Frühschoppen	67346	Speyer, Am Technik Museum 1	Corinna Siegenthaler	06232-6708-68	siegenthaler@technik-museum.de	www.technik-museum.de
31.10.	Modellbau-Börse/Flohmarkt	25358	Horst, Jacob-Struve-Schule, Heisterender Weg 19	Volker Engler		smc-elmshorn@email.de	www.smc-elmshorn.de
05.-07.11.	Faszination Modellbau	88046	Friedrichshafen, Neue Messe 1				www.faszination-modellbau.de
05.-07.11.	Echtdampf-Hallentreffen	88046	Friedrichshafen, Neue Messe 1				www.faszination-modellbau.de
17.-20.11.	Intermodellbau	44139	Dortmund, Westfalenhallen				www.intermodellbau.de

Die aktuellen Termine finden Sie im Internet unter: www.vth.de/maschinen-im-modellbau
Meldeschluss für die Ausgabe 6/2021 ist der 23.09.2021

Liebe Vereinsvorstände!

Sie können Termine für die Maschinen im Modellbau direkt im Internet eingeben. Ein vorgefertigtes Formular finden Sie unterhalb des Kalenders der Maschinen im Modellbau unter www.vth.de/maschinen-im-modellbau.

Vielen Dank für Ihre Mithilfe!

Anzeigen



- Einzylindermotor

- Feuerzeuggas betrieben
- Piezozündung
- Bronze Schwungrad 120 mm
- Leicht zu starten

Sonderpreis 395,00 €
(Fertigmotor)



- Gegenkolbenmotor

- Feuerzeuggas betrieben
- Piezozündung
- Viertakter
- Kurbelwellen, Nockenwelle und Schwungrad über Zahnriemen angetrieben.

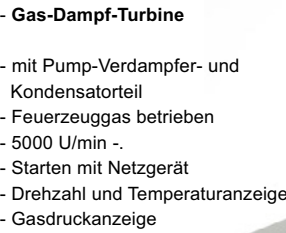
Sonderpreis 735,00 €
(Fertigmotor)



- Zweizylindermotor

- Feuerzeuggas betrieben
- Leicht zu starten
- Langsam Läufer
- V-Motor Klang

Sonderpreis 605,00 €
(Fertigmotor)



- Gas-Dampf-Turbine

- mit Pump-Verdampfer- und Kondensatorteil
- Feuerzeuggas betrieben
- 5000 U/min -
- Starten mit Netzgerät
- Drehzahl und Temperaturanzeige
- Gasdruckanzeige

Sonderpreis 995,00 €
(Fertiggerät/Komplett mit Netzgerät)



MAIER mechanik

Modell Motoren Made in Germany

MAIER mechanik
Elsenstr. 106
12435 Berlin

Tel: 030 536 96 784
info@maier-mechanic.com
www.maier-mechanic.com

KUBISMUS

Cubus – die neue Maschinenbaureihe der EAS GmbH

Die EAS GmbH aus Rheinberg am Niederrhein produziert seit 25 Jahren Automatisierungstechnik und CNC-Maschinen. Qualität und bester Service sind die Grundlagen der Firmenpolitik, welche mit 26 Mitarbeitern erfolgreich umgesetzt werden. Deshalb zählt EAS große Konzerne aus der Industrie ebenso zu seinen Kunden, wie den Modellbauer im eigenen Hobbykeller.

Überlegungen zur Sicherheit des Bediener und zur konsequenten Umsetzung der EU-Maschinenrichtlinie führten, in Verbindung mit neuen Fertigungsmöglichkeiten im Bereich der Blechbearbeitung, zur neuen CUBUS-Baureihe. Die CUBUS ist seit dem Frühjahr 2021 in sechs Baugrößen lieferbar.

Allgemeines

Die CUBUS CNC-Fräsmaschine vereint Sicherheit, Funktionalität und Steifigkeit mit überzeugender Optik. Die Maschine ist kompakt, wirkt aufgeräumt und kann mit vielen durchdachten Details punkten.

Das Gehäuse besteht aus pulverbeschichteten, gekanteten Stahlblechen und ruht auf stabilen, einstellbaren Füßen. Im Gehäuse finden sowohl die Steuerung, als auch alle Bedienelemente ihren Platz. Das sorgt für Ordnung in der Werkstatt

und vermeidet Kabelsalat und Stolperfallen.

Der Netzanschluss sowie geschaltete Steckdosen (z.B. für eine Absaugung) finden sich an der Rückseite. Die Verbindung zum Steuerungs-PC befindet sich benutzerfreundlich an der rechten Gehäusesseite.

Die Fronttür mit den großen Scheiben gestattet freien Blick auf das Werkstück während der Bearbeitung. Die Tür öffnet nach oben und bietet damit reichlich Platz und Bewegungsfreiheit beim Aufspannen der Werkstücke.

Ergänzt durch ein passendes Untergestell mit Schubladenblock, einen Industrie-PC mit Touchscreen und Schwenkarm sowie ein passendes Handrad, kann ein komplettes Kleinbearbeitungszentrum steckerfertig angeboten werden.

Kundenspezifische Sonderausführungen sind ebenso möglich, wie fertig eingerichtete und optimierte Programmabläufe.



Mechanik

Die Baureihe CUBUS ist ebenso wie die Baureihe Marathon mit einem feststehenden Portal ausgestattet. Diese Bauart ist im Gegensatz zu verfahrenen Brücken stabiler und verwindungssteifer. Eine Bearbeitung von Nichteisenmetallen wie Aluminium, Messing oder Kupfer wird dadurch möglich. Natürlich können auch Holz, Kunststoffe, GFK/CFK und weitere Werkstoffe bearbeitet werden.

Wie bei allen EAS Maschinen ist der Maschinentisch als Nutentisch ausgeführt. Das ermöglicht ein einfaches Aufspannen von Werkstücken, Spannpratzen, Schraubstock oder Vakuumpads.

Die Lagerung aller Achsen erfolgt über 15-mm-Linearführungen von HiWin. Bewegt werden alle Achsen durch Kugelrollspindeln. Als Antriebe stehen Schrittmotor- oder Servomotoren zur Verfügung. Alle Führungsschienen, Antriebsspindeln und Lagerungen sind vor Spänen geschützt eingebaut.

Unter dem verfahrenbaren Nutentisch sind Abdeckbleche montiert. Diese schützen den Zugang zu den unteren Einbauten. Dichtungsgummis verhindern zudem ein Eindringen von Schmutz in die Mechanik der Tischkonstruktion.

Durch das geschlossene Gehäuse bleiben Staub und Späne in der Maschine und halten die Werkstatt sauber. Eine integrierte Schublade im Maschinengehäuse ermöglicht die einfache Entsorgung von anfallenden Spänen. Zudem ist die Geräuschkulisse während der Bearbeitung durch Fräser und Frässpindel ebenfalls reduziert.

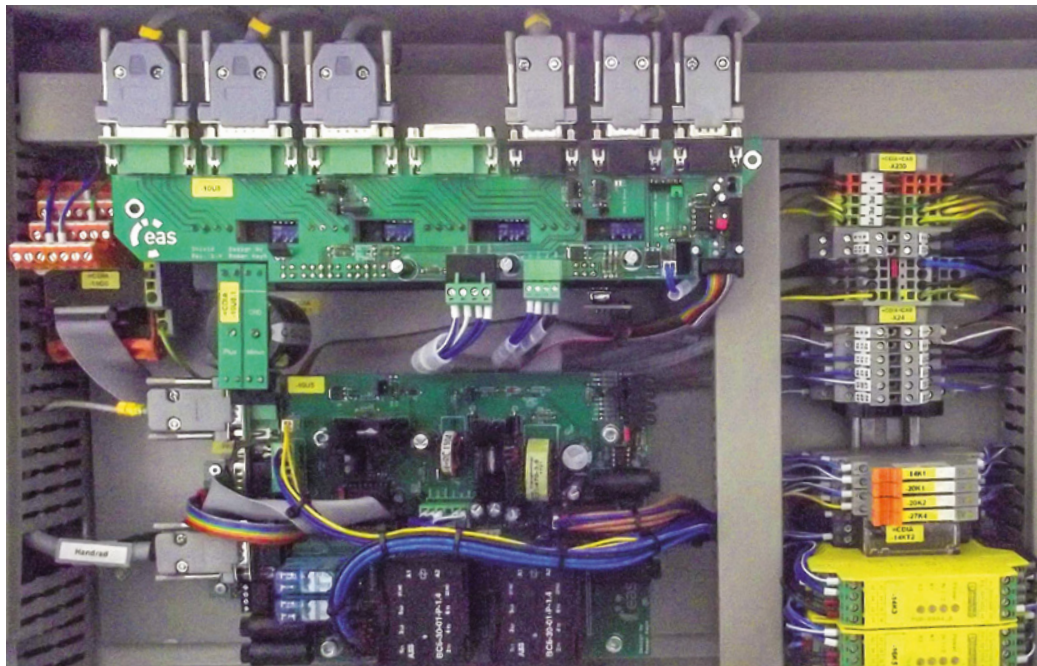
Die Fronttür wird beim Öffnen durch zwei Dämpfer unterstützt und hält diese sicher in der oberen Position. Der Öffnungswinkel kann durch Verstellen der Dämpfer in der Höhe eingestellt werden. Die ergonomische Anpassung an die Größe des Bedieners ist somit möglich und erleichtert die Handhabung.

Öffnungen im Dach und in der Rückwand bieten die Möglichkeit nach Bedarf einen Absaugschlauch zu montieren und nach außen zu führen.

Zum Transport der CUBUS-Maschine sind klappbare Tragegriffe angebracht. Allerdings muss man schon mit mehreren Personen heben, denn mit ihrem Stahlgehäuse und Stahlkomponenten ist die CUBUS wahrlich kein Leichtgewicht!

Elektrik

Die Steuerungselektronik befindet sich an der Rückseite und ist in das Maschinengehäuse der CUBUS integriert. Die Verbindung zum



Die Steuerung mit Controller ist im oberen, hinteren Teil der Maschine eingebaut. Deutlich erkennt man die beiden gelben Sicherheitsrelais für die Not-Aus-Funktion und die Türüberwachung



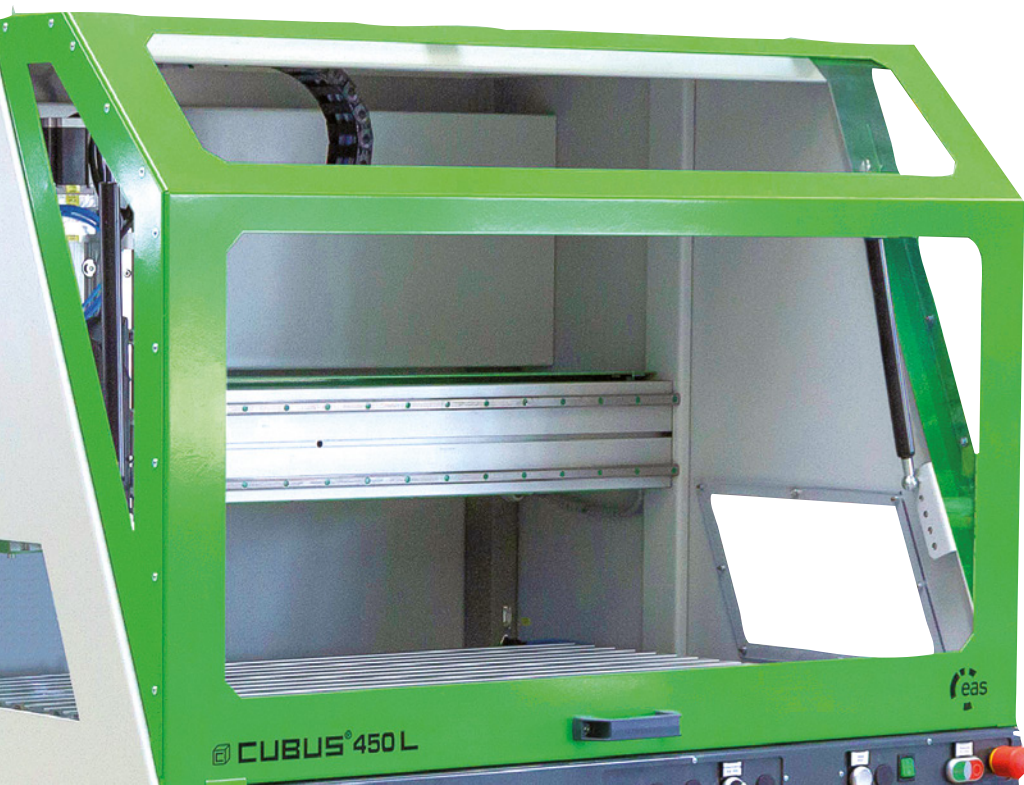
Die Bedientasten sind in der Frontseite unter der Tür eingebaut. Je nach Ausbaustufe können zusätzliche Taster und Schalter angeordnet werden



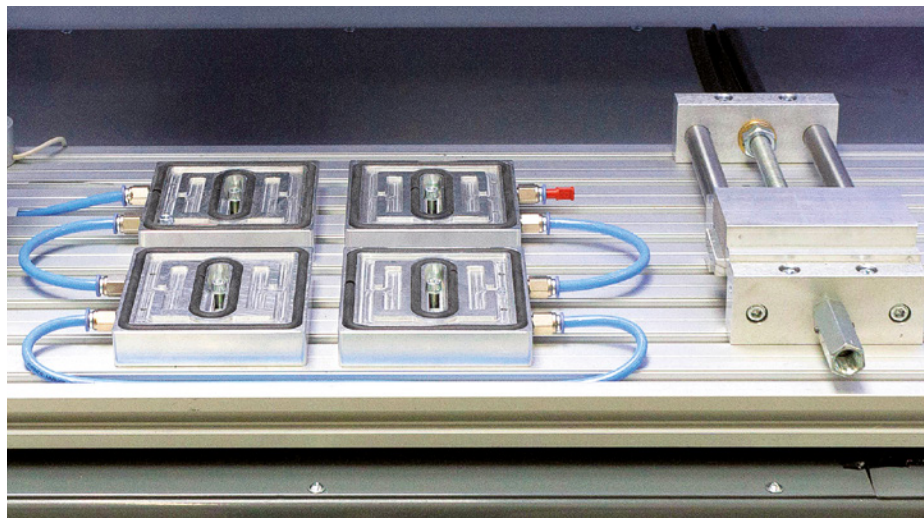
An der Maschinenrückseite befinden sich der Netzanschluss und je nach Ausbaustufe weitere Steckdosen. Diese können vom Programm geschaltet werden, um z.B. einen Staubsauger einzuschalten. Auf dem Bild sieht man auch einen Schlauchanschluss für einen Vakuumschüssel



An der rechten Seite der Maschine stehen Anschlüsse für den Steuerungs-PC zur Verfügung. Hier befindet sich auch der Anschluss für das optionale Handrad



Die Bedientür mit den großen Sichtscheiben ermöglicht einen freien Zugang zum Spannen der Werkstücke



Der integrierte Nutentisch ermöglicht ein einfaches Aufspannen von Werkstücken oder die Befestigung von Spannvorrichtungen wie Vakuumpads oder Schraubstock

Technische Daten

Baugröße	Außenmaß B×H×T	Verfahrenweg X/Y/Z	Aufspannfläche X/Y
300S	836/912/775	620/320/165	600/320
300L	1.236/912/775	1.020/320/165	1.000/320
300XL	1.486/912/775	1.270/320/165	1.250/320
450S	836/912/1.115	620/480/165	600/480
450L	1.236/912/1.115	1.020/912/165	1.000/480
450XL	1.486/912/1.115	1.270/912/165	1.250/480

Untertisch erfolgt durch einen geschlossenen Kabelkanal.

Bewegte Leitungen werden in einem Kabelschlepp geführt und wie bei allen EAS-Maschinen werden auch hier nur schleppkettentaugliche Leitungen verwendet.

Anschlüsse befinden sich ebenfalls an der Rückseite der Maschine im unteren Rahmen. Im vorderen Rahmen sind die Bedienelemente wie Schalter, Wahlschalter und Meldeleuchten integriert. Je nach Ausstattung und Kundenwunsch ist die Anzahl und Bestückung variabel.

An der rechten Gehäusesseite gibt es im unteren Rahmen Anschlüsse für den Steuerungs-PC (Kaltgerätesteckdose), das Handrad, Netzwerkverbindung und USB-Verbindung.

Steuerung

Als Maschinensteuerung wird der bewährte USB-Controller in Kombination mit der Software NC-EAS(Y) eingesetzt. Der Import von Datenformaten HPGL, DIN 66025 (G-Code) oder ISEL NCP ist standardmäßig, der Import von DXF, AI, EPS, SVG sowie Sieb&Meyer ist optional möglich. Die Verbindung zum PC erfolgt über ein USB-Kabel, welches an der rechten Gehäusesseite eingesteckt wird.

Je nach Anwendung sind drei oder vier Endstufen eingebaut. Die Steuerung ist modular aufgebaut, sodass im Fehlerfall defekte Bauteile mit wenigen Handgriffen getauscht werden können. Die Verbindungen zu den Motoren und Schaltern sind mit Steckern ausgeführt.

Alle Bedienelemente befinden sich leicht zugänglich an der Frontseite unter der Bedientür. Eingebaut sind immer die Tasten für „Steuerung EIN/AUS“, „Türe öffnen“ der „NOT-AUS Taster“ sowie der „Netzhauptschalter“. Weitere Bedienelemente werden je nach Ausbaustufe/Zubehör oder Kundenwunsch eingebaut.

Für die Beleuchtung ist eine LED-Leuchte im Maschinengehäuse integriert. Als Option kann die Beleuchtung verschiedene Maschinenzustände anzeigen: grün für Automatikbetrieb, blau für Grundstellung oder rot im Fehlerfall.

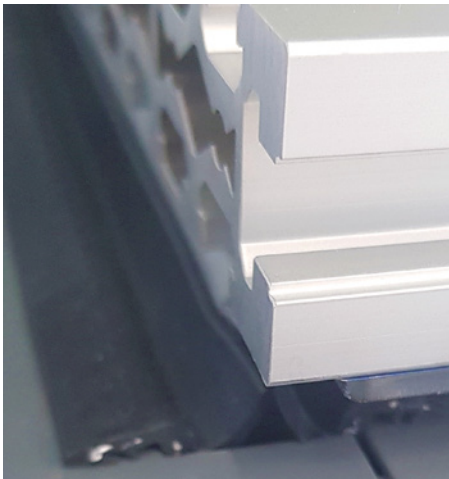
Sicherheit

Die Sicherheit von Maschinen und Anlagen wird bei EAS groß geschrieben und wurde bei der CUBUS-Baureihe von Anfang an konsequent umgesetzt.

Für CNC-Fräsmaschinen gibt die EU-Richtlinie eine „trennende Schutteinrichtung“ vor. Diese verhindert eine Verletzung des Bedieners durch umherfliegende Späne, abgebrochene Fräser oder ein gelöstes Werkstück. Natürlich schützt sie den Bediener auch vor möglichen



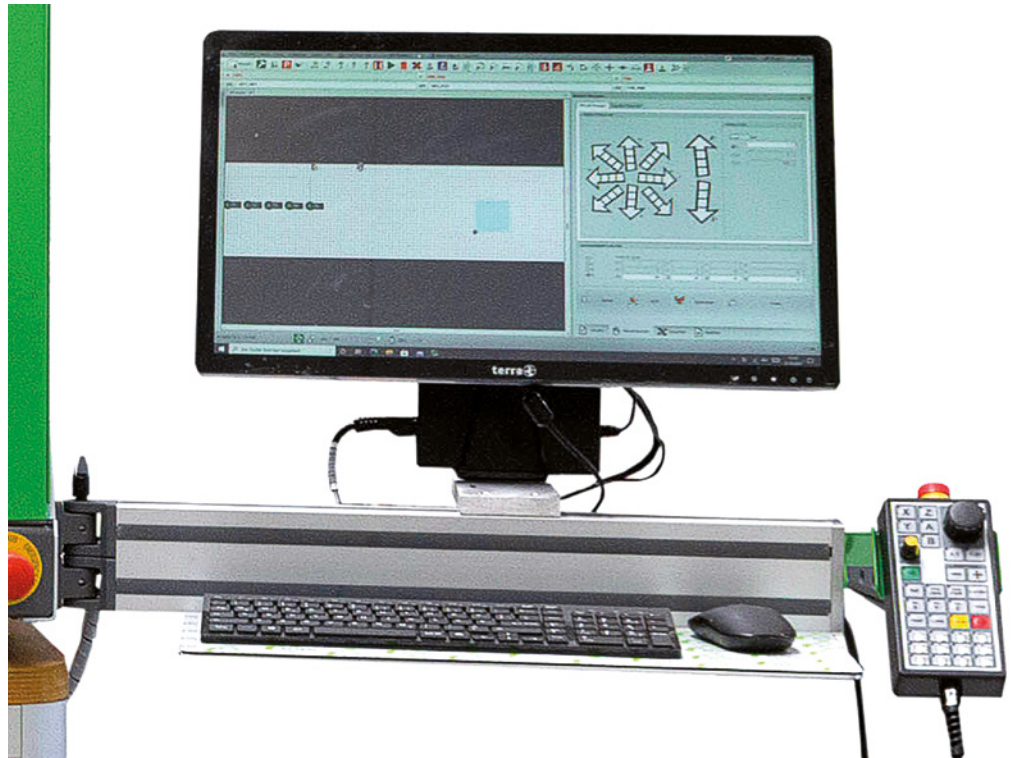
Ein Maschinentisch mit Lenkrollen und Schubladenschrank steht als Option zur Verfügung. Hier kann Zubehör und Werkzeug sauber gelagert werden



Unter dem integrierten Nutentisch befinden sich Dichtlippen im Abschlussblech. Diese verhindern das Späne in den unteren Teil der Y-Achse gelangen



Die Dämpfer an der Bedientür können in der Höhe variiert werden. Dadurch ist eine Änderung der Öffnungshöhe der Tür an die Größe des Bedieners ergonomisch anpassbar



Als Option kann seitlich ein Schwenkarm mit Steuerungs-PC angebaut werden

Quetschstellen oder ein Hineingreifen in den laufenden Fräser.

Diese trennende Schutteinrichtung muss aber auch auf Wirksamkeit überwacht werden, was bei der CUBUS durch einen integrierten und zertifizierten Sicherheitsschalter erreicht wird. Das Automatikprogramm kann erst gestartet werden, wenn die Bedientür geschlossen ist. Anschließend wird diese über den Sicherheitsschalter verriegelt. Die Bedientür kann während der Bearbeitung nur nach Stillstand der Achsen und der Frässpindel geöffnet werden. Die Auswertung des Sicherheitsschalters erfolgt durch ein zertifiziertes Sicherheitsrelais in der Steuerung.

Je nach Anwendungsfall werden als Frässpindel Drehstromspindeln mit Frequenzumrichter eingesetzt. Auch diese Frequenzumrichter müssen den Sicherheitsanforderungen der EU-Richtlinien genügen. Bei der CUBUS-Baureihe werden Frequenzumrichter mit STO-Funktion (Save Torque Off) eingesetzt. Das bedeutet, die Frässpindel wird aktiv abgebremst, der Stillstand wird überwacht. Nach Spindel-Stillstand wird ein Wiederanlauf aktiv verhindert und die Türöffnung erhält ihre Freigabe.

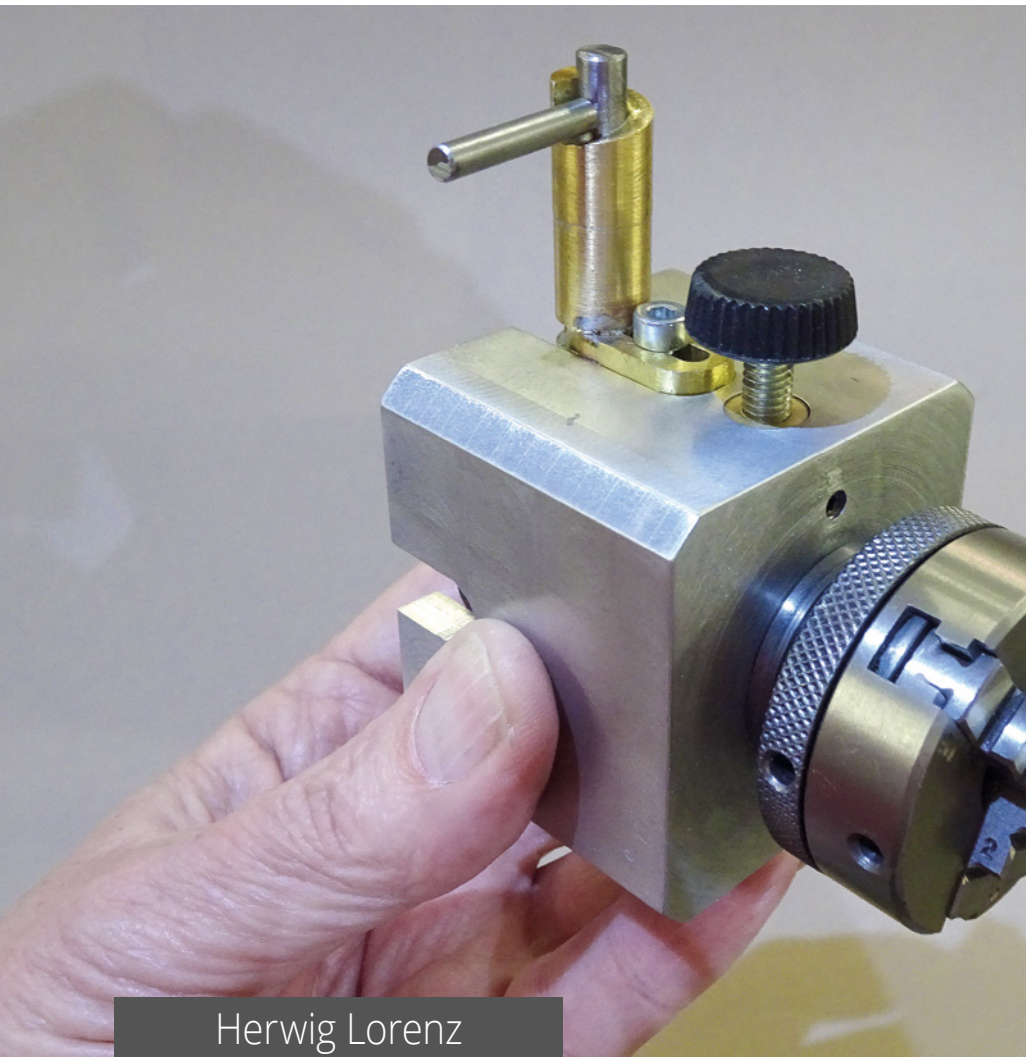
Die NOT-AUS Funktion an der Maschine ist selbstverständlich auch den Normen entsprechend mit Sicherheitsrelais ausgeführt.

NOT-AUS-Funktion

Ein NOT-AUS-Taster soll für das Stillsetzen der Maschine im Gefahr-falle sorgen. Wie diese NOT-AUS-Funktion auszuführen ist, geben die EU-Richtlinien vor. Nicht jeder NOT-AUS-Taster, den verschiedene Hersteller mitliefern, entspricht den Normen. So gibt die Norm bei CNC-Maschinen (automatisch gesteuerte Maschinen) ganz klare Vorgaben. Das gilt nicht nur für die Farbe, sondern auch für die Funktion. Eine NOT-AUS-Funktion ist 2-kanalig und mit einem Sicherheitsrelais auszuführen. Das Sicherheitsrelais muss zertifiziert sein und mit zwangsgeführten Kontakten die Maschine auf der „Hardwareseite“ abschalten. Eine Meldung zur Software alleine reicht nicht aus! Das Wiedereinschalten der Maschine ist an gewisse Bedingungen geknüpft, damit das Sicherheitsrelais wieder zurückgesetzt wird. Eine einfache Entriegelung der NOT-AUS-Taste reicht in keinem Falle aus.

Vergewissern Sie sich, dass die NOT-AUS-Einrichtung an Ihrer Maschine den Sicherheitsregeln und EU-Normen entspricht!

Mini-Direktteilapparat „light“



Herwig Lorenz

Weil meine 20 Jahre alte Optimum Fräse mit ihrer Rundsäule nicht die „Idealbesetzung“ für die Bearbeitung von Stahl ist, sollte mir ein kleiner Teilkopf auch in einer „Light Version“, also aus Alu, genügen. Ich nehme dabei in Kauf, dass ich möglicherweise nicht die Steifheit und Genauigkeit des in der MASCHINEN IM MODELLBAU beschriebenen Apparates werde erreichen können. Weil mir obendrein keine kleinen Spannzangen zur Verfügung stehen, wollte ich als Spannmittel ein 50er Mini-Dreibackenfutter verwenden, das ich vor einiger Zeit bei Ebay erstanden hatte. Dieses preiswerte Futter wird nicht ausdrücklich für seine hohe Rundlaufgenauigkeit gepriesen, aber zum Einspannen kleiner Werkstückdurchmesser unter 3 Millimeter hat es, einfach auf einem Dorn mit 14×1 Gewinde aufgeschraubt, bisher immer gute Dienste auf meiner Drehbank geleistet (**Bild 1**).

Es kommt bei meinem Modellbau auch nicht bei jedem Werkstück immer auf den hundertstel Millimeter an. Und wenn doch, dann lasse ich mir dazu was einfallen. Dazu folgen am Ende des Berichtes noch ein paar Zusatzinformationen. Außerdem wollte ich ein paar eigene Ideen einbringen. Damit war folgendes Konzept für meinen Teilapparat festgelegt:

1. Gehäuse aus Alu. Gleitlagerung in MS Buchse, Welle und Rastung aus Stahl.
2. Als Spannmittel das vorhandene 50 Millimeter Dreibackenfutter verwenden.
3. Feste Teilungen nur für die gebräuchlichsten Teilungen 4 und 6. Aber dafür sollte das Weiterschalten extrem schnell und sicher gehen. Also keine Löcher zählen müssen oder auf eine Skala schießen, um die richtige Teilung zu erwischen.
4. Die Rastung sollte genau und so stabil sein, dass im Normalfall eine Klemmung nicht nötig ist. (Aber doch vorhanden ist, wenn die Fräskräfte es erfordern).
5. Die Einspannung muss in meinem Universal- Maschinenschraubstock und dem kleinen Niederzugschraubstock möglich sein.
6. Der Teilapparat soll horizontal und vertikal verwendbar sein. Deshalb muss die Bedienung von einer Seite aus möglich sein und möglichst weit entfernt vom Fräswerkzeug, um (wenn es sicher genug ist!!) nicht bei jedem Weiterdrehen die Fräse ausschalten zu müssen.
7. Wenn irgend möglich sollte nur vorhandenes Material Verwendung finden, also überwiegend „lockere“ Dimensionsvorgaben.

In der MASCHINEN IM MODELLBAU 2/2021 sprang mich der tolle Bericht von Dieter Philipp regelrecht an, in dem er den Bau seines kleinen Direktteilapparates beschreibt. Ich besitze zwar einen ordentlichen Teilkopf mit 125er Futter, aber das schwere Ding immer aufzuspannen für einen kleinen Sechskant an einer Ölablassschraube, für einen kleinen Vierkant oder ein paar Bohrungen auf einem Teilkreis ist nicht nur ein Kraftakt, sondern auch zeitraubend und mühsam. Meist muss danach auch der Maschinenschraubstock wieder neu ausgerichtet werden. Deshalb hatte ich mich schon seit längerem mit dem Gedanken an eine kleine Vorrichtung beschäftigt, mit der sich eben solche Aufgaben ohne Mühe zeitnah erledigen lassen. Der Bericht von Dieter Philipp war jetzt der Auslöser, das endlich selbst in die Hand zu nehmen.

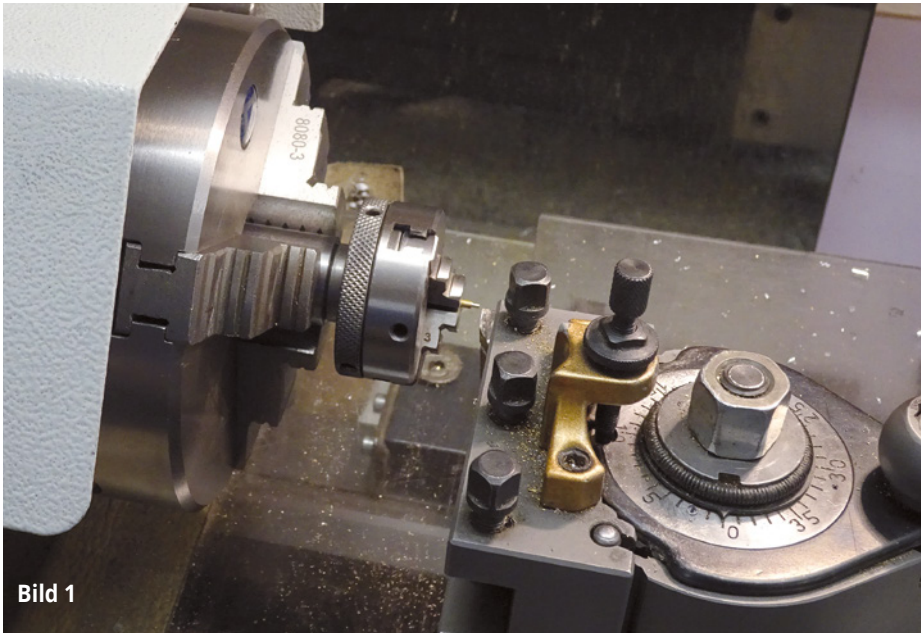


Bild 1

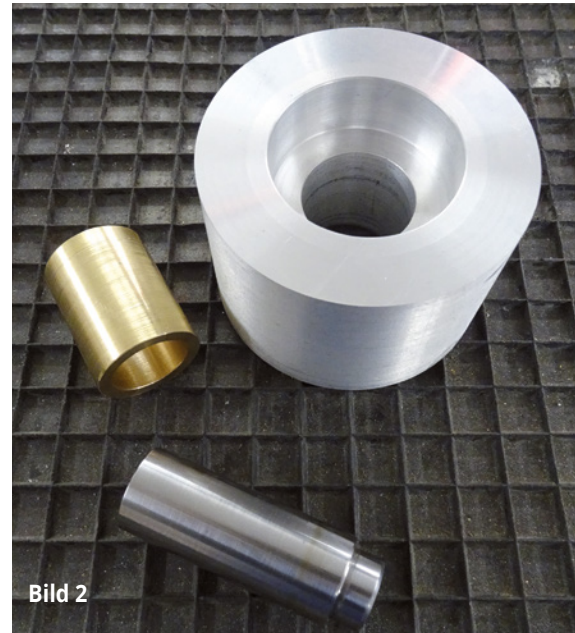


Bild 2

8. Alle Bauteile sollten möglichst unkompliziert herzustellen sein.

Für den Grundkörper fand ich ein Stück Rundalu mit 75 Millimeter Durchmesser, das kurz überdreht und an einem Ende geplant wurde. Ohne umzuspannen habe ich da hinein und damit zum Außendurchmesser fluchtend eine 27er Bohrung für die durchgehende Lagerbuchse aus MS eingebracht. Das erspart das Ausrichten bei der Lagersitzbearbeitung von beiden Seiten. Nach dem Umspannen wurde die zweite Seite plangedreht und die Freidrehung mit 42 Durchmesser mal 16 tief für die Rastscheibe gefertigt. Daraus ergab sich die Fertigteillänge des Gehäuses von 49 Millimeter. Mehr gab mein Restmaterialstück nicht her.

Bild 2 zeigt das vorgedrehte Gehäuse, die fertige Messingbuchse und die schon an einer Seite mit einem Absatz für das Futtergewinde M14×1 versehene Welle. Danach ging es auf die Fräsmaschine, wo ich das Rundstück auf 54 mal 58 Millimeter parallel zur 27er Bohrung abgefräst habe. Es bleiben dabei ein paar schräge Ecken, was nicht stört (**Bild 3**).

Dann kamen noch die Ausfräsungen und Bohrungen für die Befestigung des Raststiftes und der Klemmung dazu (**Bild 4**). Die 10-Millimeter-MS-Buchse mit dem M6-Gewinde für die Feststellschraube und die seitliche Ausfräsung, um an die Inbusmatten der Rastscheibe zu kommen, sind in der Zeichnung nicht dargestellt.

Alle Maße entsprechen meiner Ausführung und sind, bis auf die Passungen, mehr vom verfügbaren Material als von technischen Überlegungen abhängig.

Beim Suchen nach einem geeigneten Material für die Welle in meinem Materialvorrat (oft aus der Schrottkiste) bekam ich ein Stück geschliffene und gehärtete Welle mit genau 20 Millimeter Durchmesser in die Hand. Das

ideale Teil für die Gleitlagerung in einer MS-Buchse. Das wurde auf Vormaß gekürzt und dann mit einem Absatz für den Anlaufbund und das Gewinde M14×1 für das Dreibackenfutter versehen (**Bild 5**). Das war leichter gesagt als getan. Denn leider meldete sich meine noch recht junge Drehbank mit einem kostspieligen Defekt der Steuerplatine ab, weshalb sich meine Emco Maximat aus der Mitte des vorigen Jahrhunderts mit der Bearbeitung der ca. 3 Millimeter dicken gehärteten Oberfläche abmühen musste. Es hat mich dabei wieder überrascht, wie stabil diese alte, nostalgisch wirkende Maschine immer noch ist, auch wenn es wegen Verschleiß am Maschinenbett (wegen rüder Behandlung beim Vorbesitzer) bei der Genauigkeit der Längsführung schon etwas hapert. Als Anlaufbund gegen die Messingbuchse habe ich futterseitig noch eine 30er Stahlscheibe hart aufgelötet und beidseitig plan gedreht (**Bild 6**).

Die Buchse aus MS wurde mit etwa 0,02 Millimeter Spiel passend zu der Welle gedreht und dann mit etwas Überstand auf beiden Seiten zum Gehäuse mit Loctite 648 dort eingeklebt (**Bilder 2 und 3**).

Dann folgte die Anfertigung des Raststiftes und des dazu gehörenden Federgehäuses. Das besteht aus zwei zusammen gelöteten Teilen aus MS, die unten mit 8 Millimeter und oben mit 6 Millimeter für die Führung des Raststiftes verantwortlich sind. Dazu kommt noch der angelötete Halter mit dem Langloch (**Bild 7**). (Die Feder ist nicht dargestellt). Das seitliche Spiel, das der Raststift in seiner Führung hat, ist ausschlaggebend für die Wiederholbarkeit der Rastposition. Deshalb sollte diese Passung hier so eng möglich sein. Ich habe die Bohrungen 8,0 unten und 6,0 oben aufgerieben, was dem Toleranzfeld H7 entspricht, und den Raststift

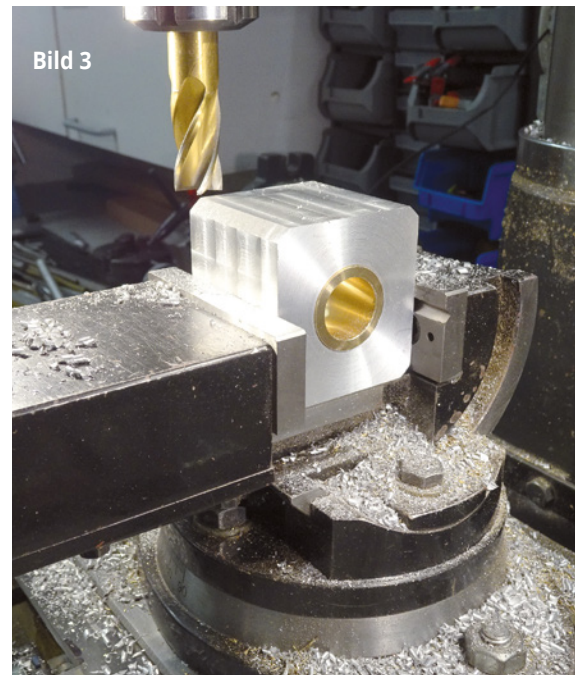


Bild 3

so gefertigt, dass der sich eben bewegen lässt. In der Zeichnung ist die Toleranz dafür mit h6 angegeben. Die sollte möglichst nicht voll ausgenutzt werden.

Weil ich wegen der Haltekraft der Rastung eine relativ starke Feder verwendet habe (7,8×6,2×0,8 mm×25 lang, in meiner Federsammelkiste gefunden, sonst hätte ich eine aus 0,8-mm-Stahldraht angefertigt), habe ich vermutet, dass die Betätigung durch Anheben des Raststiftes von Hand zu mühsam werden könnte. Darum habe ich die Betätigung des Raststiftes über eine Schräge vorgesehen mit einer Feststellmöglichkeit, wenn der Stift angehoben, also ausgerastet ist. Die Anfertigung dieser Schräge im Federgehäuse zeigt **Bild 8**.

Den Hub des Raststiftes hatte ich mit 4 Millimeter festgelegt, der sollte bei einem Drehwinkel

Bild 4

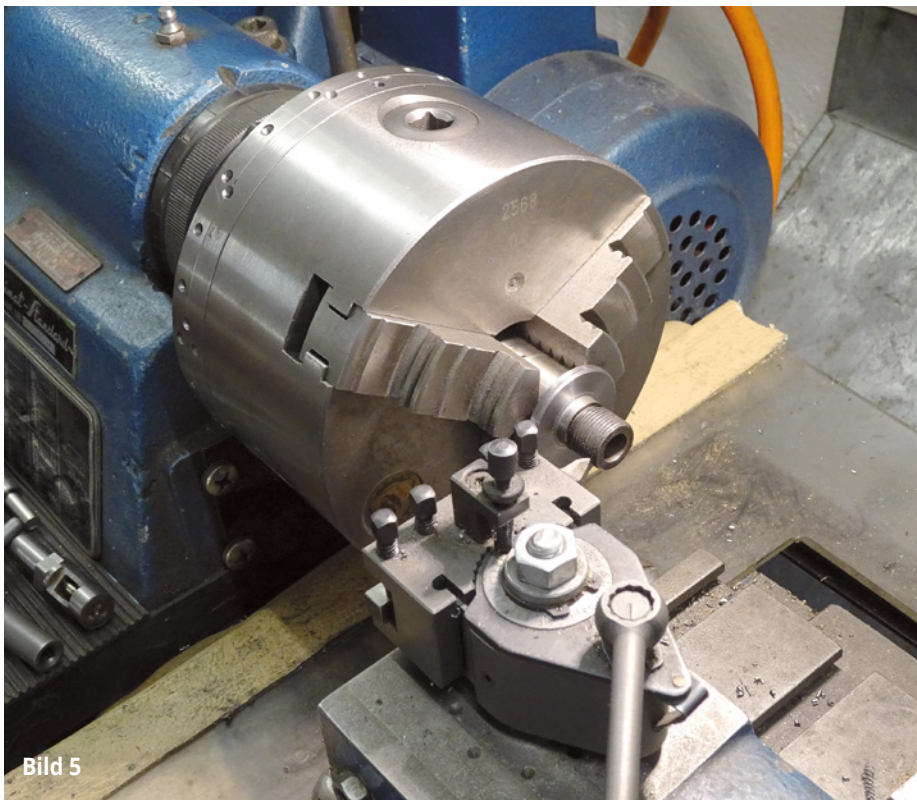
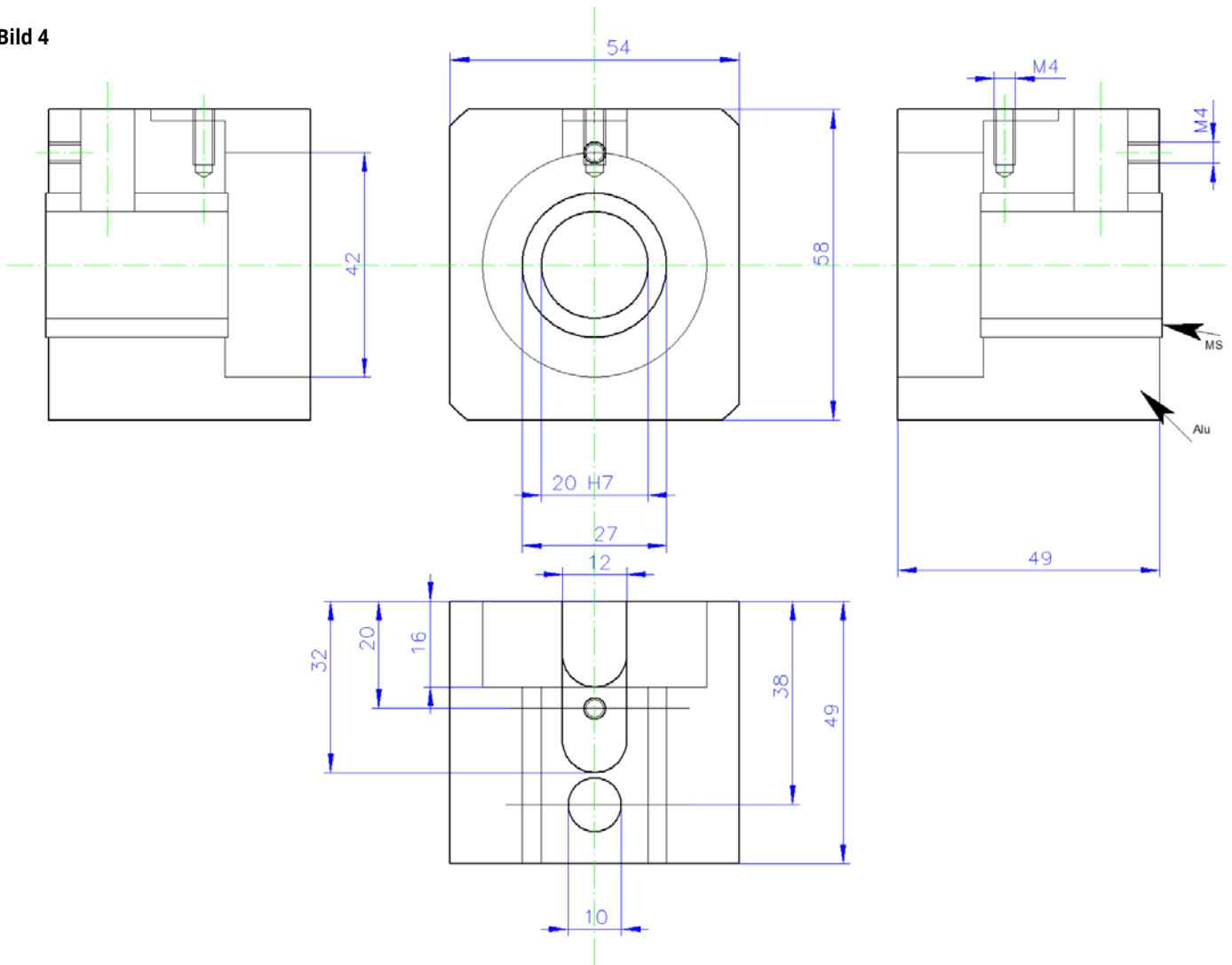


Bild 5

von etwa 180° erreicht werden. Das hieß, je 10° Drehwinkel musste ich $4/18=0,22$ Millimeter tiefer fräsen. Die verbleibenden kleinen Stufen wurden mit dem Feinbohrschleifer etwas egalisiert.

Die Rastscheibe ist aus Stahl (**Bild 9**). Es sind die Rastungen für die zwei festen Teilungen mit einem Abstand von 4,6 Millimeter (hatte sich bei meinem Gehäuse so ergeben, etwas mehr wäre besser) mit einem 5 Millimeter Zentrierbohrer eingebracht. Geklemmt wird die Rastscheibe mit zwei M4-Madenschrauben auf einer kleinen Abflachung der Welle (**Bild 10**, hier fürs Einbringen der Rastbohrungen hilfsweise auf der Welle aufgespannt). Da der Raststift dazu passend ebenfalls eine 60°-Spitze hat, hält diese unter dem Druck der Feder die Rastscheibe unverrückbar fest. Zur Einstellung des Axialspiels der Welle wird die Rastscheibe beim Festziehen der zwei Madenschrauben nur per Handkraft gegen das Futter auf den Anlaufbund der Buchse gedrückt, das ergibt ein Axialspiel von 0,0. Technisch vorbildlich wäre eine Ringmutter mit Feingewinde zur Axialspieleinstellung gewesen, aber der Aufwand

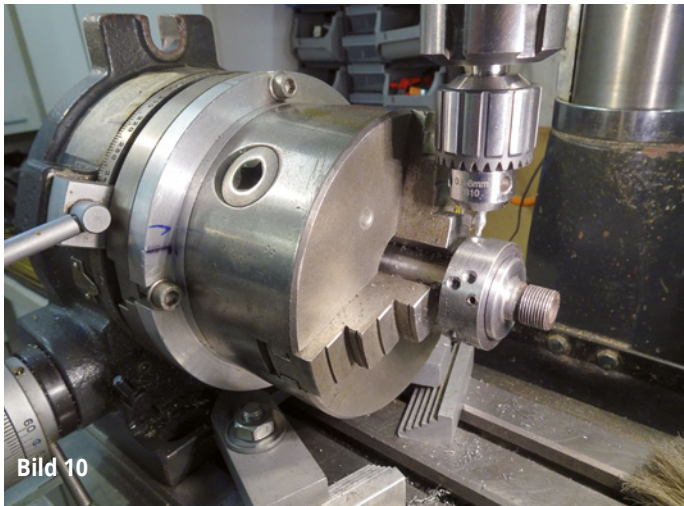


Bild 10

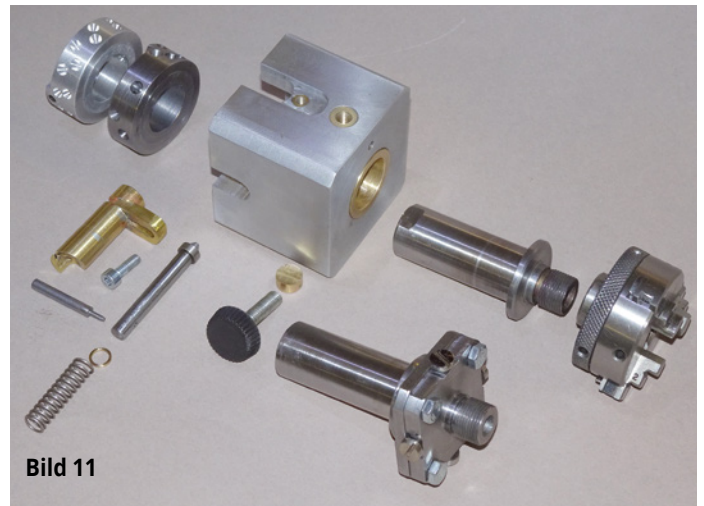


Bild 11

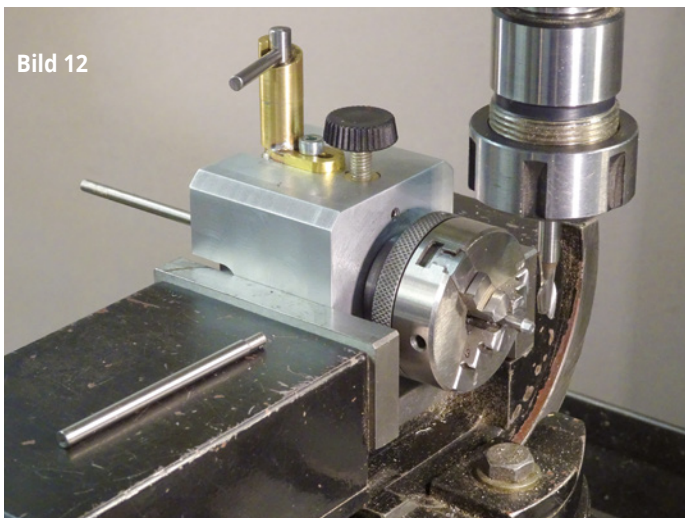


Bild 12

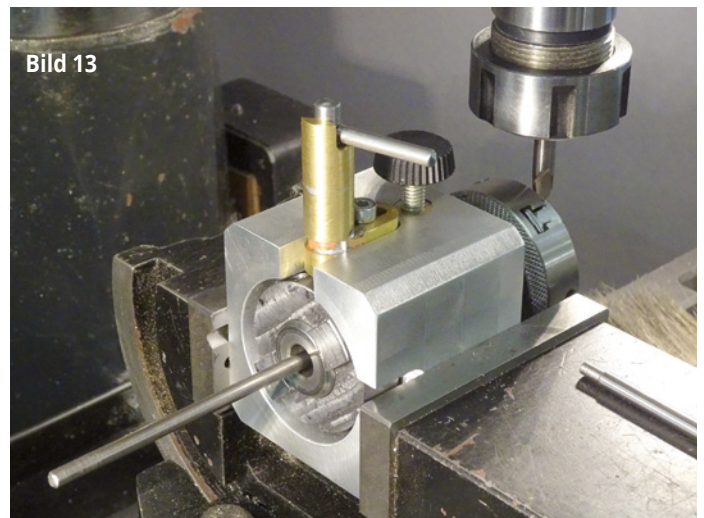


Bild 13

Bild 13 zeigt von hinten die „Bedienseite“. Durch die Abfräsungen an der Rastscheibe kann die Spindel von dort aus zur nächsten Rastung gedreht werden, ohne mit der Hand in die Nähe des Fräasers zu gelangen. Die Spindel/Welle ist natürlich durchbohrt, um auch Stangenmaterial spannen zu können.

In **Bild 14** werden die vier Bohrungen eines Lagerdeckels eingebracht. Die Drehung erfolgt hierbei am besten mit dem Spannstoß des Futters. Die Rändelschraube dient der Klemmung der Spindel, wenn sich das wegen der Kräfte bei der Zerspanung als nötig erweist.

Ich habe auch die Rundlaufgenauigkeit per Messuhr getestet. Meine Konstruktion läuft um 0,03 Millimeter auf dem Außendurchmesser des Futters gemessen (un)rund. Die Messung an einem im Futter eingespannten Prüfstoß zeigt eine gesamte Unrundheit von 0,08 Millimeter. Dazu kommt noch eine vertikale Verschiebung von 0,02 Millimeter, wenn der Raststoß einrastet oder die Spindel geklemmt und damit in die MS-Buchse gedrückt wird (das Lagerspiel zwischen der MS-Buchse und der Welle). Das dürfte bei dem in der MASCHINEN IM MODELLBAU beschriebenen Teilapparat mit seinen Kegelrollenlagern nicht passieren.

In der Praxis kann ich trotzdem von einer Gesamtgenauigkeit von etwa 0,1 Millimeter ausgehen. Bei den meisten Anwendungen ist das tolerierbar. Aber eben nicht immer.

Ich habe deshalb eine weitere Welle angefertigt (**Bild 15**, dazu gibt es keine Zeichnung, da die Maße beliebig sind und das Bild die Funktionsweise erkennen lässt) nach einer Methode, die auch beim Ausrichten von Drehbankfuttern angewendet wird. Dafür wird bei mir das auf einen kurzen Flansch (ohne Zentrierung) geschraubte Futter auf einen viereckigen Flansch dieser zweiten 20er Welle (der dort mit Loctite 648 aufgepresst, verstiftet und plangedreht ist) mit vier M5-Sechskantschrauben befestigt. Es lässt sich so um etwa 0,5 Millimeter in jede Richtungsverschieben. Die Schraublöcher sind entsprechend größer gebohrt.

Zum genauen Zentrieren des Futters klemme ich dessen Flansch mit zwei gegenüber liegenden Schlitzschrauben soweit fest, dass der sich nur noch in einer Richtungsverschieben lässt. Die Köpfe der Schlitzschrauben ragen etwa 1,5 Millimeter über die Kante und haben dadurch Kontakt zum Flansch auf der Welle. Dann messe ich die Rundlaufabweichung der 90° dazu liegenden Richtung, löse die vier Stück

Sechskantschrauben der Befestigung leicht und drehe die Schlitzschraube auf der Seite mit der Negativabweichung rechtsherum und ziehe so den Futterflansch zur Mitte. Dafür lässt sich sogar ausrechnen, wie weit diese Schraube gedreht werden muss. Das geht einfacher, als die Verschiebung auf der Messuhr abzulesen, weil durch das Lösen der vier Stück Sechskantklemmschrauben der Futterflansch nicht mehr fest auf der Planfläche anliegt und deshalb falsche Werte angezeigt werden.

Ein Beispiel dazu: Ist die gemessene Abweichung 0,4 Millimeter, muss die Futtermitte also um 0,2 Millimeter verschoben werden. Ich habe die Schlitzschrauben für die Justierung mit einem M4-Gewinde versehen. Das hat eine Steigung von 0,7 Millimeter. Also muss für eine Verschiebung von 0,2 Millimeter die Schraube um $0,2/0,7=0,285$ Umdrehungen angezogen werden (deshalb habe ich auch die speziellen Schlitzschrauben mit dem großen Kopf angefertigt, damit ich die Verdrehung gut abschätzen kann). Danach müssen die vier Befestigungsschrauben wieder angezogen werden. Dann kann die Spindelmitte per 180° Drehung kontrolliert werden (nur in dieser Ebene, die Abweichung in der Richtung 90° dazu

wird noch vernachlässigt). Stimmt das, wird auf der anderen Ebene, um 90° versetzt, das Gleiche gemacht. Eventuell noch vorhandene geringe Abweichungen sind in einem zweiten Durchgang zu korrigieren.

Ich habe bei meinem ersten Test (alles im Futter der Drehbank eingespannt) beim dritten „Durchgang“ eine Restrundlaufabweichung von tatsächlich 0,00 Millimeter am Prüfstift erreicht. Zumindest hat sich der Zeiger meiner Tastuhr nicht mehr bewegt. So lassen sich auch Ungenauigkeiten der Backenfutter ausgleichen, wenn diese „in die Jahre gekommen“ sind und auf verschiedenen Durchmessern ungleich rund spannen (**Bild 16**). Zum Schluss werden alle vier Schlitzschrauben zur Sicherheit leicht angezogen und der Festsitz der vier Sechskantschrauben geprüft.

Diese zweite „auf optimalen Rundlauf justierbare“ Futteraufnahme kann ich sowohl in der Drehbank **Bild 16** als auch in dem kleinen Teilapparat verwenden **Bild 17**. Das 0,02 Millimeter große Lagerspiel im Teilapparat zwischen der MS-Buchse und der Welle ist damit allerdings nicht zu korrigieren. Das ist und bleibt der Nachteil einer Gleitlagerung, erst recht, wenn diese Passungen nicht geschliffen wurden. Bei meiner Fräuserschleifvorrichtung habe ich das vor Jahren weitestgehend vermeiden können, weil ich dort die Lagerbuchse durchgehend geschlitzt hatte und von außen mit Einstellschrauben vorspannen kann. Auf diesen Aufwand habe ich hier allerdings bewusst verzichtet. Selbst mein großer Teilapparat vom „Fachhandel“ hat noch mehr Lagerspiel, mit dem ich zurecht kommen muss.

Der Tausch beider Wellen im Teilkopf oder zur Verwendung auf der Drehbank ist nach Lösen der Rastscheibe denkbar einfach und die gehärteten Oberflächen vertragen auch das Einspannen im Drehbankfutter.

Ich denke mit dieser kleinen Vorrichtung eine weitere gut zu gebrauchende Hilfe in meiner Hobbywerkstatt zur Verfügung zu haben und Anregungen für eigene Ideen geben zu können. Die ersten Einsätze zur Teilefertigung haben jedenfalls meine Erwartungen in der Handhabung restlos erfüllt.

PS: Fazit nach zwei Wochen intensiven Gebrauchs. Der 60°-Konus des Raststiftes zeigt Verschleißspuren/Eindrücke. Das ist offensichtlich die Folge der Drehkräfte, die beim Einspannen der Werkstücke bei dieser Futterbauart auftreten. Ich werde deshalb einen neuen Raststift aus Silberstahl machen und den im Bereich des 60°-Konus härten und schleifen, um die Rastgenauigkeit zu gewährleisten. Auch gehe ich davon aus, dass sich deshalb meine Rastscheibe aus Alu auf Dauer auch nicht bewähren wird und gegebenenfalls aus Stahl neu angefertigt werden muss.

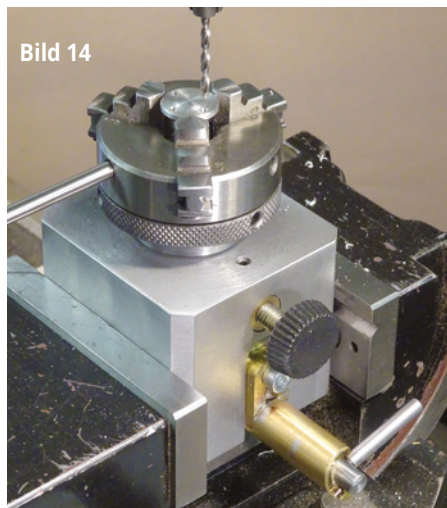


Bild 14



Bild 15

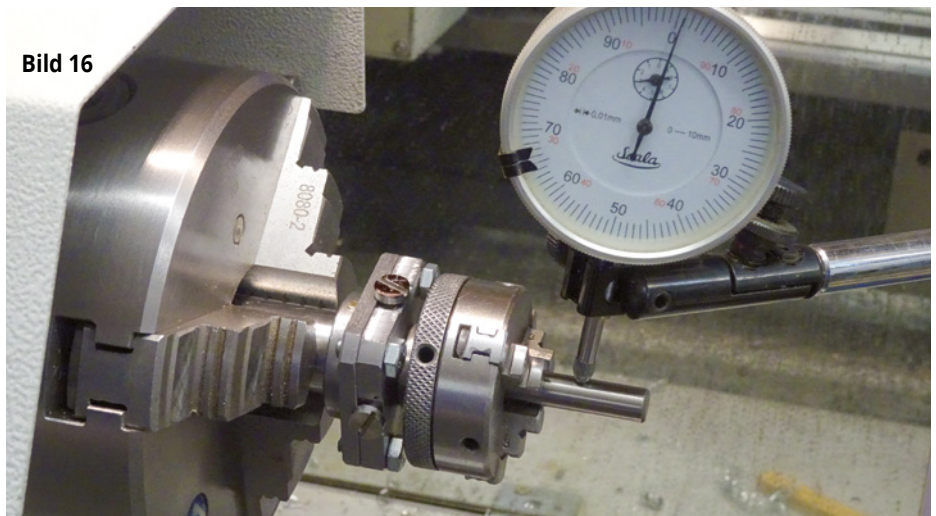


Bild 16

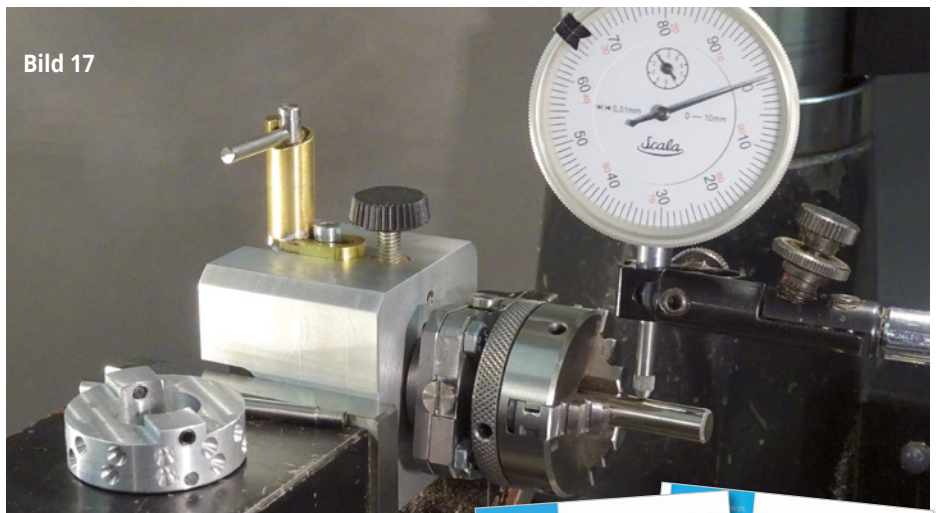


Bild 17

Buchtipps

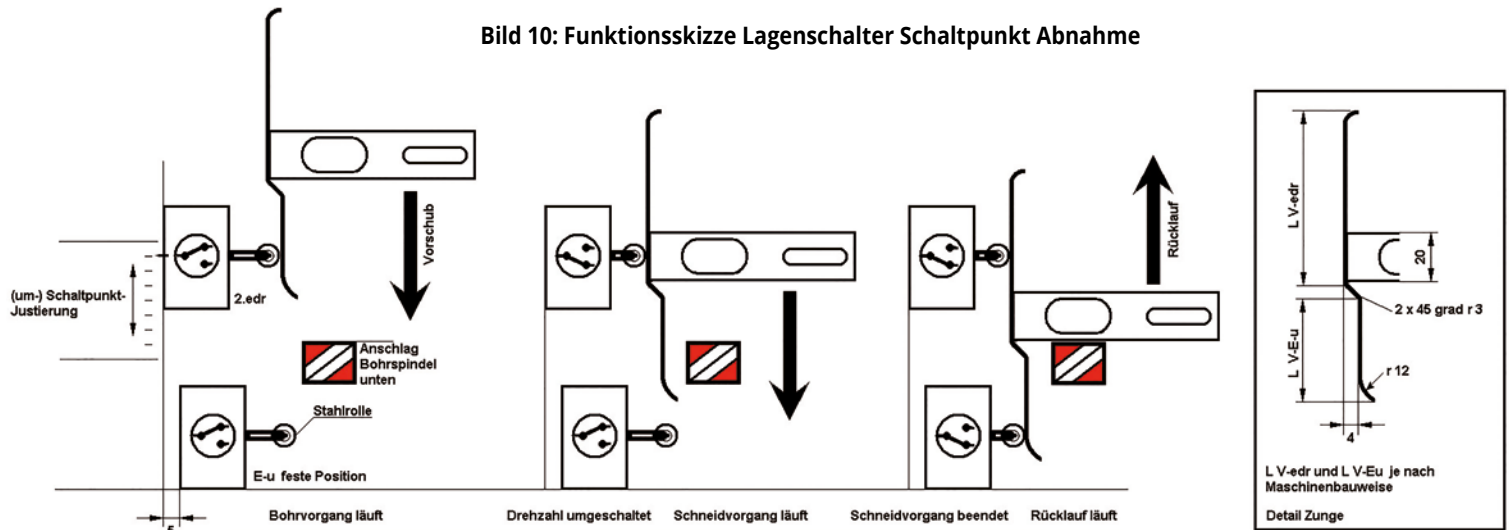
Mehr zu den Grundlagen und besonderen Techniken beim Fräsen finden Sie in den VTH-Fachbüchern „Fräsen für Modellbauer“ Band 1 (ArtNr 3102117) zum Preis von 24,90 € und 2 (ArtNr 3102118) zum Preis von 22,90 € unter www.vth.de/shop oder telefonisch unter 07221/508722.



MEHR ALS BOHREN - TEIL 2

Aufrüstung stationärer Bohrmaschinen für Gewin-
dschneiden und weitere spanabhebende Verfahren

Bild 10: Funktionsskizze Lagenschalter Schalterpunkt Abnahme



Die Funktionsskizze (Bild 10) zeigt, worauf es bei der Abnahme der Schaltsignale ankommt. Der Schalter für obere Endlage (E-o) wurde nicht eingezeichnet. Er muss auch kein Sprungkontakt sein. Der E-o soll lediglich am oberen Anschlag der Bohrspindel seinen Steuerkreis sicher unterbrechen und den Motor anhalten. Seine Einbaulage richtet sich vornehmlich (a) nach dem oben verfügbaren Platz und (b) darf er die variable senkrechte Schalterpunkt-Justierung von (2.edr) nicht behindern.

Das rot-weiße Rechteck symbolisiert den mechanischen Anschlag der Bohrspindel unten. Kurz vor diesem Punkt soll der Schalter (E-u) den Rechtslauf des Motors stoppen und den Linkslauf (Rücklauf) starten.

In den Schaltern eingezeichnete Schaltsymbole zeigen den jeweilig aktiven Schaltweg. Schalthebel nach oben gelegt = Schalter nicht „gedrückt“ = Schaltweg (1) und Schalthebel nach unten gelegt = Schalter „gedrückt“ = Schaltweg (2). Weiterhin beinhaltet die Funktionsskizze mechanische Maßangaben aus meiner Projektumsetzung. Diese sollten bitte nur als Empfehlung dienen, weil jede Maschine andere bauliche Voraussetzungen bietet. Lediglich der horizontale Versatz der Schalterposition (5 mm) und der 45-Grad Absatz an der Schaltzunge sind recht allgemein anwendbar. Mittels der Langlöcher (ca. 15 mm) in der Zungenbefes-



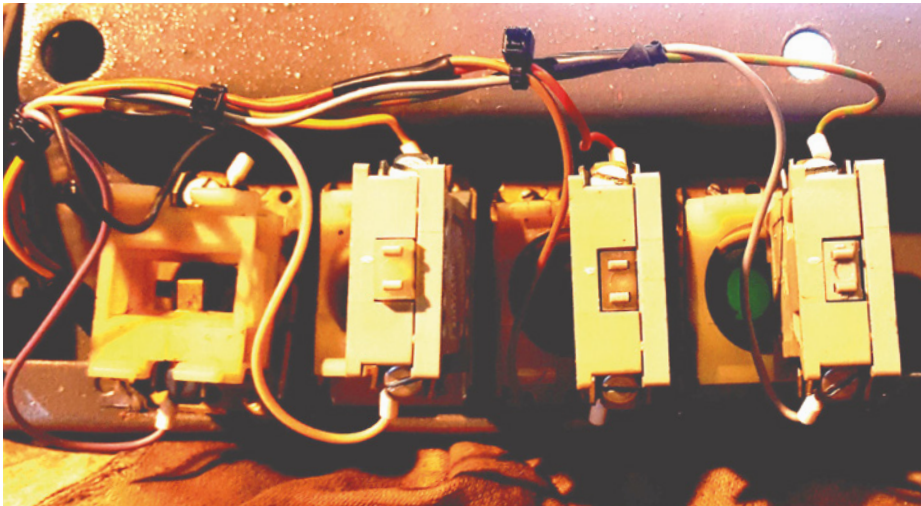
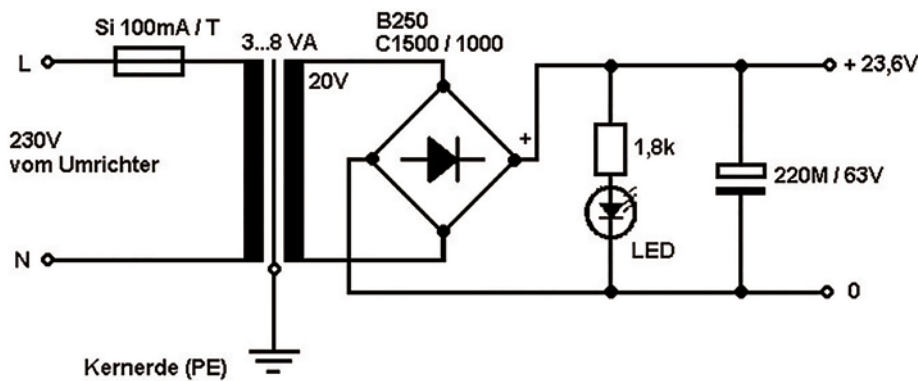


Bild 12: Hier die unkaputtbaren Steuertasten von VEM



Netzteil Steuerspannung

Bild 13: Schaltung Steuernetzteil

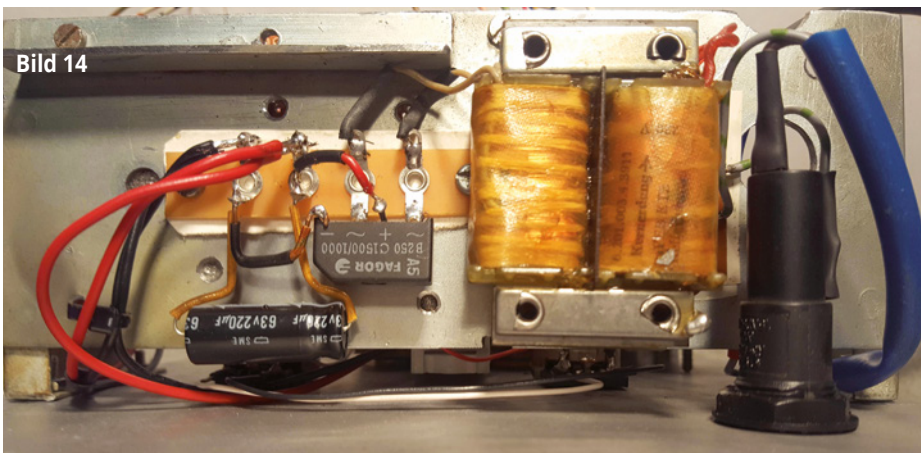


Bild 14

tigung erfolgt die horizontale Festeinstellung der Schaltzunge. Die Längenmaße der Zungenbereiche (L V-edr) und (L V-E-u) sind ebenfalls von der jeweiligen Maschine als auch von der Baugröße der (Endlagen-)Schalter abhängig. (L V-edr) steht für Länge-Vorschub-elektronische Drehzahlschaltung) und (L V-E-u) für Länge-Vorschub-Endlage-unten. (L V-edr) beträgt bei mir 50 mm und (L V-E-u) 42 mm. Ganz vorn

die Schalterpunkt-Justierung ist eine ständig variable vertikale Verschiebung, die sich bei Kombi-Bohrschneidern nach den verschiedenen Längen der Bohr- und Schneidsegmente richtet. Es sollte für den (2.edr) ein Verstellbereich von 25-35 mm (Langlochbefestigung-Flügelmuttern) eingeplant werden.

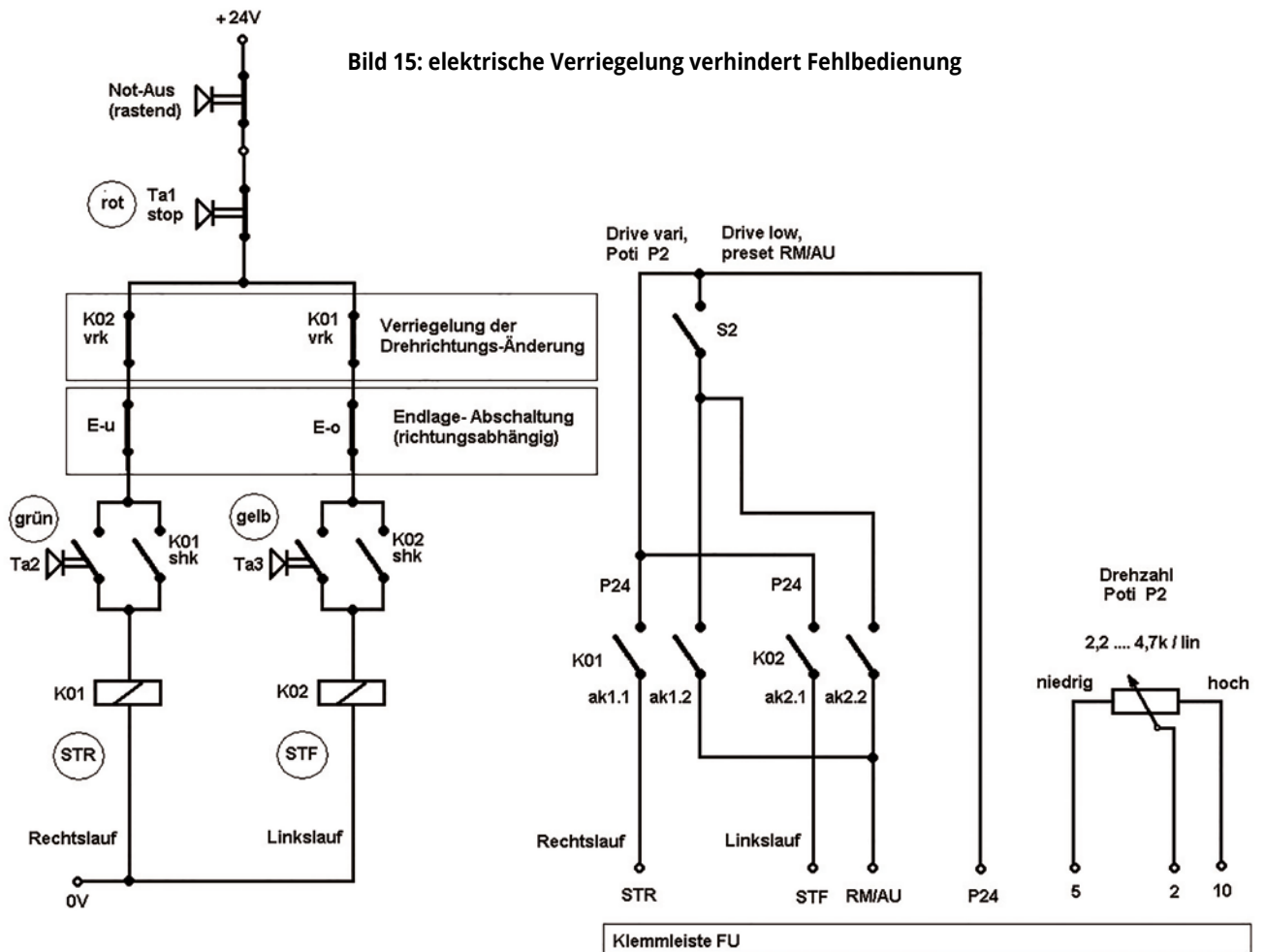
Wenn die Befestigungsplatte für die Endlagenschalter fertig ist, nehme man die Pappe

vom Müslikarton und schneide eine etwas überdimensionierte Schaltzunge. Damit lässt sich gut tüfteln und anpassen. Für die ersten maßabhängigen Versuche am Vorschub brauchen wir nicht einmal die spätere Steuerschaltung. Es werden lediglich verschiedene Kombi-Bohrschneider aus unserem Werkzeugarsenal und ein Blech mit großem Loch benötigt. Es wird im Maschinenschraubstock eingespannt und mit dem Bohrtisch nach unten gefahren (Säulenbohrmaschine). Bei der (Tisch-) Ständerbohrmaschine wird der Maschinenkopf nach oben gefahren. Die Ausgangsposition für Kombi-Bohrschneider und Blech ist die, bei der die Schneidsektion durch das Material geschnitten hat (E-u / Umschaltpunkt Drehrichtung). Von da aus bewegen wir uns quasi „rückwärts“. Kleinster und größter Kombi-Bohrschneider bestimmen den vertikalen Einstellbereich. Beim Durchfahren der einzelnen Schalterpunkte hören wir die Schalter klicken. Dieses akustische Schaltsignal erlaubt uns die Einsparung mehrerer Kontroll-Leuchten.

Steuerschaltung

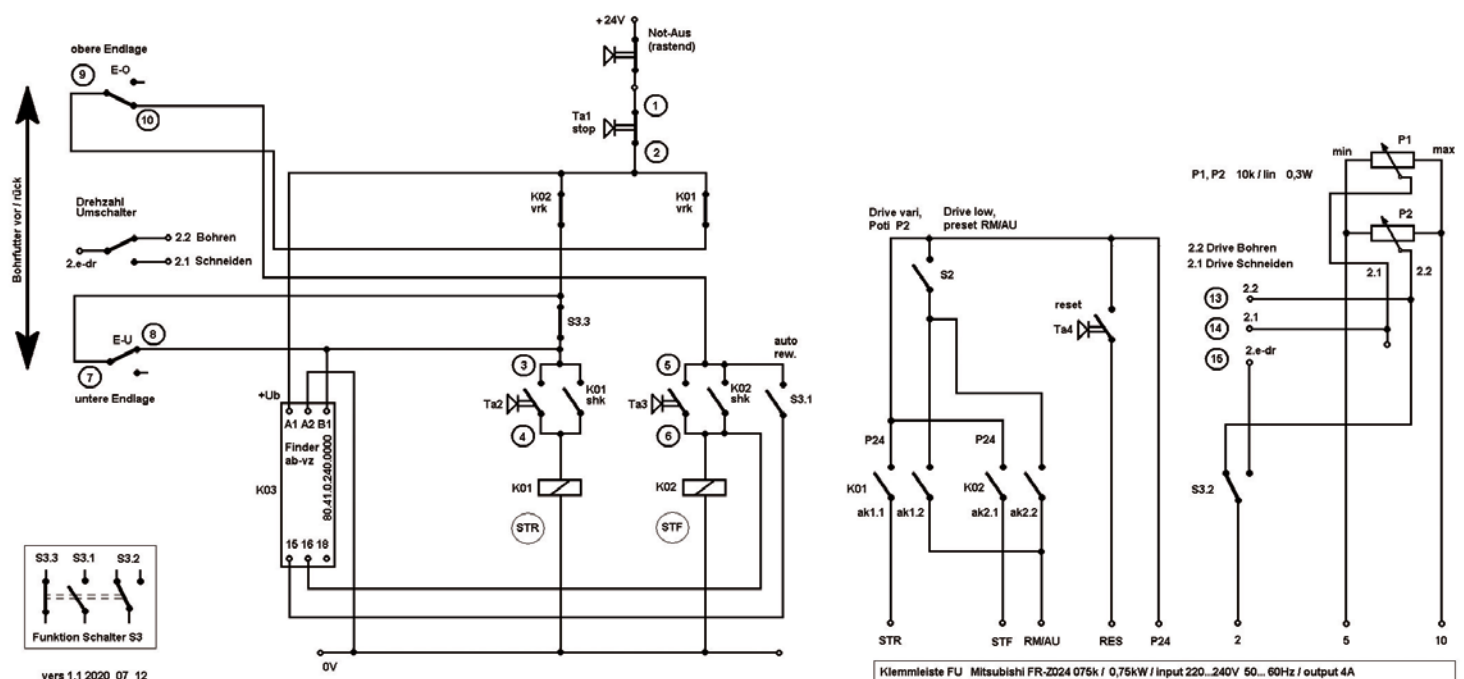
Weil wir grade noch an der Schaltmechanik beschäftigt waren, kann an dieser Stelle der Bau des Bedienfelds für die Bohrmaschine folgen. Die Anordnung der Schaltelemente (siehe Bild 11) folgt ergonomischen Grundsätzen. Wenn die rechte Hand den Vorschub bedient, soll sie mit ein wenig Fingerspreizung die Funktionstasten „Rechtslauf“ (grün), „Stop“ (rot) und „Linkslauf“ (gelb) betätigen können. Da uns die unterschiedlichen Maschinenbauarten unsere Baufreiheit vorgeben, gilt die meine Realisierung nur als Vorschlag. Die Feinarbeit inklusive Denksport bleibt so jedem „Umbauer“ überlassen. Der Aufbau der Schalteinheit (Bild 12) funktioniert auch mit anderen Steuerungen, auch ohne FU. Hier wurden vorhandene Tasten aus der DDR (Hersteller VEM/Kontaktring) verbaut. Mit gleichem Bohrdurchmesser (22,5 mm) und Platzbedarf passen auch die Tasten von Eaton-MÖLLER. Die Qualität der Schaltelemente kann ich mit gutem Gewissen empfehlen – da oft genug verbaut. Die Leuchtkontrolle (links im Bild) ist bereits verdrahtet, gehört aber zu einer späteren Projekterweiterung.

Für die Steuerung benötigen wir 24-V-Gleichspannung bei 3 Watt. Diese erhalten wir mittels Schutztrafo über die Anschlussklemmen (L/N) am FU. Da dieser mit 16 A träge abgesichert ist, muss der Trafo entsprechend seiner kleinen Leistungsaufnahme gesondert abgesichert werden. 100 mA/mittelträge (Schmelzeinsatz DIN 5×20) ist für den hier verwendeten Trafo angegeben. Was unsere Sicherheit betrifft, ist der Trafokern über Chassisverbindung geerdet und die Klemmung



verriegelte Steuerung für Drehrichtungsänderung

Bild 16: Umkehrsteuerung mittels Endlage und Zeitbaustein erweitert



vers 1.1 2020_07_12

Steuerschaltung mit verzögertem Rücklauf

der Primärwicklung (Netzanschluss) unter den Trafo gebaut (Berührungsschutz). Der Trafo liefert roh 20-V-Wechselspannung, die nach Gleichrichtung (Vollweg/Brückengleichrichter) am Siebkondensator auf einen Spitzenwert von knapp 24 V hoch läuft. Die Schaltung nach Bild 13 kommt ohne Spannungsstabilisierung aus, da die zu speisenden Relais im Bereich von 20....28V sicher arbeiten. Der ganze Zaubere nimmt nur wenige Kubikzentimeter in Anspruch, wie in Bild 14 zu sehen ist.

Die Steuerschaltung basiert auf einer Standard- Motorsteuerung. Wir finden diese an Werkzeugmaschinen, Hubvorrichtungen, Förderbändern und anderen Anwendungen. Sie besitzt in der einfachsten Form eine elektrische Verriegelung zum Verhindern von Fehlbedienungen. Nehmen wir uns Bild 15 vor und schauen auf die Schaltfunktionen. Zunächst sei mal nur der linke Bildbereich von K01, K02 sowie den Tastern und Schaltern im Focus.

Die Kette (NOT-aus, Stopp, beide Verriegelungskontakte (vrk) sowie die Endlagenschalter E-u und E-o) hat Durchgang. Somit steht die Steuerspannung an Ta2, Ta3 und den zugehörigen Selbsthaltekontakten (shk) gegenüber der 0-V-Linie an. Jetzt spielen wir durch: Ta2 wird getastet. Die Magnetspule von Relais K01 zieht an, schließt dessen Selbsthaltekontakt (shk) und seine Arbeitskontakte (ak.xxx) und öffnet den Verriegelungskontakt vor Relais K02. Letzteres kann also vorerst nicht geschaltet werden, weil an Ta3 und dem zugehörigen Selbsthaltekontakt keine Spannung ansteht. Die Endlagenschalter (E-u / E-o) seien vorerst nicht wirksam, dieweil wir uns noch unter deren Schaltlevels befinden. Soll jetzt die Drehrichtung geändert werden – aufpassen (!) muss mittels Ta1 (Stopp) die komplette Linie vor K01 und K02 unterbrochen werden. Beide „vrk“ sind ebenfalls wieder geschlossen. Eine direkte Umschaltung gleich von Ta2 auf Ta3 und umgekehrt ist durch die beidseitige Verriegelung gesperrt. Auch Fehlauflösungen sind in dieser Schaltung ausgeschlossen.

Wir starten noch einmal an Ta2 und bewegen den Handvorschub bis zum unteren Endlageschalter (E-u). Das Drücken seines Schaltstößels öffnet den Kontakt. Somit erhält K01 keine Steuerspannung mehr, der zugehörige Selbsthaltekontakt (shk) und die Arbeitskontakte (ak1.1 / ak1.2) öffnen, der vrk von K01 schließt. Der Rechtslauf ist auf dieser Position angehalten. Ein erneutes Starten des Rechtslaufes ist auf der unteren Endlage durch den geöffneten E-u blockiert. Es kann nur der Linkslauf gestartet werden. Genau diese Funktion ist für das Gewindeschneiden wichtig. Nach dem Schneiden der ersten Gewindegänge zieht sich jeder Gewindeschneider

seinen eigenen Vorschub. Für die Betätigung von Ta3 gilt der Schaltablauf in umgekehrter Richtung.

Beentsprechend stromfesten Arbeitskontakten an K01 und K02 oder nachgeschalteter Leistungsschütze ließe sich auch ohne FU ein Motor ansteuern. Mit angeschlossenem FU (rechts in der Schaltung) ist bereits Gewindeschneiden möglich. Es gibt aber zwei Einschränkungen: Das Vorbohren wäre ein separater Arbeitsgang und der Linkslauf kann nur manuell gestartet werden.

Die Schaltung in Bild 16 erzeugt und verarbeitet ihre Schaltbefehle halbautomatisch. Nach dem Einrichten der Maschine und „Rechtslauf start“ (GRÜN) ist nur noch der Bohrvorschub manuell zu bedienen. Die vorherige Basisschaltung wurde mit ein paar Schaltelementen und einem zweiten Drehzahlpoti erweitert.

Der Schalter S3 schaltet die Funktionen „manuell“ und „automatik“. In Stellung „manuell“ haben wir eine normale Bohrmaschine mit Rechts-Linkslauf ohne untere Endlagenabschaltung. Die Bauart von S3 ist ein zweifacher Umschalter mit voll getrennten Schalteebenen ohne so genannten „com-Anschluss“. Damit die Umschaltung mit einem Schaltvorgang passiert, sind drei verschiedene Steuerkreise gleichzeitig zu bedienen. Das Schaltelement S3.3 überbrückt bei „manuell“ den E-u. S3.1 unterbricht bei „manuell“ den Schaltbefehl von K03 an K02. S3.2 schaltet bei „manuell“ den Drehzahlpoti P2 vom 2edr direkt auf den FU.

K03 ist ein industrielles Zeitrelais. Bei Erreichen der Endlage (E-u) stoppt zunächst der Rechtslauf und das Zeitrelais wird auf seinem Starteingang (B1) spannungsfrei. Die eingestellte Zeit läuft ab und danach wird (bei Automatikstellung) der Linkslauf gestartet. Dieser läuft bis in die obere Endlage, wo E-o den Motor anhält. Die mit E-u eingeleitete Schaltfolge (Rechtslaufstopp – Pause – Linkslauf start) splittet das Drehmoment einer direkten Umschaltung in zwei zeitversetzte Teile. Damit wird das Werkzeug geschont und der Anlaufstrom für den Linkslauf gemindert.

Der Linkslauf bei „automatik“ lässt sich hier nicht mittels Aus-Taste dauerhaft stoppen. Das kann steuerseitig nur der E-o und der Not-Aus. Wollte man das ändern, so müsste das Zeitrelais die Funktion „Kontaktwischen“ für den Schaltkontakt (15/16) ermöglichen. Statt einem festen Schaltvorgang käme so vom Kontakt (15/16) ein Schaltimpuls. Es gibt Relais mit programmierbarer Wischfunktion als Einschaltwischer sowie Ausschaltwischer. Somit wäre die Selbsthaltefunktion (shk) an K02 nach dem Startimpuls wieder frei.

Die Schaltung von zwei Potis (P1 und P2) ermöglicht zwei variable, voneinander unabhängiger Drehzahlen für Bohren und Schneiden.

Anzeige

FOLGE UNS AUF SOCIAL MEDIA!

UM NICHTS MEHR ZU VERPASSEN



vth_modellbauwelt



@Maschinentüftler



VTH neue Medien GmbH

#unboxing #modellbau #fliegen

VTH & Maschinen

Jetzt liken!

07221 - 5087-22

07221 - 5087-33

service@vth.de

www.vth.de/shop

vth_modellbauwelt

VTH neue Medien GmbH

Maschinentüftler

VTH Verlag



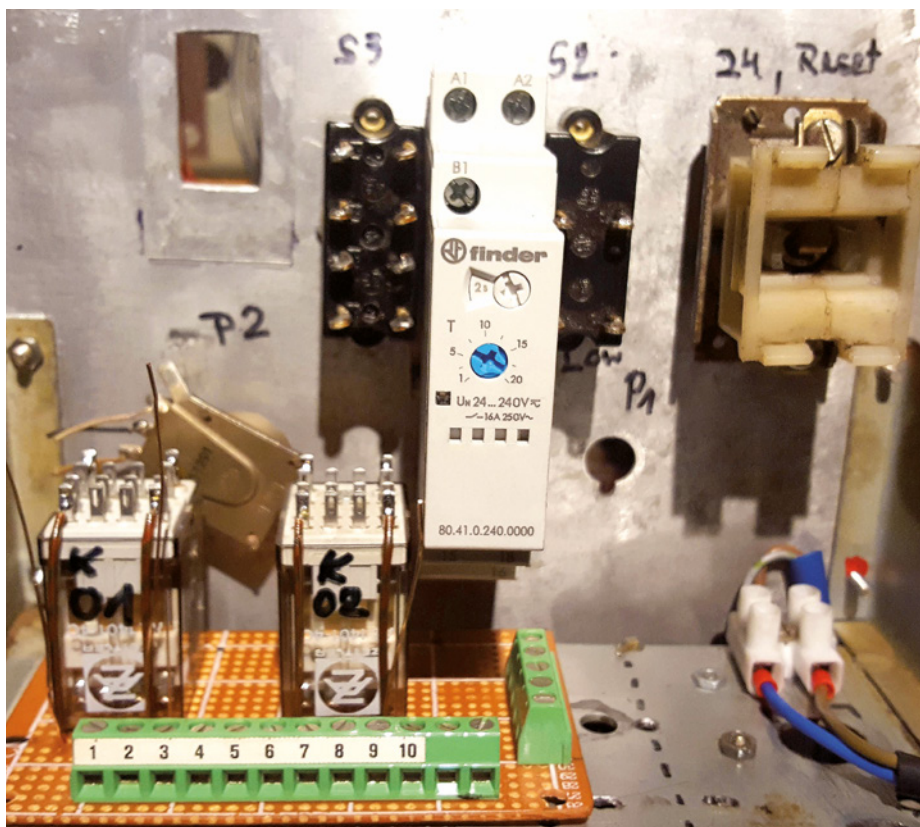


Bild 17: Steuerung vormontiert

Weiterhin bleibt die eingestellte Schneiddrehzahl unverändert wenn auf normalen Bohrbetrieb umgeschaltet wird (S3).

Schalter S2 war bereits in der Testschaltung anwesend. Er schaltet von der jeweils eingestellten Bohrdrehzahl auf die kleinstmögliche Drehzahl des FU herunter. Sinn macht dies bei Arbeits- und Werkzeugkombinationen wie beispielsweise Bohren/Entgraten oder wenn nach dem Bohren eine Reibahle zum Einsatz kommt. Es funktioniert auch gut bei Lochkreissägen mit größerem Durchmesser:

Zentrierbohrer auf Bohrdrehzahl und den Sägeschnitt auf „low“ arbeiten lassen.

Beim Aufbau der Schaltung war der Platz stark limitiert (B=180, H=180, T=210). Hinten bekam das Gehäuse reichlich Luftgitterfläche für den Gebläsekühler des FU. Das gilt auch für alle anderen Frequenzumrichter.

Für die Relais, Schalter und Potis blieb nach dem Einbau des FU eine lichte Tiefe von 70 Millimeter. Auf Bild 17 ist außer am Netzteil noch kein Draht drin. Auch der Kontaktsatz vom Reset ist noch nicht aufgerastet. So lässt sich die Lage

der Bauteile noch erkennen. Beim Abschluss der Verdrahtung (Bild 18) sei jeglicher „Durchblick“ der Beschriftung und Nummerierung zu verdanken. Unter dieser Voraussetzung kann auch eine Erweiterung der Schaltung vorgenommen werden. Das Finder-Relais K03 ist übrigens nicht angeklebt – da sind 20 mm Hutschiene darunter geschraubt. Die Rasterfunktion ist somit gegeben. Kommen wir zu dem etwas leidigem Anlöten kunststoffisolierter Drähte. Egal wie viel Mühe im Spiel ist, unter der Wärmeeinwirkung zieht sich die Isolation zurück oder löst sich an einer Biegung ab. Bild 19 beinhaltet gleich zwei Lösungen. Am Schalter, dem schwarzen S3 ist auch Litze angelötet (hintere Kontaktreihe). Wegen der Flexibilität dieser Zuleitungen kam Voll Draht nicht in Frage. Also man schiebe vor dem Abisolieren etwa 5...10 mm passenden Schrumpfschlauch auf die Ader. Diese ist bis auf 30 mm nach hinten zu schieben. Nach dem Abisolieren verdrehen wir die Litzendrähte und ziehen den Schrumpfschlauch wieder nach vorn. Der soll nun 1 mm in den blanken Teil der Ader hinein ragen. Jetzt wird die Ader zügig verzinnt, der Schrumpfschlauch zieht sich passgerecht zusammen. Wenn das nicht gleich schick aussieht kann mit der Heißluftpistole nachgebessert werden.

Bei der zweiten Lösung schauen wir zu den Relais. Für ganz kurze Wege kommt blanker Kupferdraht (0,4...0,8 mm) zum Einsatz. Für die zu isolierenden Längen wird Lackgewebeschlauch zugeschnitten und darüber gezogen. Lackgewebe wird zwar neben der Lötstelle weich, trudelt jedoch nicht auf und löst sich auch nicht vom Leitermaterial. Lackgewebe-Schlauch finden wir bei Anschlussleitungen von Trafos und Elektromotoren.

Die ersten Erfahrungen

Obleich der verwendete FU nur maximal 4 A Dauerstrom zieht, so lässt er doch einen hohen Einschaltstrom fließen. Eine Zuleitungssicherung 16 A mit Auslösecharakteristik „B“ sollte von einer „C“-Type ersetzt werden. 10-A-Schmelzsicherungen vertragen den Einschaltimpuls. Letzterer wirkt übrigens dann, wenn man beim Einschalten (Hauptschalter) den Scheitelwert der Wechselspannung erwischt. Die Ursache ist kein Fehler in der Schaltung sondern die Tatsache, dass bei allen Kondensatoren der Strom vor die Spannung eilt – so auch bei denen im FU (Sättigungs-Kennlinie).

In nun drei Wochen praktischer Arbeit ohne Ausfälle ging es dann nicht nur um die Gewindeschneiderei. Lochkreissägen für Metall und Kegelbohrer waren ebenfalls im Einsatz. Da sollte es mit den Senkern, Kronenfräsern und Reibahlen ebenfalls funktionieren. Diese Werkzeuge waren ja immer so Kandidaten, die

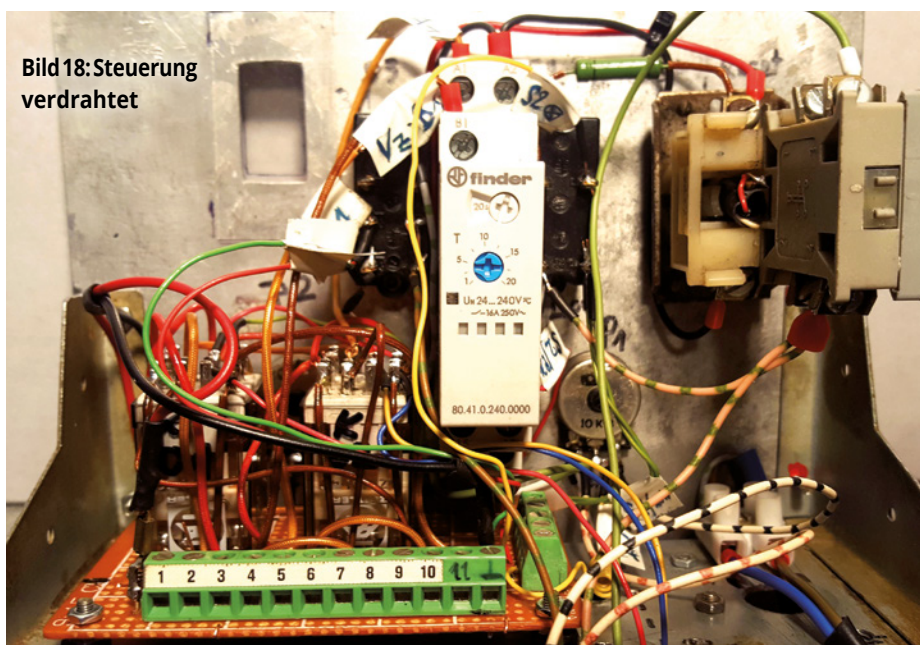


Bild 18: Steuerung verdrahtet

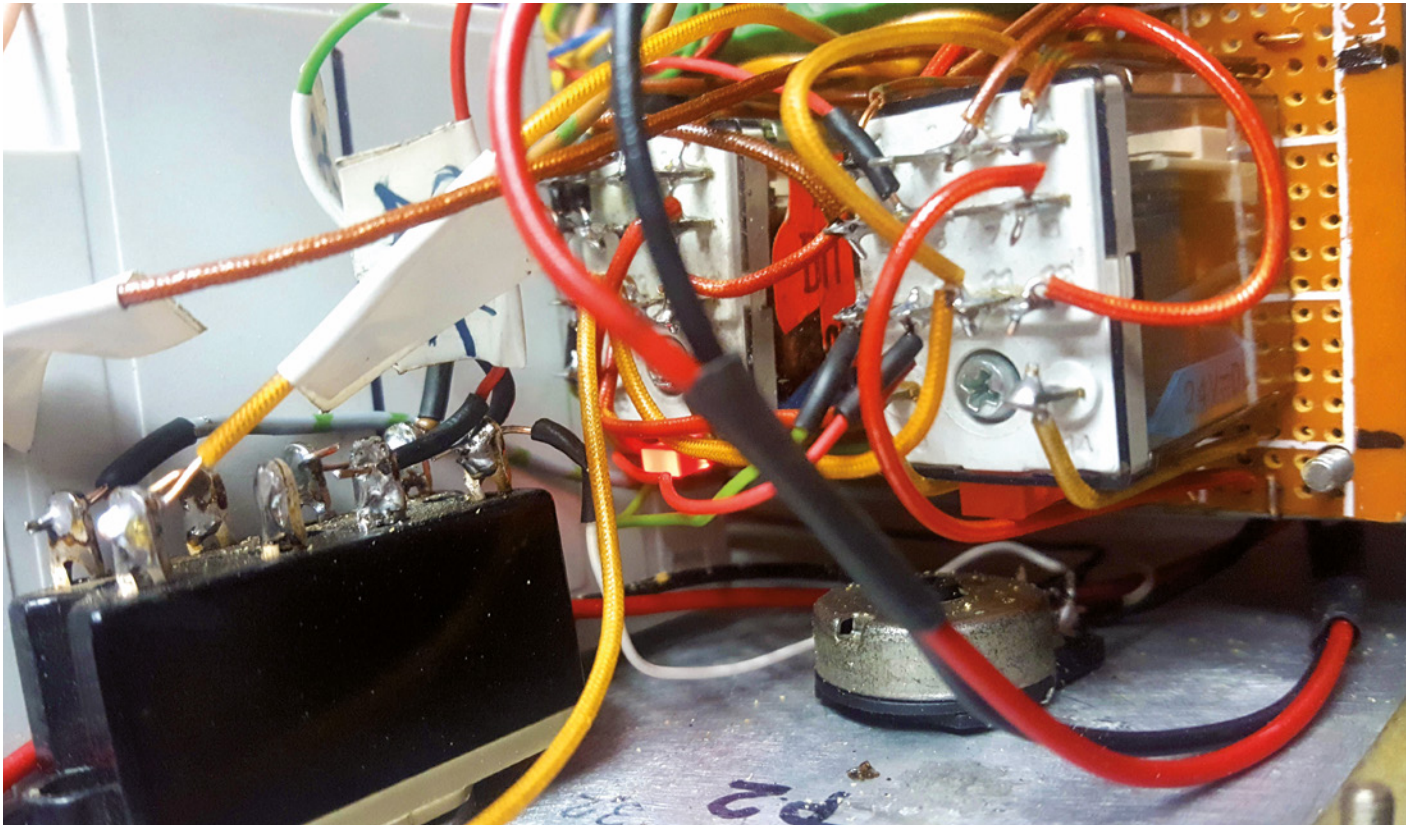


Bild 19: Schrumpfschlauch und Lackgewebe erleichtern die Verdrahtung

schnell zu Patienten wurden. Blau und stumpf glotzten die mich an. Legen wirs zu den Akten.

Meine Säulenbohrmaschine wurde so um 1960 gebaut. Als ich sie um 1986 bekam, befanden sich nur Motor und Maschinenkopf in brauchbarem Zustand. An den übrigen Teilen schaffte sich zunächst der Sandstrahler.

Technische Daten: Gesamthöhe $h = 1.700$, Tischverstellung $h_v = 560$, Bohraufnahme Kegelschaft und Spannfutter 2,0 bis 13. Alle Maße in Millimeter. Antrieb: 3ph-Motor von VEB Sachsenwerk, 220/380V/0,7 kW, 1.380 U/min. Getriebe = 3-stufige variable Keilriemenuntersetzung. Niedrige Drehzahl = 320 U/min, mittlere Drehzahl = 530 U/min, hohe Drehzahl = 860 U/min.

Aufrüstung: FU Mitsubishi FR-Z024 075k, 0,75kW//input 220...240V 50... 60Hz, output 4A – Je nach Riemeneinstellung sind Drehzahlen bis unter 30 U/min erreichbar. Der Motor ist in Sternschaltung angeschlossen. Dank Drehfeldregelung mit Stromoptimierung bleibt die Kraft des Motors über den gesamten Bereich erhalten.

Bei der Projektentwicklung wurde ich mehrfach von meinen Schrauberfreunden gefragt, weshalb ich hier keine Lichtschranken oder Magnetsensoren verwenden wollte. So denne in einer Werkstatt wo Trennschleifer und ähnliches Werkzeug am Rodeln ist, kannst Du gleich die Ausblase-Pistole in der Hand behalten. Lichtschranken verschmutzen laufend. Eisenmaterial wird beim Trennen und Schleifen

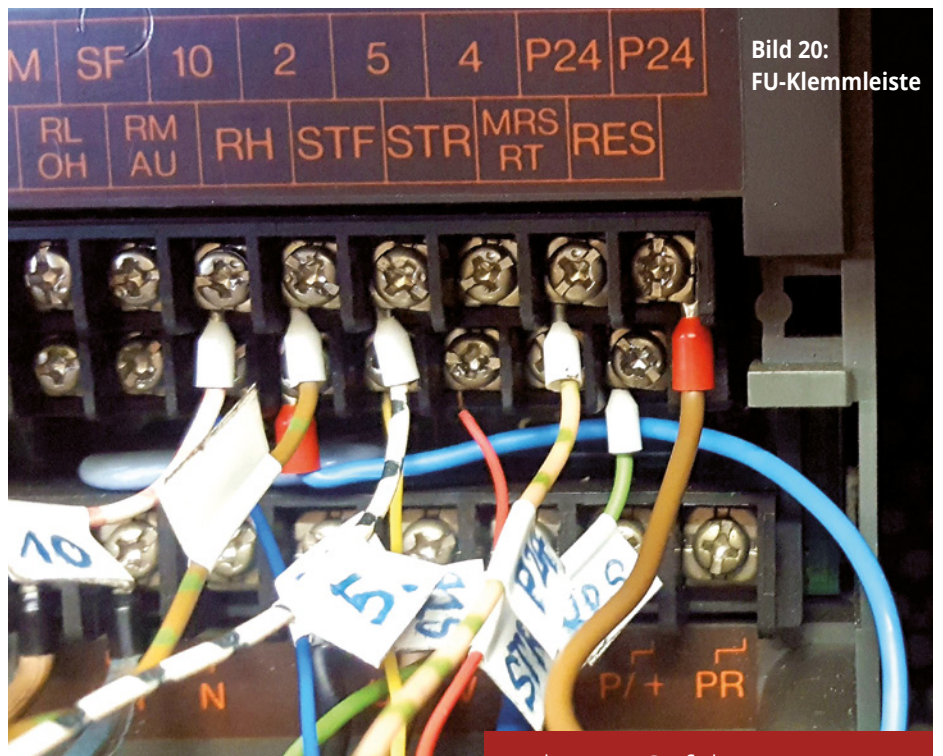


Bild 20: FU-Klemmleiste

magnetisch, somit jeder Magnetsensor seine eingestellte Peilung verliert. Es reicht aus, wenn den Feilen und Bohrern auf der Werkbank Bärtchen wachsen.

Abschließend bliebe anzumerken, dass dieses Projekt ein sehr gutes Mittel gegen diverse Corona-Koller ist. Ich mag Entstehungsgeschichten...

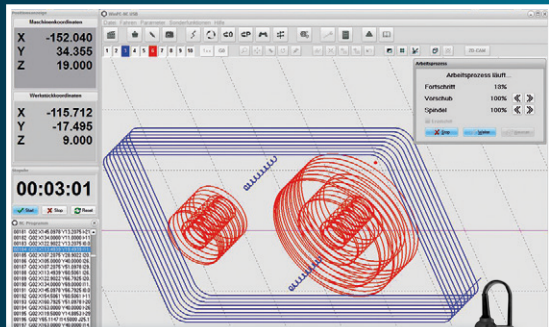
Achtung Gefahr!

Alle Arbeiten an Netzspannung dürfen ausschließlich von dafür qualifizierten Personen durchgeführt werden! Es besteht Lebensgefahr! Wenden Sie sich im Zweifelsfall immer an einen Fachmann und lassen diesen die entsprechenden Arbeiten durchführen.

Vom **Beginner** zum **Profi**

Für den Modellbauer, Bastler
oder Experten mit allen Maschinen
und Zubehör

Ihre **CNC-Maschine**, unser **WinPC-NC**

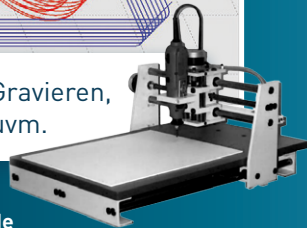


Lasern, Fräsen, Bohren, Gravieren,
Schneiden, 3D-Drucken, uvm.

Mehr Informationen auf:
www.lewetz.de | info@lewetz.de



Burkhard Lewetz
Ingenieurbüro für technische Software-Entwicklung



ZUKUNFT SCHON HEUTE Made in Germany

WABECO Dreh-, Bohr- und Fräsmaschinen

Fräsmaschinen
ab 2.599,00 €

Drehmaschinen
ab 2.599,00 €



WABECO
MASCHINENMANUFAKTUR seit 1885

Walter Blombach GmbH
Am Blaffertsberg 13
42899 Remscheid

Telefon +49 2191597-0
info@wabeco-remscheid.de
www.wabeco-remscheid.de

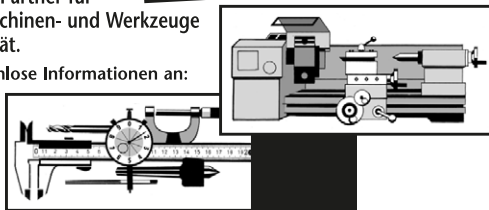


DEUSS MASCHINEN-WERKZEUGE:

Seit über 20 Jahren sind wir
Ihr kompetenter Partner für
ausgesuchte Maschinen- und Werkzeuge
von hoher Qualität.

Fordern Sie kostenlose Informationen an:

Telefon:
0221/60 64 01
email:
info@deuss.de
www.deuss.de



Erfragen Sie **Sie** **bitte** den **Aktionspreis**
für den **Drilldoctor 500 und 750**

DEUSS • Lohnskotter Weg 14 • 51069 Köln-Dünnwald • Tel. 0221/60 64 01 • Fax 0221/60 78 80

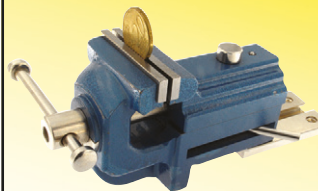


Die ganze Welt des Modellbaus

<http://shop.vth.de>

Werkzeuge und Zubehör für Modellbauer

Goldschmiedebedarf, Furnituren, Steine, Perlen



Mini-Schraubstock aus Stahl

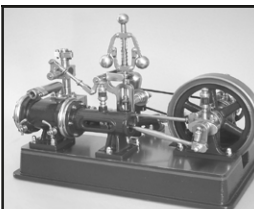
Ideal zur Bearbeitung von Kleinteilen. Dank
der integrierten Schnellwechselplatte kann
der Schraubstock einfach am Werkisch be-
festigt und wieder gelöst werden. Spannwei-
te 40 mm / Spannbacken 50x10 mm / Ge-
schlossen ca. 120x50x70 mm / Gewicht ca.
1,1 kg

Best.Nr. 4586P

Entdecken Sie über 29.000 Artikel www.fischer-pforzheim.de

FISCHER
GOLDSCHMIEDEBEDARF.DE

seit 1895 **KARL FISCHER GMBH**
Berliner Str. 18 • 75172 Pforzheim
Tel. 07231 31031 • Fax 07231 310300



Gussteile

für Modellbauer aus Buntmetall, Grauguss und Alu.
Schwungräder, Lokomotivräder, Lokomotiveile,
Baupläne und Gussteile für Dampfmaschinen.
Katalog € 3,- in Briefmarken. www.ateliermb.com

Atelier MB

M. Burkhard
im Hatt 25
CH-5412 Gebenstorf

Fax 0041 56 223 33 72

+++ BESTELLEN SIE ONLINE: WWW.WILMSMETALL.DE +++

WILMS
Metallmarkt
Lochbleche

METALLE

in allen Qualitäten und Abmessungen

Wilms Metallmarkt Lochbleche GmbH & Co. KG
Widdersdorfer Straße 215 • 50825 Köln

T 0221 54668 – 0 • F – 30 • mail@wilmsmetall.de • www.wilmsmetall.de

Eine Reise nach Cornwall – eine Reise zu den Anfängen der Dampftechnik

Teil 3: Richard Trevithick

Unsere Reise nach Cornwall endete mit dem Besuch des »Trevithick Days«, einer Veranstaltung, die seit 1984 üblicherweise am letzten Samstag im April in der kleinen Stadt Camborne stattfindet. Es wird damit an Richard Trevithick (1771–1833) erinnert, der im direkten Umfeld aufwuchs und dort für viele Jahre tätig war. Trevithick verfolgte als erster die Idee, Dampfmaschinen mit »strong steam«, also »starkem Dampf« zu betreiben.



Portrait Richard Trevithicks gemalt von John Linnell (1816) (Science Museum via Wikimedia Commons)

Gerd Bavendiek

Der Ausdruck »strong steam« wird nur verständlich, wenn man ihn aus der Sicht der Zeitgenossen versteht. In ihren »Directions for Working the Engine« gibt die Firma Boulton und Watt 1784 an, die Maschinen mit höchstens 0,1 bar zu betreiben. Die hier genutzten Kessel waren sog. »Watt'sche Kofferkessel« oder vielleicht sogar »Haystack-Kessel« [1], die mit den Mitteln der Zeit nicht wirklich dicht zu bekommen waren. »Strong Steam« war also Dampf mit vielleicht 1 bar, jedoch wohl kaum je über 3,5 bar.

Trevithick war der Sohn eines »Mine Captain«. Diese waren i.A. selbst Bergmänner gewesen, ehe sie dann durch Führungsstärke und besondere Fähigkeiten z.B. bei der Suche nach neuen Erzvorkommen aufstiegen und die Arbeiter auch gegen die »Adventurers«, also die Investoren, vertraten. Richard trat früh in die Fußstapfen seines Vaters – er muss schon als junger Mann eine beeindruckende Persönlichkeit gewesen sein. So ist es nicht verwunderlich, dass es eine Vielzahl von Anekdoten und Legenden zu Richard Trevithick gibt. In seinem sehr bewegten Leben blieb er wirtschaftlich erfolglos und als er 1833 völlig verarmt starb, war er rasch vergessen. Die vielen Stellen in Cornwall, an denen heute an ihn erinnert wird, seien es Straßennamen, Plaketten oder Bronzestatuen, sind alle recht neu.

Trevithick Cottage

Unser erstes Ziel war ein Haus, in dem Richard Trevithick aufgewachsen ist, siehe Bild 1. Der »National Trust« kaufte das vom Verfall bedrohte Gebäude (Baujahr 1700), renovierte es und vermietete es mit der Auflage, einen Raum (den »Parlour«, zu Deutsch die »gute Stube«) einmal in der Woche Besuchern zu zeigen.

Das Cottage zu finden war alles andere als einfach. Beim Besuch der Taylor's Shaft Engine (siehe Teil 2 dieses Reiseberichtes in der MASCHINEN IM MODELLBAU 4/2021) baten wir darum, uns die Route zu beschreiben. Nach einigem Hin und Her bekamen wir einen Zettel, dessen wichtigste Anweisung lautete: »Fragt jemanden!«, siehe Bild 2.



Bild 1: Trevithick Cottage

Ein besonders interessantes Exponat war die Reproduktion einer Petition, die an den Dekan von Westminster gerichtet war (leider ohne Datum, vermutlich aus den 1880er Jahren), siehe Bild 3. Westminster Abbey ist seit mehreren Jahrhunderten die Kirche, in der die englischen Monarchen gekrönt wurden und dementsprechend bekleidet der jeweilige Dekan ein sehr wichtiges Amt. In der Petition wurde er gebeten, die Gestaltung eines Fensters in Westminster zu ermöglichen, um die Verdienste von Richard Trevithick zu würdigen. In freier Übersetzung heißt es:

An den Hochwohlgeborenen Reverend Dean von Westminster

Wir, die unterzeichneten [...] Ingenieure legen Ihnen hiermit unsere Bitte vor, eine geeignete Stelle für ein gutes Denkmal-Fenster in der Abtei zu benennen, wo des verstorbenen Richard Trevithick gedacht werden kann, der der Erfinder der Lokomotive war wie auch von Dampfmaschinen auf gewöhnlichen Straßen und der, wie wir finden, als Wettbewerber und Rivale des gefeierten James Watt in großem Maße zur Wirtschaftlichkeit durch die Verwendung von Dampf mit hohem Druck beigetragen hat, was heute allgemein genutzt wird und der ferner verschiedene große Was-

serhaltungsmaschinen in Cornwall mit großem Erfolg gebaut hat und in dieser Beziehung James Watt weit hinter sich gelassen hat.

Seine Erfindungen waren zahlreich, als besonders erfolgreich sind sein »Cornwall Kessel« und seine »Bagger Maschine« zur Vertiefung von Flüssen und Kanälen hervorzuheben, ferner eiserne schwimmende Docks, eiserne Masten für Schiffe, Dreschmaschinen, Steinbrecher sowie weitere kleinere Erfindungen.

Trevithick war im Erzbergbau in Cornwall tätig, für zehn Jahre errichtete und unterhielt er Pumpmaschinen usw. in den Gold- und Silberminen in Peru. Als dort eine Revolution ausbrach, verließ er das Land.

Der erfinderische Geist und die großen praktischen Fähigkeiten dieses großen Mannes, so finden wir, rechtfertigen es, wenn wir Ihnen unsere Bitte vorlegen es uns zu erlauben, ein Fenster zu errichten, um dieses Mannes zu gedenken, der so viel für unser Land getan hat.

Dies soll an dieser Stelle als Kurzbiographie Richard Trevithicks genügen. Erstaunlich deutlich wird in diesem Text eine Rivalität zu James Watt betont. Dies ist aus heutiger Sicht nicht nachvollziehbar, handelte es sich doch bei Boulton & Watt sozusagen um »Big Business«,

wohingegen die wirtschaftlichen Erfolge Trevithicks sehr bescheiden blieben – freundlich formuliert. Im Vorfeld der Petition hatte man geplant, eine Statue Trevithicks zu errichten – ganz analog zu James Watt, zu dessen Ehren eine überlebensgroße Statue in der Abbey errichtet worden war (sie wurde 1960 entfernt). Ob der Dean abgewunken hat oder das Geld nicht reichte – darüber ist heute nichts mehr bekannt. Das Fenster wurde 1888 enthüllt. Ich muss gestehen, dass ich es bei meinem Besuch vor etlichen Jahren nicht bemerkt habe, sehr wohl aber die Grabplatten Isaacs Newtons oder Charles Darwins.

Die erhaltenen Maschinen Trevithicks

Nur sehr wenige der Maschinen Trevithicks sind erhalten geblieben, von ganz wenigen Ausnahmen abgesehen werden sie im Science Museum London aufbewahrt [2]. Bei dem ältesten Trevithick-Exponat mit der Inventarnummer 1876-1269 handelt es sich um eine Modellmaschine, vermutlich zwischen 1796 und 1802 entstanden, siehe Bild 4. Das Museum benennt es als »Trevithicks Modell Straßenlokomotive«. Sie konnte selbsttätig auf dem Boden fahren. Der Hauptteil ist ein Kessel. Der Zylinder liegt zum großen Teil im Kessel, die Kolbenstange ist mit einem Kreuzkopf verbunden. Von da treiben zwei Stangen die Räder. Eines der Räder hat ein Zahnrad, in welches ein Ritzel eingreift, welches seinerseits mit dem Schwungrad verbunden ist. Damit dreht das Schwungrad mit höherer Geschwindigkeit, wodurch der Kolben gut die Totpunkte durchläuft. Am anderen Ende des Kessels ist ein kleines Rad drehbar gelagert. Damit sollte das Modell wohl in der Lage gewesen sein, im Kreis zu fahren. Die Kolbenstange betätigt mittels einer Ventilstange einen Ventilhebel. Das Modell hat zwei Klappfüße. Werden diese ausgeklappt, kann das Modell stationär betrieben werden.

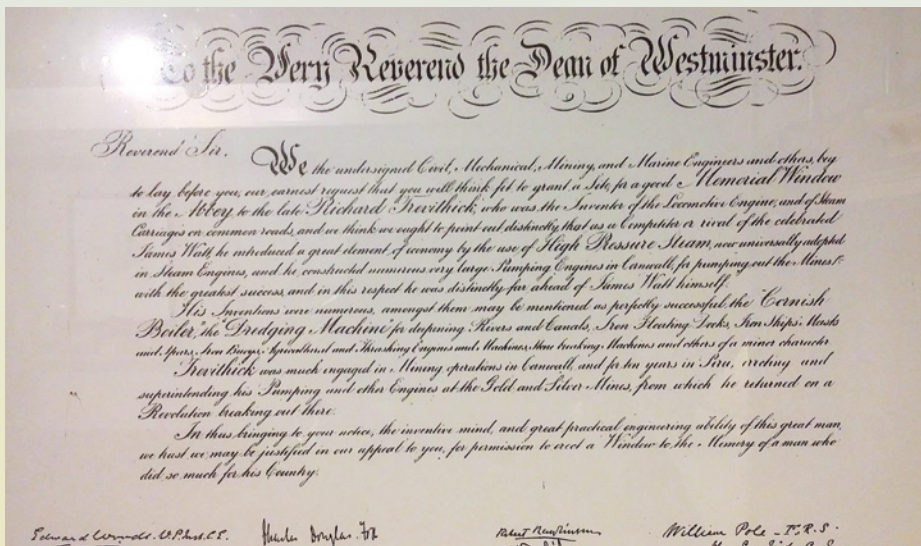


Bild 3: Petition

**Bild 4: Modell
Straßenlokomotive**

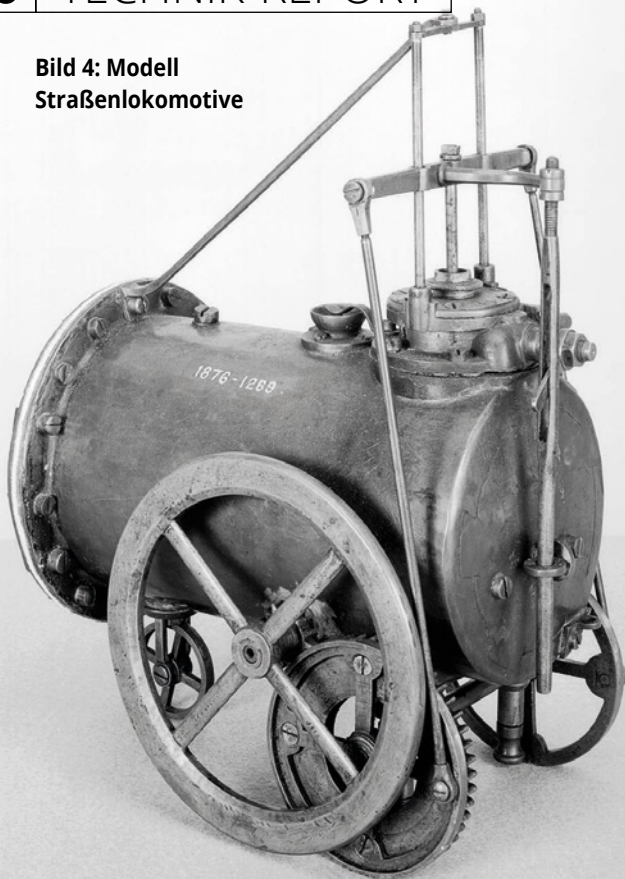


Bild 5: Hochdruckmaschine ca. 1806



Vielleicht fragen Sie jetzt: Ja und? Was ist denn nun so besonders an diesem Modell?

Richard Trevithick kannte zu diesem Zeitpunkt aus seinem Umfeld sowohl die atmosphärische Dampfmaschinen von Thomas Newcomen als auch James Watts Kondensatormaschinen, letztere zu dem Zeitpunkt Spitzentechno-

logie. Beide Typen waren groß, es gab einen großen Balancier, die Maschinen brauchten ein Maschinenhaus als Teil der Struktur. Es gab einen abgesetzten Kessel, Watts Maschine hatte außerdem einen Kondensator und eine Luftpumpe. Die Leistung wurde fast ausschließlich durch die Kondensation erbracht.

Trevithicks Idee war es, auf die Kondensation zu verzichten und stattdessen Dampf mit höherem Druck zu nutzen. Wie aber konnte das technisch umgesetzt werden? Die bekannten Kessel waren dazu nicht geeignet. Trevithick löste das Problem, indem er einen Kessel aus Gusseisen in zylindrischer Form mit einer konkaven Stirnseite benutzte. Die sehr wahrscheinlich erste Umsetzung im Modell zeigte ihm, dass seine Idee funktionierte. Als Wärmequelle diente ein glühend gemachtes Eisenstück, welches in das Modell gelegt wurde.

Ohne es konkret belegen zu können, bin ich mir ziemlich sicher, dass Trevithick ganz praktisch auf die Möglichkeiten zurückgriff, die in seinem Umfeld bestanden. Er hatte 1797 Jane Harvey geheiratet, eine Tochter John Harveys. Dieser hatte 1779 in Hayle (ca. 15 km von Camborne entfernt) eine Gießerei und Maschinenfabrik gegründet, die im 19. Jahrhundert über Jahrzehnte führend beim Bau von Dampfmaschinen war. Natürlich ist Gusseisen kein optimales Material für einen Kessel, aber es gab über viele Jahre keine Alternative. Selbst nachdem erste Kessel aus vernieteten Blechen hergestellt worden waren, wurde Gusseisen noch weiter benutzt.

In diesem Modell ist alles angelegt, was für die Maschinen Trevithicks in den folgenden Jahren typisch wurde. Aufgrund seines typischen Auspuffgeräusches wurde dieser neue Maschinentyp als »Puffer« bekannt. Erste Anwendung war die als Fördermaschine in einigen Bergwerken Cornwalls. Dickinson schätzt, dass etwa 30 solcher Puffer gebaut wurden [3].

Für den wohl am besten erhaltenen Puffer Inv.Nr. 1926-110 wird als Baujahr 1806 angegeben, siehe Bild 5. Der ein oder andere Leser mag schon einmal ein Modell dieses Puffers auf einer Ausstellung gesehen haben [4]. Grundlage dafür war vielleicht ein Plan von T.D. Walshaw alias Tubal Cain im Model Engineer #3809 aus dem Jahr 1987. Walshaw beschreibt, dass er die Möglichkeit hatte, das Original zu vermessen und er berichtet, dass das Original 1882 auf einem Schrottplatz gefunden wurde. Man schreibt den Fund F.W. Webb (über lange Jahre technischer Leiter der London and North Western Railway) zu. Kurbelwelle, Hauptlager, Treibstangen und der Kamin, evtl. auch die Speisewasserpumpe und die Kesselfundamente, fehlten. Webb hat diese dann in »seinen« Lokomotiv-Werken von Crewe restaurieren lassen. Das Modell wird heute meistens als »Dredger Engine« bezeichnet, also als »Baggermaschine«. Trevithick setzte diesen Maschinentyp auch auf Pontons bei einem Projekt ein, bei dem der Londoner Hafen ausgebagert werden sollte.

Ein weiterer erhaltener Puffer Inv.Nr. 1879-57 ist in Bild 6 zu sehen. Hier war der Einsatzzweck

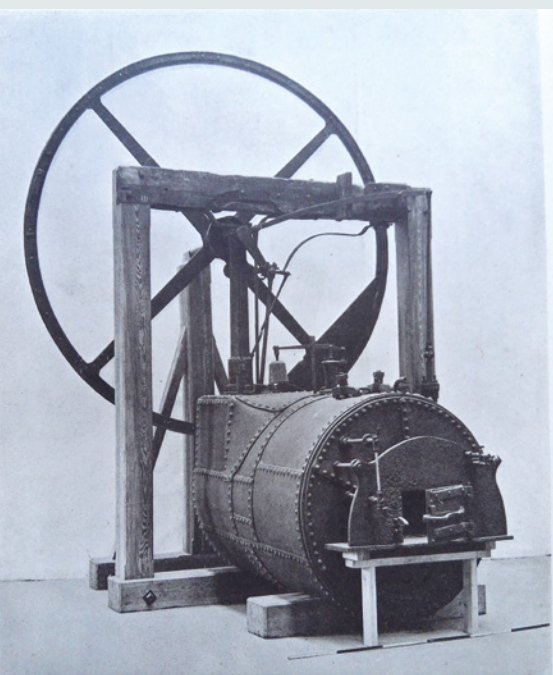


PLATE XIV. TREVITHICK'S HIGH-PRESSURE ENGINE AND BOILER, MADE FOR SIR CHRISTOPHER HAWKINS OF TREWITHEN, 1812
Courtesy of the Science Museum, South Kensington

Bild 6: Dreschmaschine ca. 1812



Bild 7: Puffing Devil

allerdings ein ganz anderer, die Maschine ersetzte einen Göpel und wurde zum Dreschen benutzt. Ein Mitglied des Parlaments kaufte sie 1812. Die Maschine wurde bis 1879 genutzt und dann nach London verbracht. Auffällig ist hier, dass es sich ganz offensichtlich um einen genieteten Kessel handelt.

Von einer weiteren Maschine, die ebenfalls auf einem Landgut eingesetzt wurde, ist nur noch der Kessel erhalten (Inv.Nr. 1926-267). Die Inv.Nr. 1881-57 bezeichnet die Reste einer Maschine ähnlich 1926-110. Und dann gibt es noch Inv.Nr. 1911-80, die Ingestre-Engine. Man weiß, dass sie etwa 50 Jahre lang bis ca. 1882 in einem Betrieb genutzt wurde, in dem Salz hergestellt wurde. Davor wurde sie als Fördermaschine in einem Bergwerk eingesetzt. Es gibt keinerlei sonstige Hinweise auf den Hersteller, das Baujahr o.ä. Da viele Elemente der Maschine an Trevithicks Konstruktionen erinnern, scheint die Zuschreibung gerechtfertigt. Leider gibt es nur ein wenig aussagefähiges Foto der Maschine. Gerne würde ich die Maschine dokumentieren, aber diese Idee wurde nicht aufgegriffen – vielleicht ist ja schon die Verpackung und Konservierung im Depot zu aufwändig, als dass ein nicht wissenschaftlich ausgewiesener Laie, der darüber hinaus auch noch Modellbauer ist, ernst genommen würde. Auch die anderen aufgezählten Maschinen befinden sich im Depot, mit Ausnahme der beiden erstgenannten.

Es gibt in anderen Museen noch einige Fragmente eines Puffers, eine hydraulische Pumpmaschine von 1819 sowie das zeitgenössische Modell einer liegenden Maschine 1803-1812.

Trevithick-Replikas

Straßenlokomotive Puffing Devil

Für mich war der Star des »Trevithick Days« in Camborne der Nachbau des »Puffing Devil«, siehe Bild 7. Hier spielt natürlich die Faszination

eine große Rolle, die für mich immer noch von Feuer und Wasser in einer solchen elementaren Maschine ausgeht. Man kommt ganz nah dran, ich war also froh, dass der Kessel der Replika eine Schweißkonstruktion aus Walzstahl ist und nicht ein Gussteil wie im Original 1801. Letztlich ist der Puffing Devil nichts anderes als ein Puffer auf Rädern.

Weihnachten 1801 hat Trevithick das Gefährt in Camborne getestet. Wenige Tage später wurde es allerdings so beschädigt, dass die Maschine aufgegeben werden musste.

Die Replika wurde 2001 von Mitgliedern der »Trevithick Society« gebaut. Seitdem ist sie regelmäßig im Einsatz, u.a. eben beim »Trevithick Day«. Anders als noch vor wenigen Jahren fährt sie heute allerdings nur noch in einer Nebenstraße auf und ab und nimmt nicht mehr an dem Umzug teil. Nachdem ich selber gesehen habe, wie schwer steuerbar die Maschine ist, kann ich diese Entscheidung gut verstehen [5].

Details zum Nachbau sind nicht veröffentlicht worden. Auch im Gespräch vor Ort war nichts weiter in Erfahrung zu bringen.

Londoner Dampfwagen

1802 erhielt Trevithick zusammen mit seinem Schwager Andrew Vivian ein Patent auf die Hochdruck-Dampfmaschine. Die eingereichten Zeichnungen sind erhalten, darunter auch eine Skizze, in der eine Art Kutsche mit Dampftrieb zu sehen ist. Kutsche, Maschine und Kessel wurden gebaut und es gab einige Versuche im Jahre 1803. Dazu gibt es Belege z.B. in Form von Abrechnungen - so weiß man z.B., wie teuer der Transport von Maschine und Kessel von Hayle in Cornwall nach London war. Auch in einigen biografischen Notizen wird der Dampfwagen erwähnt. Erstaunlich ist, dass es zu den Testfahrten keine Zeitungsmeldungen gegeben hat. Immerhin wurden 7 oder 8 Fahrgäste in der Kabine der Kutsche transportiert.

Quellen

- [1]: Weitere Details in meiner Synopsis der Dampfmaschine: 1799 Fasskessel und Kofferkessel. Es gibt auch Texte, in denen von etwa 10 bar Dampfdruck die Rede ist, allerdings wird im gleichen Kontext auch mal Pferdemit als Dichtungsmittel genannt.
- [2]: Ich danke Ben Russell, dem Kurator des Science Museums für seine zusätzlichen Informationen.
- [3]: Es gibt eine Reihe von Biographien Richard Trevithicks. Letztlich greifen aber alle auf die beschränkte Anzahl der immer gleichen Primärquellen zurück. Dickinson und Titley haben mit »Richard Trevithick: The engineer and the man« 1933 zum 100. Todestag Trevithicks ein Standardwerk vorgelegt
- [4]: Auch ich habe dieses Modell gebaut: <https://balancier.eu/Trevithick-Alpha>
- [5]: YouTube-Kanal balancier.eu: Steam Engines In-Depth: Richard Trevithick
- [6]: <http://www.steamcar.net/brogden-1.html>
- [7]: Hartmuth Ludwig hat ein Echtdampf-Modell der Maschine gebaut und zeigt einige Bilder auch vom Bau des Kessels: https://dampfhalu.de/tl/London_Steam-Carriage.htm
- [8]: <http://www.catchmewhocan.org.uk>
- [9]: <https://trevithickday.org.uk/>

Die Zeichnung eines Mitarbeiters der Marine war wohl Grundlage für die Replika von Tom Brogden [6]. Mit einem Raddurchmesser von fast 2,5 m und einer Höhe von ca. 3,5 m handelt es sich um ein beeindruckendes Gefährt.

Dieser Zeichnung kann man auch entnehmen, dass Trevithick hier eine neue Kesselkonstruktion mit relativ kleinem Wasservolumen aber großer Heizfläche nutzte [7].

Auch hier gibt es keine weiteren Erkenntnisse zu Details der Konstruktion etc.

Penydarren Lokomotive

1804 erhielt Trevithick die Möglichkeit, bei den Penydarren Ironworks von Samuel Homfray

Bild 8: Merchandising mit falschem Namen - das Bild zeigt übrigens nicht Trevithick



einen »Tram Wagon« zu testen. Homfray war Hüttenbesitzer in Merthyr Tydfil, einer Stadt in Wales. Alle vier Hütten am Ort waren darauf angewiesen, ihre Produkte möglichst auf dem Wasserweg zu transportieren. Seit 1794 stand dazu ein Kanal (mit 50 Schleusen!) bis nach Cardiff zur Verfügung, allerdings wurde dieser von einer der vier Firmen dominiert. Homfray und zwei der anderen Besitzer versuchten, Teile des Kanals zu umgehen, indem sie einen Schienenweg bauten, die »Merthyr Tramroad«. Dabei handelte es sich um gusseiserne Schienen auf Steinpollern. Die Linie wurde 1802 fertiggestellt.

1803 kaufte Homfray einen Teil von Trevithicks Patent von 1802. Es kam dann zu einer Wette mit Richard Crawshay. Dieser war genau der Wettbewerber, der den Kanal beherrschte. Homfray wettete, dass es mit der Lokomotive Trevithicks möglich sei, 10 t Eisen über etwa 16 km zu transportieren und dann leer wieder zurückzukommen. Crawshay hielt dagegen. Der Einsatz der Herren war beträchtlich: Es ging um 500 Guineas, heute wären das 23.000 Pfund. Ein anderer der Hüttenbesitzer fungierte als Schiedsrichter.

Zwar konnte das Eisen zum Ziel gebracht werden, allerdings hatte die Maschine auf dem Rückweg einen Schaden. Die Wette blieb strittig. Nach wiederholten weiteren Fahrten zerbrachen auch immer wieder Schienen unter dem Gewicht der Lokomotive. Noch waren Pferde besser geeignet. Die Maschine wurde stationär weiter genutzt.

Die Replika wurde 1981 vom »National Museum Wales« gebaut und befindet sich heute im »National Waterfront Museum Swansea«. In einem Posting auf der Webseite des Museums hat die Kuratorin den Nachbau als



Bild 9: Sambagruppe

»conjectural« bezeichnet, also frei übersetzt »auf Vermutungen beruhend«. Vielleicht hat dazu beigetragen, dass neue Forschungen nahelegen, dass Trevithick den im Jahr zuvor für den »Londoner Dampfwagen« gebauten Kessel auch bei der Penydarren Lokomotive benutzte, während die Replika den typischen Puffer-Kessel hat.

Auch zu diesem Nachbau blieb die Suche nach weiteren Details ohne Erfolg.

Catch me who can – Fang mich doch !

1808 versuchte Trevithick, mit einer Lokomotive und angehängten Wagen das Publikum in London zu begeistern. Es wurden ein Schienenkreis aufgebaut, Eintrittskarten gedruckt und es erschienen mehrere Zeitungsartikel. Vermutlich war die Lokomotive sehr einfach gehalten, die Zeichnung auf den Eintrittskarten (von denen einige erhalten sind) legt nahe, dass hier wieder der Grundtyp des Puffers eingesetzt wurde.

Auch dieses Unternehmen scheiterte nach sehr kurzer Zeit. Ein Grund war der weiche

Boden – die Schienen brachen immer wieder. Auch von einem Überschlag der Lokomotive wurde berichtet. Die Quellen geben erstaunlich wenig Belastbares her, dennoch haben einige Enthusiasten etwa 2007 begonnen, eine Replika zu bauen.

Der Bau ist noch nicht abgeschlossen. Zwar gibt es hier eine Webseite [8], aber Details zur Konstruktion finden sich dort nicht.

Trevithick Day Camborne

Im Kern handelt es sich um ein Straßenfest. Es gibt Tänze von Schulkindern und Erwachsenen aus Camborne, Musik, Performances, Jongleure, Komiker und eine Parade von dampfbetriebenen Straßenfahrzeugen. Ich habe 2019 viele Flugmodelle gesehen, jedoch zu meinem Bedauern kein einziges Dampfmodell. In der Nacht zu Samstag hatte es einen Sturm gegeben, sodass einige der Ausstellungen in letzter Minute von draußen nach drinnen verlegt werden mussten. Dennoch waren eine ganze Menge Besucher in Camborne unterwegs. Für die kleine Stadt und ihr Umland dürfte die Organisation immer eine große Aufgabe sein.

Bedauerlich, dass auch 2021 zum 250. Geburtstag Trevithicks die Veranstaltung bedingt durch die Pandemie ausfallen musste. Einige Video-Impressionen, zum Teil sogar bei Sonnenschein, finden sich auf der Webseite des Trevithick-Days [9].

Das Fazit unserer Cornwall-Reise war: Eine bemerkenswerte Industriegeschichte, aus der hier und da Zeugnisse erhalten sind. Firmen, die im 19. und zum Teil noch im 20. Jahrhundert Marktführer waren, sind erloschen. Einen Strukturwandel konnten wir nicht einmal im Ansatz erkennen. Tourismus und Landwirtschaft sind dominierend, industrielle Produktion spielt keine Rolle. Abseits der Küsten ist viel Tristesse und Armut zu sehen. Hoffentlich erfüllen sich die Erwartungen der Einwohner – schließlich hat die Mehrzahl von ihnen beim Brexit-Referendum für »Leave« gestimmt und das, obwohl im Land viele Projekte mit EU-Geldern finanziert wurden.

Bild 10: Blaskapelle vor Trevithick Statue



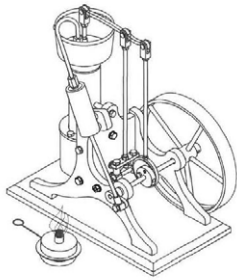
Unsere Bauplan-Services

Jetzt im Doppelpack oder Bundle (Print und Digital) bestellen und bis zu 60% sparen

NEU!



Die Top 9 unserer Baupläne!



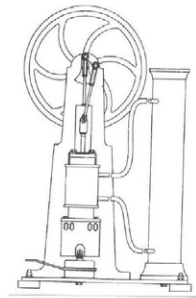
Bauplan Stirlingmotor Modell H1

ArtNr: 3203047 • Preis: 39,99 €



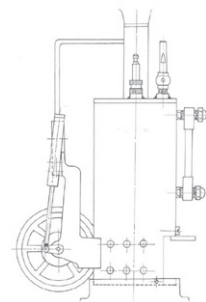
Bauplan Tesla Turbine

ArtNr: 3203061 • Preis: 14,90 €



Bauplan Stirlingmotor Modell NSM G/W

ArtNr: 3203048 • Preis: 34,99 €



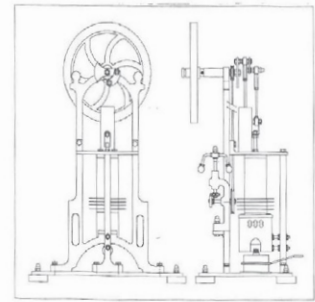
Bauplan Dampfmaschine Modell SKMA

ArtNr: 3203053 • Preis: 39,99 €



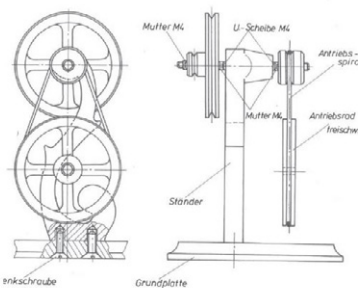
Bauplan Old Smoky

ArtNr: 3203040 • Preis: 22,00 €



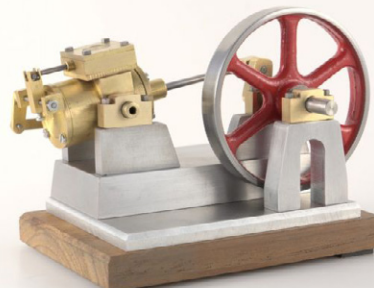
Bauplan Stirlingmotor Modell TGR

ArtNr: 3203051 • Preis: 39,99 €



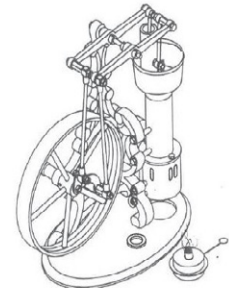
Bauplan Antriebsmodell Rad

ArtNr: 3203060 • Preis: 12,00 €



Bauplan Nicker

ArtNr: 3203063 • Preis: 16,90 €



Bauplan Stirlingmotor Modell A

ArtNr: 3203050 • Preis: 39,99 €

Jetzt bestellen!



07221 - 5087-22



www.vth.de/shop



07221 - 5087-33



[vth_modellbauwelt](https://www.instagram.com/vth_modellbauwelt)



service@vth.de



[VTH neue Medien GmbH](https://www.youtube.com/VTHneueMedienGmbH)



[Maschinentufter](https://www.facebook.com/Maschinentufter)



[VTH Verlag](https://www.linkedin.com/company/VTH-Verlag)



Unter die Lupe genommen

Vier-Furchen-Kippflug von Regner in 1:16 – 3. Teil

Ein Kippflug oder auch Ausgleichspflug (engl.: balance plough) war ein Pflug, der, ohne gewendet werden zu müssen, in zwei Richtungen benutzt werden konnte. Kippflüge konnten daher zwischen zwei stationären oder mobilen Dampfmaschinen hin- und hergezogen werden. Dies war erforderlich, als es noch keine Fahrzeuge gab, die einen Pflug hinter sich herziehen konnten, ohne im Acker zu versinken, denn einen Pflug zu wenden ist auch mit Maschinenkraft sehr aufwändig. Das Modell wurde von der Firma Regner hergestellt und unlackiert als Bausatz oder komplett montiert und lackiert vertrieben. Zu dem Fertigmodell gab es ein loses Katalogblatt, nach dem der Pflug „ganz aus Messing“ gefertigt ist. Der Rahmen sei aus Vierkantmessing gelötet und bis auf ein paar Schrauben sind nur hochwertige Messingussteile von bekannt guter Qualität verbaut.



Peter Gatz

Die Konstruktion

David Greig, einem Schotten, wird die Entwicklung des Kippfluges zugeschrieben. Die Idee war bereits 1885 patentiert worden, aber Greig verwendete einen Rahmen, der als Wippe auf einer zweirädrigen Achse montiert war, an dem alle Pflugkörper auf einer Seite angebracht waren, sodass der Pflug die geschnittenen Erdbalken immer nur auf dieselbe Seite wenden konnte, selbst wenn der Pflug in die entgegengesetzte Richtung gezogen wurde.

Der Pflugkörper

Der Kippflug von Regner hat vier rechts- und vier linksdrehende Pflugkörper, die sich in Zugrichtung gegenüberstehen und durch

Kippen über die Radachse in Arbeitsstellung gebracht werden. Schar und Streichblech sind als ein Teil ausgeführt. Als Schar bezeichnet man die Messer, die in den Boden schneiden, das Streichblech wendet den abgeschnittenen Erdbalken auf die Seite.

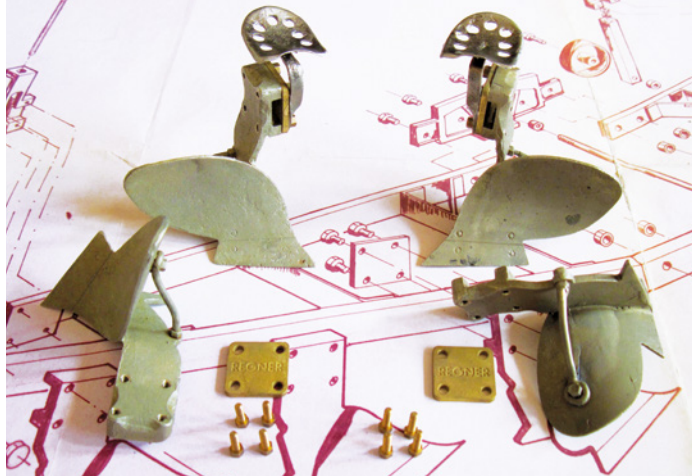
Das Sech

Die beiden am Rahmen angebrachten Scheiben-Seche dienten zum Abschneiden des zu pflügenden Bodens. Ein scharfes Sech bewirkt im Gegensatz zur Trennung durch die stumpfe Streichblechvorderkante eine Verringerung der erforderlichen Zugkraft beim Pflügen, und die Spurhaltung mittels Lenkung wird erleichtert. Die beiden Seche hat Regner als runde, rotierende Seche, sogenannte Scheibenseche ausgeführt.

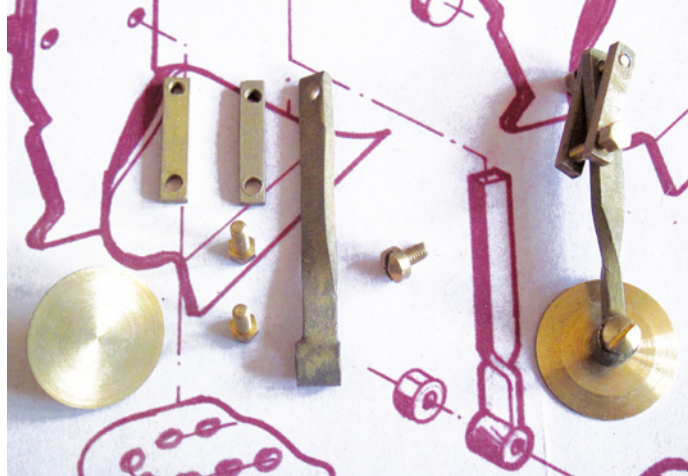
Diese benötigen weniger Zugkraft als Messerseche. Mehrscharige Pflüge haben aus Kostengründen nur am letzten Pflugkörper ein Sech. Regner bot aber Scheibenseche zum Aufrüsten an, z.B. wenn man Grünland umbrechen wollte. Achtung, das Sech weist immer zum ungepflügten Land hin. Wie im Original kann am Modell die Arbeitstiefe des Sechs von „wurzeltief“ bis fast auf Furchentiefe eingestellt werden.

Lenkung

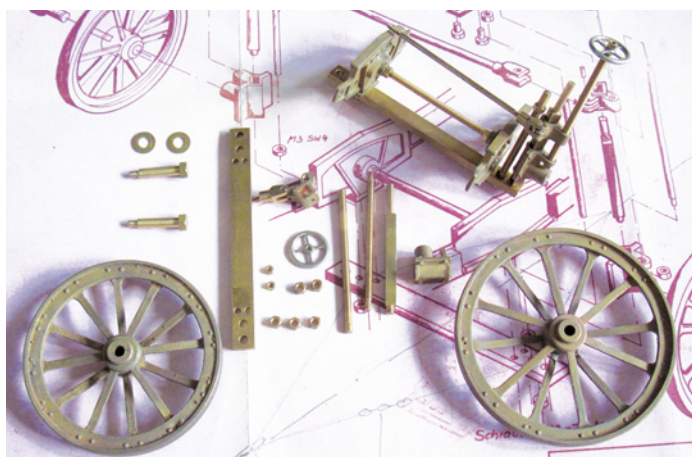
1865 wurde den Kippflügen eine Lenkung hinzugefügt und es wurden zwei unterschiedlich große Räder montiert. Das kleine läuft auf dem ungepflügten Boden, das große tiefer in der letzten Furche. Für jede Pflugrichtung gab es einen Sitz mit Steuerrad, um die Richtung



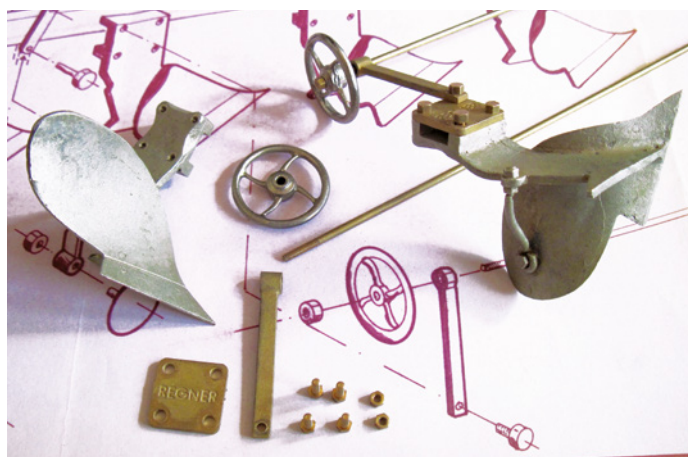
Pflugkörper montiert mit Sitz und in Einzelteilen



Scheibensech – montiert und in Einzelteilen



Das Chassis des Pflugs mit Höhenverstellung der Achsen



Pflugkörper mit Lenkrad

zu halten. Die Lenkung des Modells ist voll funktionsfähig. Des Weiteren kann man die Höhe der Räder wie beim Original separat voneinander einstellen. Mit einem Stützrad auf jeder Seite kann die Furchentiefe eingestellt werden.

Zusammenbau

Zu meinem Pflug habe ich zwei Montagezeichnungen mit handschriftlichen Notizen von Herrn Regner bekommen. Sie sind datiert auf Ende 1993. Hier wurden Aussehen und Anbringung der Ketten, die mit den Zugseilen

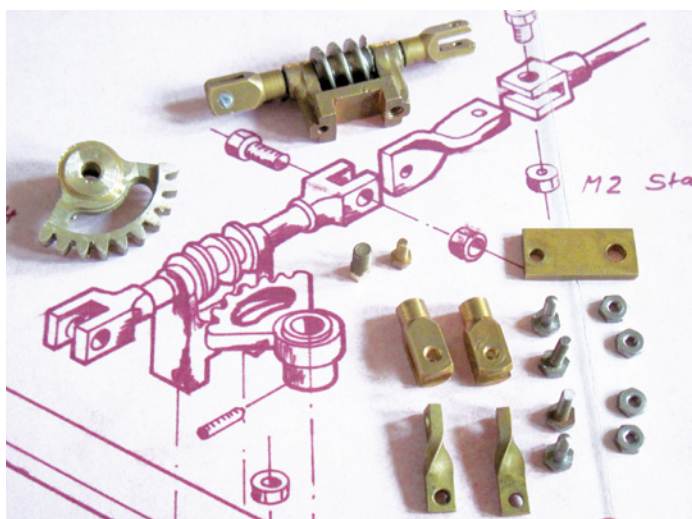
von den Seiltrommeln der Dampftraktoren verbunden werden, spezifiziert.

Sind Regner Dampftraktoren heute noch ihren damaligen Verkaufspreis wert, hat sich der Wert des Kippfluges verdoppelt. Vermutlich, weil sie noch seltener sind als die Traktoren. Damals waren 500 DM viel Geld für ein Modell, welches zwar voll funktionsfähig war, aber keinen eigenen Antrieb hatte. Außerdem, was will man mit solch kleinem Pflug pflügen? Außer feuchtem Sand kann ich mir nichts vorstellen, und selbst dann müssten die Traktoren zusätzlich beschwert werden, damit sie nicht umkippen. Im Maßstab 1:10

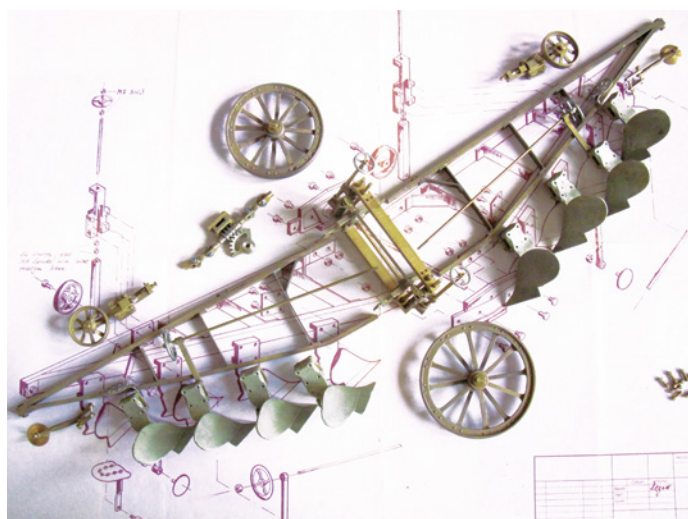
(1 1/8th) hatte 2013 die Firma Markie (Tony Pearce) einen Kippflug im Programm, knappe 80 cm lang, passend zu ihrer Pfluglokomotive. Heute leider unbezahlbar.

Technische Daten

Länge über alles	510 mm
Breite	123 mm
Raddurchmesser	70 und 79 mm
Gewicht	860 g



Lenkgetriebe



Baugruppen bereit zur Endmontage

GESICHTER & GESCHICHTEN

ZUM 75. JUBILÄUM DES VTH



Das VTH-Media-Team (von links): Melissa Janzen, Teresa Kohler, Asimina Feka, Fabian Reinfried, Denis Feraud, Sarah Gern, Susanne Dürschnabel, Sidney Wollensack und Julian Lenz.

Im Jubeljahr 2021 feiert der Verlag für Technik und Handwerk neue Medien nicht nur seinen 75. Geburtstag seit seiner Gründung 1946, sondern auch das siebzigjährige Bestehen der Fachzeitschrift FMT sowie das 45-jährige Bestehen der ModellWerft. Doch wer steht hinter dem Logo VTH? Heute stellen wir euch unser Media Team vor sowie drei VTH-ler davon, die jeder kennt, der mit uns schonmal in Kontakt getreten ist – ob von der Stimme oder der E-Mail-Signatur.



Sidney Wollensack ist seit 2015 Teil des VTH-Media-Teams und betreut als erste Ansprechpartnerin Kundenanfragen und Anregungen aller Art.

Natürlich wissen wir vom VTH, dass gute Leistung nur von guten und dynamischen Mitarbeitern kommen kann. Deshalb sind wir froh, ein engagiertes und dynamisches Media-Team im Rücken zu wissen. Denn unser VTH-Media-Team, bestehend aus neun Personen, ist bei allen Anfragen und Bestellungen von Kunden und Lesern erster Kontaktpunkt.

In der vorletzten Ausgabe haben wir bereits über Julian Lenz, VTH-Media-Leiter, berichtet. Diese Ausgabe wollen wir euch das gesamte VTH-Media-Team vorstellen, deren Aufgaben und Bereiche sowie unseren persönlichen Qualitätsmaßstab und an uns gerichteten Leistungsstandard. Unser VTH-Media-Team nimmt tagtäglich mit viel Herzblut alle Anfragen an, betreut diese, leitet sie weiter und bearbeitet Bestellungen, um zeitnah alle VTH-Produkte sorgfältig und sicher versandfertig zu machen. Denn von Anfang bis Ende ist unsere oberste Priorität die Zufriedenheit unserer Kunden.

Was wir tun

Wir vom Verlag für Technik und Handwerks sind seit nunmehr 75 Jahren der Meinung, dass ein fachkundiges, freundliches und engagiertes Team nur auf fruchtbarem Boden wachsen kann. Deshalb haben wir uns vor Jahren dazu entschieden, den kompletten Service und die Kundenbetreuung im eigenen Haus zu behalten. Zwar wurde der Abo-Service zeitweise extern ausgelagert, wir merkten jedoch schnell,

dass ein Dienstleister die eigene Leidenschaft zum Modellbau nicht so weitergeben kann wie das unserem eigenen Selbstverständnis entspricht.

Deshalb wurde rasch entschieden, dass mit dem Abo-Service schließlich das gesamte Bestell- und Kundenmanagement verlagsintern betreut werden soll. Damit einher geht unser Selbstverständnis, alle Mitarbeiter selbst auszubilden und zu schulen, damit wir unsere als Ziel gesetzten Qualitäts-Standards in Service und Kundenbetreuung stets gewährleisten und optimieren können.

Denn uns ist klar: Nur ein harmonisches Team, das Spaß an der Arbeit hat, kann diese Freude weitergeben. So ist es wichtig, die Hierarchien gering zu halten, sodass jeder Mitarbeiter vom ersten Tag an seine Ideen und seine individuellen Stärken in das Team einbringen kann.

Doch Qualität fängt beim eigenen Selbstverständnis natürlich erst an: So legen wir vom VTH bei jeder Materialbeschaffung und in jedem Herstellungsprozess viel Wert auf umweltfreundliche, regionale und klimaschonende Verfahren und Produkte. So beziehen wir das Papier aller Buch- und Zeitschriftenerzeugnisse bewusst lediglich aus Deutschland. Ebenfalls die Frästeilsätze und Modellangebote werden alleinig aus deutschsprachigem Raum bezogen, während alle von uns verkauften Baupläne selbst gedruckt werden.

Das VTH-Heldenteam

Ob bei Fragen zu Produkten, der eigenen Bestellung, zu Autoren und Beiträgen oder dem VTH-Abo-Service: Unsere Helden und Heldinnen des Media-Teams machen die Welt des Modellbaus jeden Tag ein wenig besser. Drei von ihnen möchten wir heute vorstellen: Sidney Wollensack, Susanne Dürrschnabel und Denis Feraud.

Sidney Wollensack kann man gut und gerne als Pforte zum Verlag bezeichnen. Auf jeden Fall ist ihre Stimme die wohl Bekannteste des gesamten Teams. Denn wählt man die VTH-Nummer, landet man erstmal bei ihr. So ist sie meist erste Ansprechpartnerin bei Fragen und Themen rund um den Verlag, Zeitschriften, Produkte und Bestellanliegen. Hierbei ist Sidney eine wahre Allrounderin: Kann sie mal eine Frage nicht selbst beantworten, weiß sie sofort an welchen Kollegen sie sich wenden muss. Und so ist es kein Wunder, dass so mancher VTH-ler ab und an bei Sidney nachhakt, was die VTH-Kunden gerade so interessiert. Denn Sidney ist eine der vielen Power-Frauen des VTHs, die Brücken schlägt und Bande knüpft und ist dabei jederzeit für den einen oder anderen interessanten Plausch am Telefon zu haben.

Susanne Dürrschnabel ist seit 2009 ein nicht mehr wegzudenkender Bestandteil im VTH-Team. Hauptsächlich im Bestellservice tätig, drückt Susanne nach jeder eingehenden Anfrage das Gaspedal auf Anschlag: Denn von Anfang in Form der Bestellannahme bis zum Ende in der Versandverarbeitung hat sie stets alles im Blick und schaut, dass alle Abläufe zügig und gewissenhaft bearbeitet werden, damit die Kunden nicht lange warten müssen bis sie ihr Produkt in den Händen halten. Ob per Mail, Fax, Telefon, Brief oder den VTH-Online-Shop: Bei Susanne liegt keine Anfrage lange unbearbeitet auf dem Tisch.

Denis Feraud ist der dritte im Bunde der VTH-Service-Helden. Wenn man mit Denis in Kontakt tritt, ist man entweder frischer Abo-Kunde, hat aus Versehen eine Rechnung übersehen oder ruft außerhalb unserer Bürozeiten an. Denn Denis ist mit seiner ruhigen Art und seiner angenehmen Stimme nicht nur seit vielen Jahren die Stimme



Susanne Dürrschnabel, arbeitet im Bestellservice als hilfsbereite und fachkundige Ansprechpartnerin für alle Kundenanliegen.

des VTH-Anrufbeantworters, sondern übernimmt im Media-Team auch die Abo-Verwaltung und Reklamationsbetreuung sowie das Mahnverfahren. Das bearbeitet Denis mit besonders viel Herzblut, denn die Zufriedenheit und die Begeisterung der Kunden hat bei Denis stets oberste Priorität!

Tradition, Innovation & Erfolg

Das Erfolgskonzept des VTH nach 75 Jahren Verlagsgeschichte? Ganz einfach: Die Mischung zwischen unserem traditionsreichen Selbstverständnis und der tägliche Anspruch an uns selbst, neue innovative Wege zu gehen. So konnten wir bereits viele einzigartigen Großprojekte realisieren, wobei vor allem die, die häufig mit einem „Das schafft ihr nie“ abgestempelt wurden, die erfolgreichsten waren. Und so ist ein Team, das zum einen noch nach 75 Jahren die Verlagstradition lebt und mit Leben füllt und zum anderen immer wieder aufs Neue Visionen und den Mut dazu hat, alte Pfade zu verlassen, um neue spannende Projekte zu realisieren, genau das, was den Verlag für Technik und Handwerk zum führenden Fachverlag im Modellbau macht.



Denis Feraud ist der Mann im Bunde des VTH-Media-Teams und betreut vielseitige Aufgaben rund um die Kundenbetreuung, den Abo-Service sowie die Bestellaufnahme.

DAMPFENDE AUSSICHTEN MIT DER MASCHINEN IM MODELLBAU

Unser Maschinen im Modellbau-ABO mit Vollaustattung:

- 6 Ausgaben portofrei* direkt nach Hause geliefert
- Früher informiert und immer „up-to-date“
- Wunschprämie aussuchen
- Exklusive Vorteilspreise im VTH-Shop
- Und das Beste: Kostenlose Mitgliedschaft im ABO-Club



Wählen Sie Ihre Prämie:



DVD - Chronik des technischen Modellbaus**



LED-Lupenbrille von RoNa



VTH-Jubiläumsshirt

Jetzt bestellen!

☎ 07221 - 5087-22

✉ service@vth.de

f Maschinentüftler

💻 07221 - 5087-33

🌐 www.vth.de/shop

in VTH Verlag

*innerhalb Deutschland
**Bei einer Mindestlaufzeit von 24 Monaten

IHRE VORTEILE IM ABO-CLUB

Auch in diesem Monat haben wir wieder tolle neue Produkte für Sie in den Abo-Club aufgenommen.

Sie finden unter anderem:

- die Chroniken und Jahrgangs-CDs zum Abopreis
- kostenfreie Downloadpläne
- Einführungspreise von Bauplänen und vielem mehr
- Sonderhefte zum Abo-Preis



Geben Sie im Bestellvorgang Ihre Abo-/Kundennummer ein, die Sie auf Ihrer Mitgliedskarte und auf jeder Abo-Rechnung finden. Die Kundennummer muss mit Ihrer bei uns hinterlegten Rechnungs- bzw. Lieferanschrift übereinstimmen.

Wir wünschen Ihnen viel Spaß beim Stöbern im Abo-Club!

vth Shop

Abo-Club Zeitschriften Bücher Baupläne Bausätze Zubehör

Hier den ganzen Shop durchsuchen...

Produkt	Abo-Preis	Regulärer Preis	Buttons
Maschinen im Modellbau 150 AUSGABEN 1989-2020 Chronik des technischen Modellbaus: 1989-2020	49,00 €	59,00 €	Zum Warenkorb hinzufügen
Maschinen im Modellbau Jahrgangs-CD 2018	9,90 €	19,90 €	Zum Warenkorb hinzufügen
Maschinen im Modellbau Jahrgangs-CD 2019	9,90 €	19,90 €	Zum Warenkorb hinzufügen
CNC im Modellbau auf CD (2009-2014) Chronik 2009 - 2014	24,90 €	29,90 €	Zum Warenkorb hinzufügen

Für Gas oder Dampf

Fertigung zweier anschraubbarer Ventile

Ludwig Bönsch

Für den Bau einer selbst erdachten Waldbahn nach dem Vorbild der Shay der Firma Regner benötige ich ein Gas- und ein Dampf-Regel-Ventil. Beide sollen fest montiert und mit kleinen Servos angesteuert werden und sind nach dem Master- als Slaveventil positioniert. Das auf Bild 1 zu sehende Gasregelventil wird dem Haupt-Ventil, welches unmittelbar am Gastank sitzt, nachgeschaltet. Es ergeben sich zwei Vorteile. Erstens wird das Hauptventil aus Sicherheitsgründen von Hand betätigt und verschließt die Gasleitung am Gastank sicher. Zweitens kann das Hauptventil zum Fahrbetrieb auf die maximal ermittelte Flammenhöhe eingestellt werden.

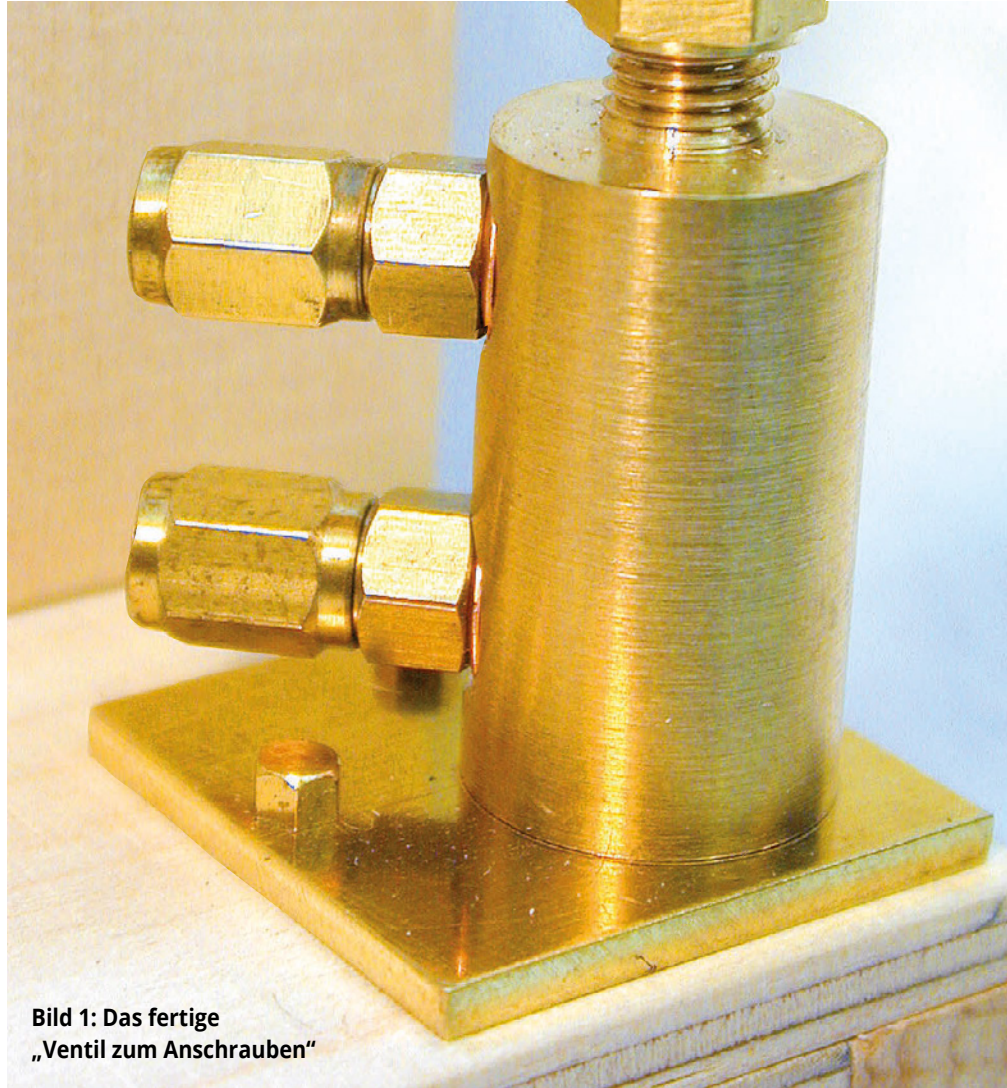


Bild 1: Das fertige „Ventil zum Anschrauben“

Das nachgeschaltete, vom Servo angesteuerte Ventil, kann nun die Flamme während der Fahrt stufenlos kleiner stellen, da die Steigung des Regelgewindes mit 0,35 mm/Umdrehung sehr feingängig ist. Außerdem übernimmt das Slaveventil die Aufgabe „Flamme aus“ wenn Wasser/Dampf verbraucht sind.

Bei dem Slave-Dampf-Ventil verhält es sich sinngemäß genauso. Hier ist aber die Steigung des Regelgewindes mit 0,5 mm/Umdrehung etwas größer. Hiermit wird die Fahrgeschwindigkeit geregelt. Vom langsamen Anfahren bis zur passend empfundenen Fahrgeschwindigkeit.

Das ganze Ventil ist aus Messing gefertigt. Die im Grundkörper befindliche Verjüngung vom Durchmesser 3,6 mm auf 2 mm muss sehr sorgfältig hergestellt werden. Dies ist ja der eigentliche Dampf- oder Gas-Regelungs-Ort,

den das Ventil-Dreh-Teil verschließen oder gezielt mehr oder weniger öffnen soll. Dazu muss diese Verjüngung gratfrei und eckig sein. Auf keinen Fall anfasen (eine Fase ist z.B. die 45° Abschrägung einer Kante). Eine meines Erachtens günstige Herstellungsweise des Schließ-/Regelungsorts beschreibe ich weiter unten. Links im Bild 2 sehen Sie die beiden Anschlussnippel mit einer Schlüsselweite von 6 mm (SW6). Das Gewinde M6×0,75 oben am Grundkörper ist für eine Stopfbuchse vorgesehen. Als Dichtungsmaterial ist verzwirbeltes/gedrehtes Teflon-Band aus dem Wasser-Installationsbereich bestens geeignet. Man nehme z.B. 7 cm Teflon-Band, drehe es zu einer dünnen Wurst und packe diese in die Stopfbuchse. Ein gangbarer Weg dies zu tun ist wie folgt.

Man stecke das Ventil-Drehteil, mit seinem glatten Bereich von 4 mm Durchmesser, in die noch nicht aufgeschraubte Stopfbuchse. Dann dreht man eine Windung des gezwirbelten Teflon-Bandes um die 4 mm Achse und drückt es vorsichtig in die Stopfbuchse nach oben bis an deren Anschlag. Dies ist mit der Rückseite eines sehr dünnen Bohrers recht gut möglich. Auf die gleiche Weise drückt man eine weitere Windung in die Buchse. Die Menge des Stopfmateri als ist für den Einzelfall auszuprobieren. Nach dem Ein- und Aufschrauben in/auf den Grundkörper ist die Dichtwirkung recht einfach wahrzunehmen. Die notwendigen Kriterien des Sitzes des Drehteils im Ventilkörper sind recht simpel. Zum einen darf kein Medium (Gas oder Dampf) entweichen und zum anderen muss

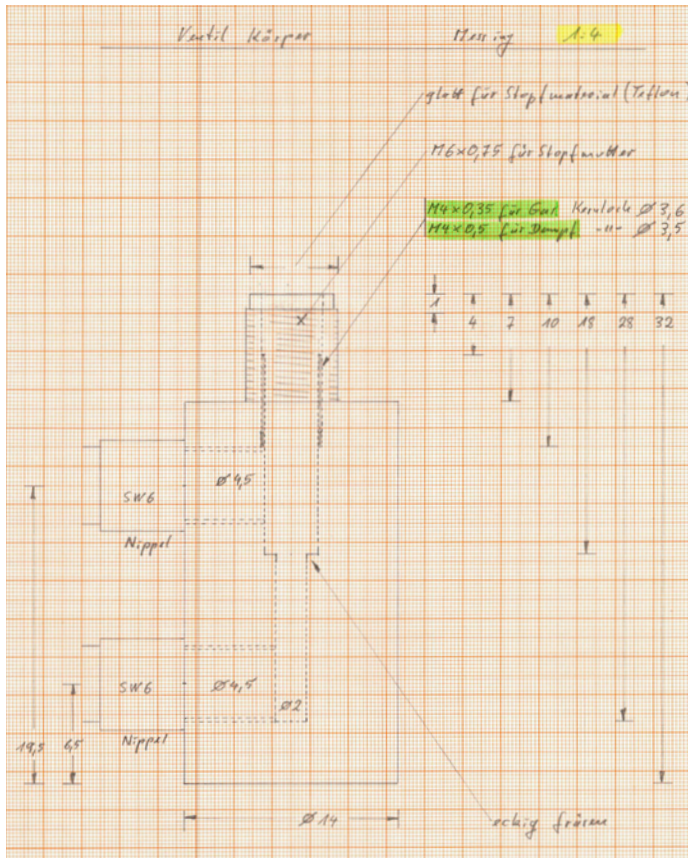


Bild 2: Der Grundkörper des Ventils

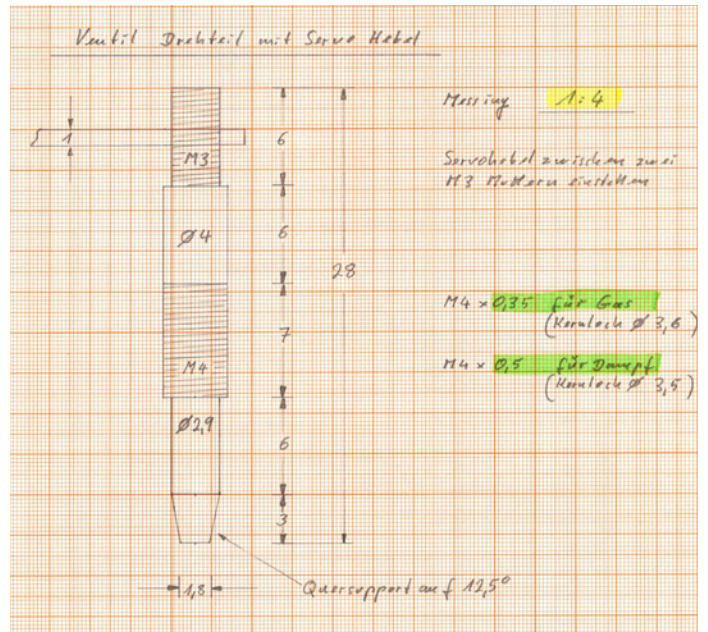
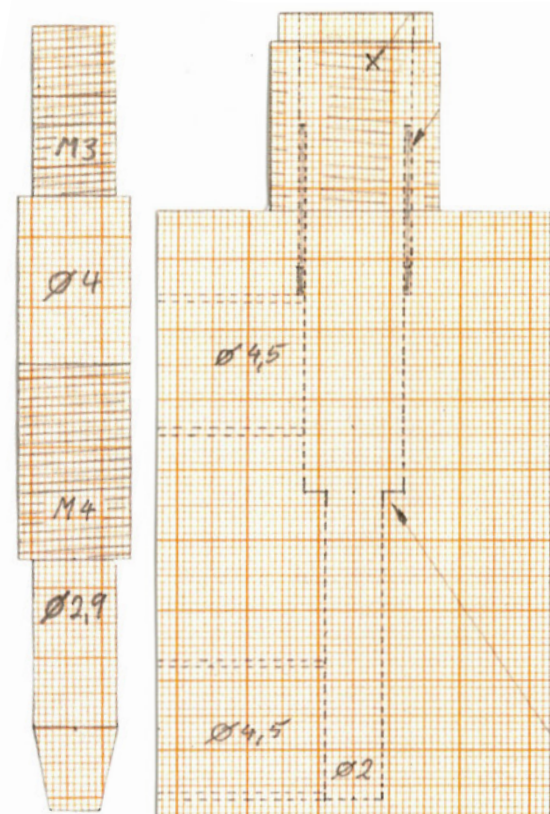
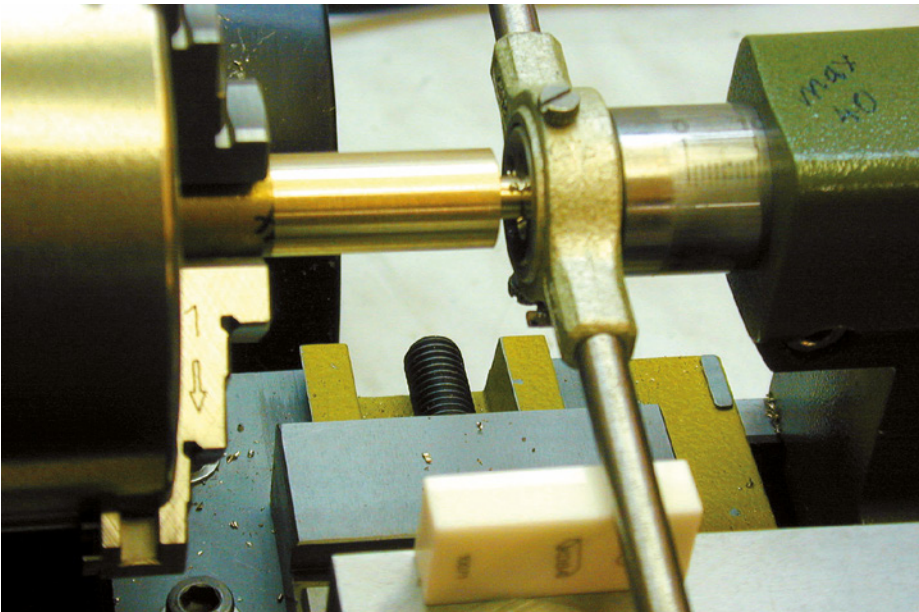


Bild 3: Das Ventil-Drehteil

► Bild 4:
ausgeschnittene
Teile

das Servo die Achse (Ventil-Drehteil) noch drehen können.

Fertigen Sie das Ventil-Drehteil bitte nicht aus 4-mm-Rundmaterial. Die Folge wäre kein Rundlauf zum M4-Gewinde und damit wäre das Teil Ausschuss. Also nehmen wir z.B. ein 5-mm-Rundmaterial. Die Bearbeitung beschreibe ich weiter unten. Der glatte 4 mm Bereich kann natürlich auch länger sein, so wie Sie es brauchen. Der 1 mm dicke Ansteuerhebel hat kein Gewinde und wird mit zwei MS-

Muttern nach der Justierung im Bezug zum Drehwinkel des Servos geklemmt.

Auf die in Bild 4 dargestellte, einfache Art, kann man sich die richtige Dimensionierung durch aufeinanderlegen und verschieben gut vorstellen. Voraussetzung ist natürlich der gleiche Maßstab für beide Objekte. Selbstverständlich ist das alles mit einem CAD-Programm am Rechner durchführbar. Darauf verzichte ich, weil ich berufsmäßig, den ganzen Tag an einem Rechner arbeite

und dann nicht auch noch meine Hobby-Zeit am Rechner verbringen möchte.

Da das Außengewinde am Grundkörper parallel zu dessen Mittelachse sein sollte, nehme ich die Drehmaschine zu Hilfe. Diese drehe ich per Hand mit einer, hier nicht sichtbaren, in die Hohlachse der Drehbank eingesteckten Kurbel. Den Halter des Schneideisens führe ich mit der Hohl-Achse des Schlittens. Dieser ist natürlich nicht geklemmt, sondern wird mit der Hand geschoben. So entsteht auf

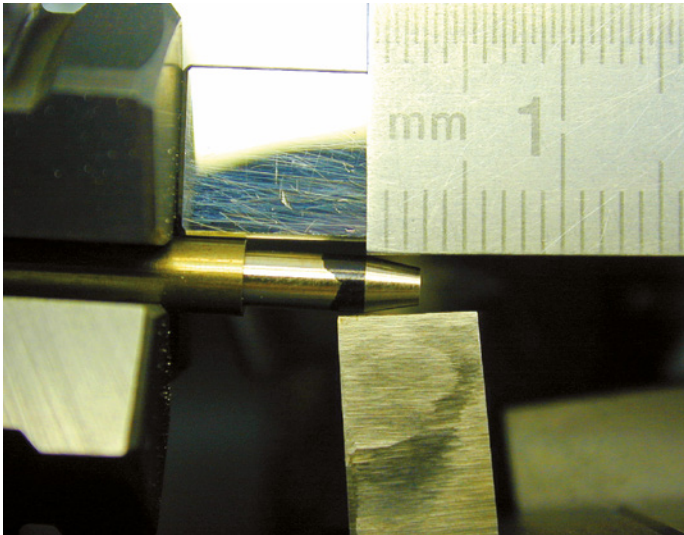


Bild 6: Herstellung der Schräge am Drehteil

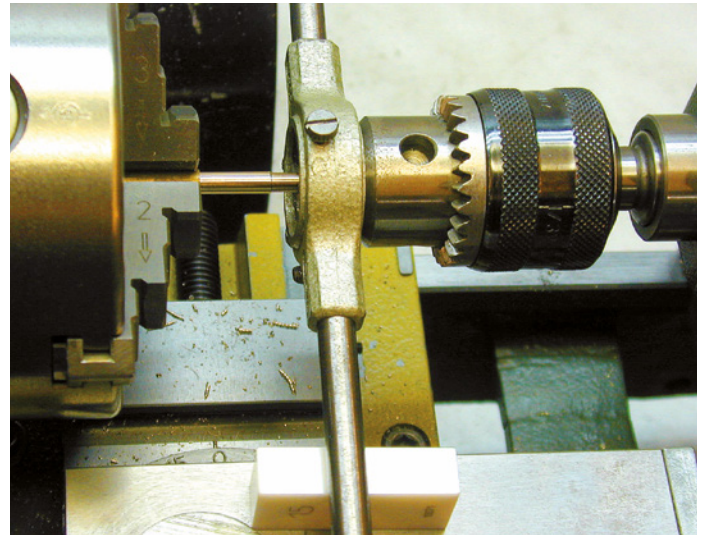


Bild 7: Schneiden des Außengewindes auf das Ventil-Drehteil

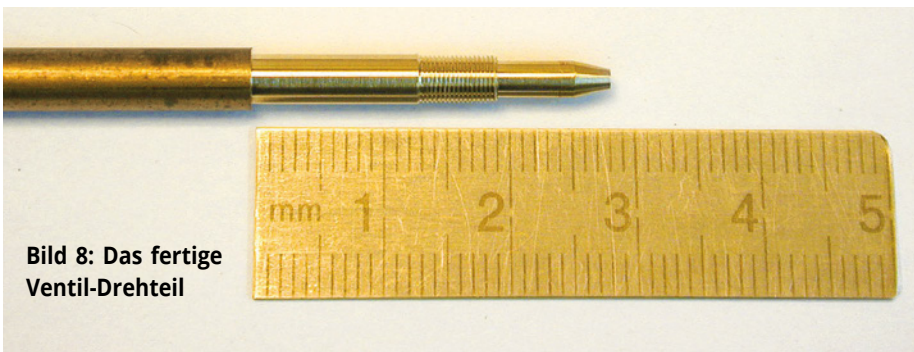


Bild 8: Das fertige Ventil-Drehteil

Da das Gewinde im Ventil-Grundkörper relativ weit innen sitzt, kann es sein, dass der Gewindeschneider (bei mir ist es ein zweiteiliger Satz) zu kurz ist. Also die Schaft-Verdickung so früh anfängt, dass man das Gewinde nicht weit genug in den Grundkörper schneiden kann. Das Bild 9 zeigt einen, in das Dreibackenfutter der Drehbank eingespannten Gewindebohrer. Und eine kleine, rosa (Farbkennung) Schleifscheibe. Die Schleifscheibe ist eingespannt in eine Kleinbohrmaschine, die wiederum im Stahlhalter befestigt ist. Jetzt noch alles z.B. mit Alu-Folie gegen den Schleifstaub abdecken und schon kann es losgehen. Die Maschinen drehen gegenläufig; die Drehbank langsam, die Schleifscheibe schnell. Unmittelbar hinter dem Schneidbereich des Gewindebohrers wird der Schaft nun etwas verjüngt. Der verbleibende Durchmesser soll nur etwa zwei Zehntel Millimeter kleiner sein als der Durchmesser des Kernlochs. Wir wollen den Gewinde-Schneid-Satz ja nicht unnötig schwächen.

Der umgeschliffene Bohrer mit dem gleichen Durchmesser wie der Kernlochbohrer erzeugt eine eckige Verjüngung, welche in Bild 2 markiert ist. Der linke Bohrer ist eine hochwertige Ausführung, wogegen der umgeschliffene ein einfacher „rollengewalzter“ Bohrer ist. Wie Sie auf dem Bild richtig sehen fehlt dem Bohrer die Spitze. Er ist vorne wie ein Finger-Fräser geschliffen. Die Arbeitsschritte sind wie folgt: Um für sich selbst das Arbeitsergebnis betrachten zu können, nehmen Sie ein Rest-Stück Messing und bringen eine kurze Zentrier-Bohrung ein (Drehbank), mit einem 2-mm-Bohrer bohren Sie ca. 6 mm tief. Dann mit dem Kernlochbohrer 2 mm tief. Jetzt mit dem „Finger-Fräser-Bohrer“ ca. drei Zehntel Millimeter tiefer als mit dem Kernlochbohrer bohren. Es braucht ja nur die eckige Kante zu entstehen. Das Test-Stück ausspannen und mit Hand vorsichtig entgraten. Dazu den 2-mm-



Bild 9: Schleifen der Gewindebohrer

einfachste Weise ein einwandfreies Gewinde. Sinngemäß funktioniert das mit einem Gewindebohrer für das Innengewinde im Ventil-Grundkörper.

Am unteren Ende werden 9 mm der Länge auf den Durchmesser von 2,9 mm abgedreht. Die Schräge wird nun auf einer Länge von ca. 3 mm angebracht. Der Quersupport ist dazu auf ca. 12,5° eingestellt und schneidet somit die Schräge an der Spitze des „Ventil-Drehteils“. Die stumpfe Spitze hat somit einen Durchmesser von ca. 1,8 mm und passt dann in die 2-mm-Bohrung im Ventil-Körper.

Auch hier wird wie weiter oben schon beschrieben, ein Außengewinde geschnitten. Bitte achten Sie genauestens darauf, dass das Gewinde nur maximal auf einer Länge von 6 bis 7 mm geschnitten wird. Der glatte Teil des Ventil-Drehteils wird zum Abdichten durch das Teflonband in der Stopfbuchse benötigt (s.o.). Da die Gewindesteigung, bei Gas 0,35 mm/Umdrehung und bei Dampf 0,5 mm/Umdrehung, bekannt ist kann man beim Schneiden einfach die Umdrehungen zählen.

Es wird erst ausgespannt, nachdem es wie in Bild 8 zu sehen ist, soweit fertig bearbeitet ist. Somit ist ein Rundlauf garantiert. Das M3 Gewinde für den Servo-Hebel ist in Bezug auf den Rundlauf unkritisch.



Bild 10 von links: Der Kernlochbohrer für das Feingewinde, ein um-geschliffener Bohrer, die beiden geschliffenen/verjüngten Gewindebohrer und das fast fertiggestellte Ventil-Drehteil

Bohrer vorsichtig eindrehen und dann mit dem „Finger-Fräser-Bohrer“ ganz vorsichtig per Hand nacharbeiten.

Da die Verjüngung in dem Test-Stück nicht so tief sitzt wie im Ventil-Grundkörper, kann man das Arbeitsergebnis sehr gut sehen. Auch kann man das Ventil-Drehteil als Abdichtungsprobe/ Sitzprobe in die eckige Verjüngung halten und somit für sich eine Bewertung treffen. Ist man mit dem Dichtsitz zufrieden, bringt man ihn auf gleiche Weise in den Grundkörper des Ventils ein.

In Bild 11 werden die Kernloch-Bohrungen für die Anschluss-Nippel eingebracht. Das Gewinde geschnitten und die Abflachungen mit einem Finger-Fräser gefertigt. Auf den Abflachungen liegen nach der Endmontage Kupferdichtungen.

Wie Sie sicherlich schon bemerkt haben, ist dieser Artikel hauptsächlich als Anregung für Hobby-Einsteiger (die es ja hoffentlich gibt) gedacht.

Viel Freude beim Nachbau.

Bild 11

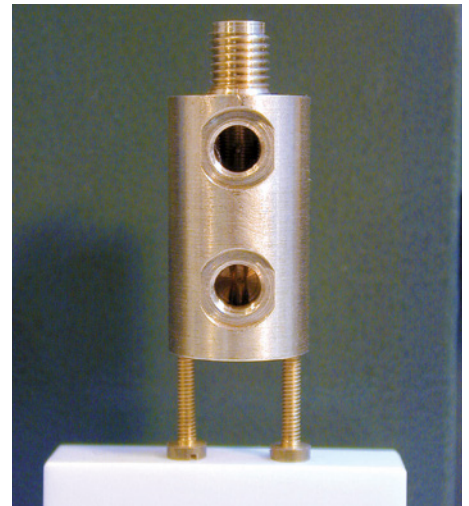
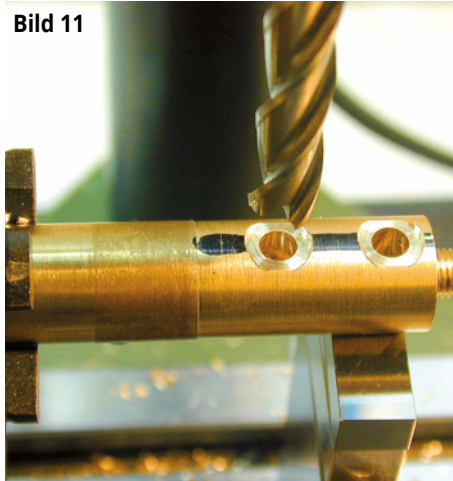


Bild 12: Da es ein Standventil zum Anschrauben werden soll, müssen noch zwei M2-Schrauben vorgesehen werden

Auch für Dampfschiffe sind solche Ventile perfekt geeignet. Mehr zum Thema Dampfschiffsmodelle finden Sie im VTH-Fachbuch „Schiffsmodelle mit Dampfantrieb“ (ArtNr 3102290) zum Preis von 36,90 € unter www.vth.de/shop oder telefonisch unter 07221/508722.

Anzeige

UNSER HERZ SCHLÄGT FÜR DEN MODELLBAU - UND IHRES?

Sichern Sie sich jetzt eines unserer neu designten Jubiläumsprodukte!

Herren T-Shirt

Größe S
ArtNr: 6211926

Größe M
ArtNr: 6211927

Größe L
ArtNr: 6211928

Größe XL
ArtNr: 6211929

Größe XXL
ArtNr: 6211930

Damen T-Shirt

Größe S
ArtNr: 6211931

Größe M
ArtNr: 6211932

Größe L
ArtNr: 6211933

Größe XL
ArtNr: 6211934

Größe XXL
ArtNr: 6211935



**ZUM JUBILÄUMSPREIS
VON NUR 24,95€**



VTH-Trinkflasche

ArtNr: 6211936

**ZUM JUBILÄUMSPREIS
VON NUR 9,95€**

Jetzt bestellen!

☎ 07221 - 5087-22  www.vth.de/shop

📠 07221 - 5087-33  [vth_modellbauwelt](https://www.instagram.com/vth_modellbauwelt)

✉ service@vth.de  VTH neue Medien GmbH

 Maschinentüftler

 VTH Verlag



Werkstatt-Bibliothek



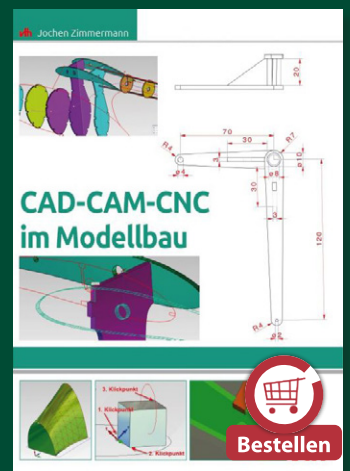
Autor: Kurt Becker
Umfang: 88 Seiten
ArtNr: 3102289 • Preis: 19,90 €



Autor: Jörg Burgdorf
Umfang: 64 Seiten
ArtNr: 3102262 • Preis: 14,90 €



Autor: Thomas Riegler
Umfang: 208 Seiten
ArtNr: 3102263 • Preis: 29,80 €



Autor: Jochen Zimmermann
Umfang: 240 Seiten
ArtNr: 3102270 • Preis: 32,90 €



Autor: Jürgen Eichardt
Umfang: 172 Seiten
ArtNr: 3102117 • Preis: 24,90 €



Autor: Tilman Wallroth
Umfang: 232 Seiten
ArtNr: 3102070 • Preis: 19,30 €



Autor: Christoph Selig
Umfang: 240 Seiten
ArtNr: 3102256 • Preis: 31,90 €



Autor: Andreas Schaller
Umfang: 144 Seiten
ArtNr: 3102195 • Preis: 19,80 €

Jetzt bestellen!

☎ 07221 - 5087-22

✉ service@vth.de

f Maschinentüftler

📞 07221 - 5087-33

🌐 www.vth.de/shop

in VTH Verlag

PRINT ON DEMAND

Sie wünschen, wir drucken.

Mit Print on Demand produzieren wir Fachliteratur sofort nach Bestelleingang.



ArtNr: 3102152
Preis: 34,90 €



ArtNr: 4110135
Preis: 39,90 €



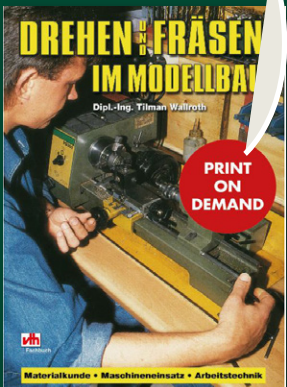
ArtNr: 3102159
Preis: 34,90 €



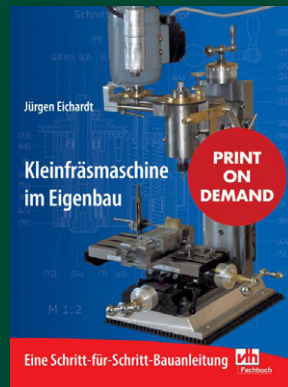
ArtNr: 3102189
Preis: 39,90 €

**PRINT
ON
DEMAND**

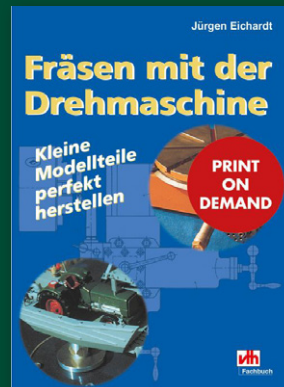
Dieser Button kennzeichnet unsere „Print on Demand - Produkte“



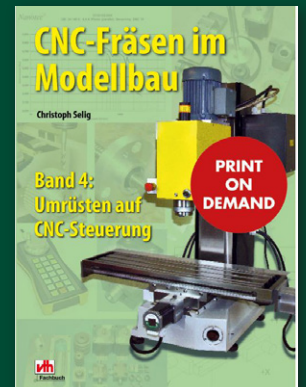
ArtNr: 3102037
Preis: 49,90 €



ArtNr: 3102229
Preis: 49,90 €



ArtNr: 3102099
Preis: 29,90 €



ArtNr: 3102192
Preis: 39,90 €

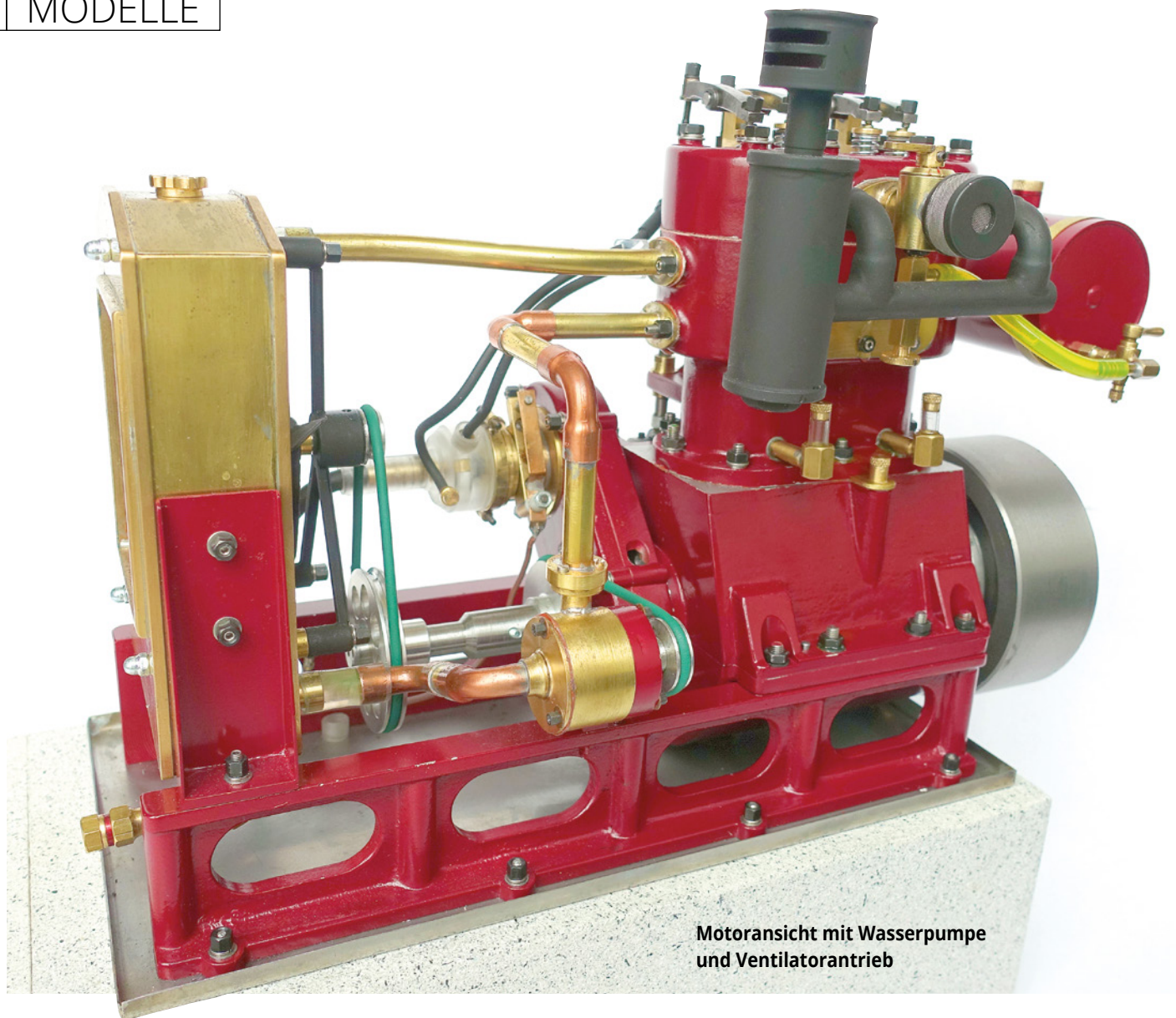


vth_modellbauwelt



VTH neue Medien GmbH





Motoransicht mit Wasserpumpe
und Ventilatorantrieb

Motor mit Geschichte

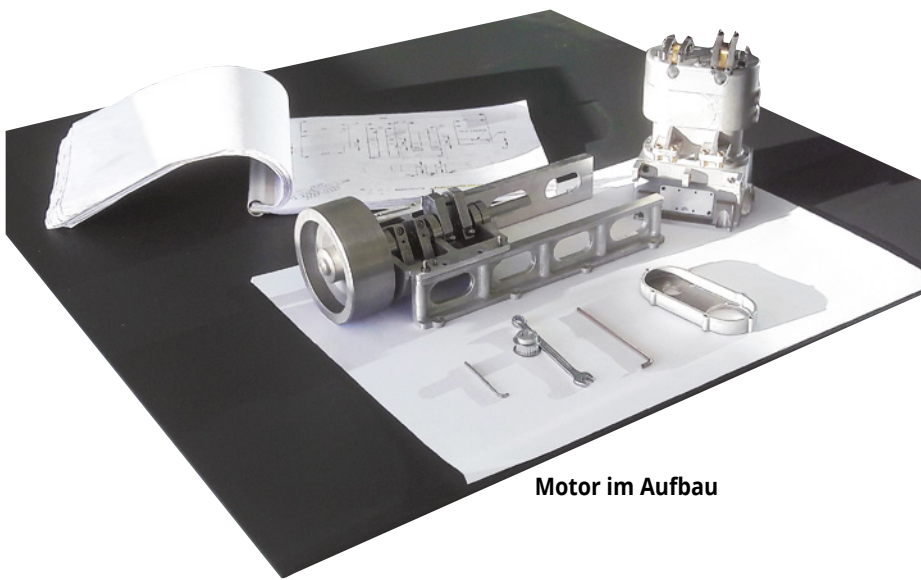
Zweizylinder Motor »Thomas«

Martin Stalder

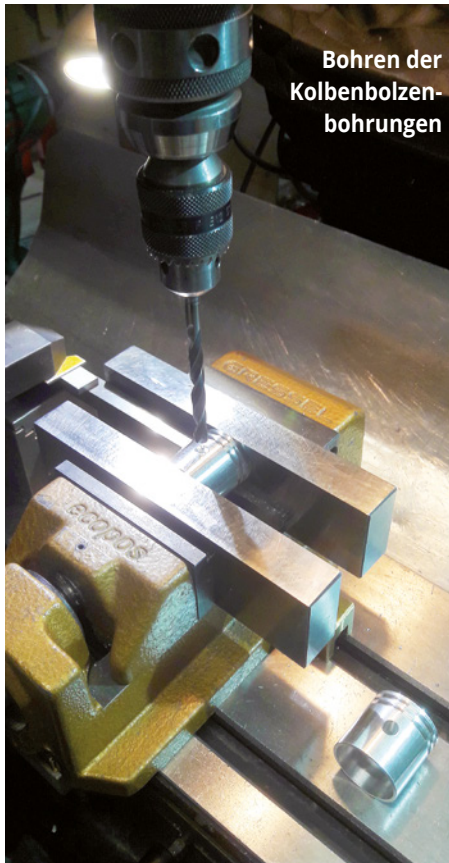
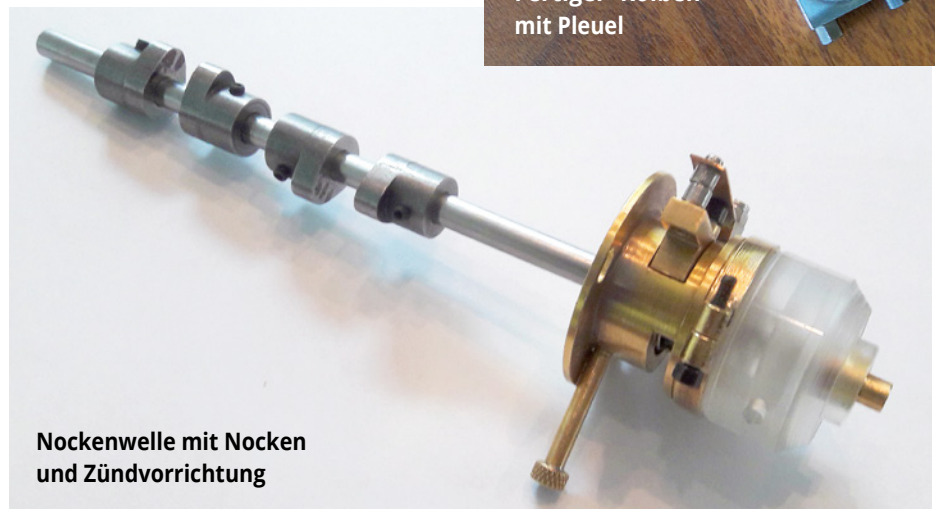
Meine Berichte fangen nie mit der Technik an. Denn alle meine bisherigen Projekte haben ihre Geschichte und ohne diese Geschichten wäre das eine oder andere Modell vielleicht nie entstanden. So ist es auch im Falle des wunderschönen Zweizylinders »Thomas«. In einem meiner Berichte (MASCHINEN IM MODELLBAU 2/2017) ging es um meine Eigenkonstruktion eines Vierzylinder Viertakters. Nach Erscheinen dieses Berichtes in MASCHINEN IM MODELLBAU verging keine Woche und ich erhielt von einem Leser aus dem schweizerischen Appenzell einen Anruf. Er hatte meinen Artikel gelesen und gelangte nun mit einer Frage wegen eines Vergasers an mich. Er hatte einen sehr alten Einzylinder-Modellmotor gekauft, welcher jedoch keinen Vergaser besaß und er dachte, dass ich ihm mit Rat und Tat beistehen könnte.

Für mich ist das immer eine Herausforderung und so vereinbarten wir einen Termin bei mir im Berner Oberland. Ich fragte ihn noch nach dem Kubikinhalt und dem Durchmesser des Ansaugkanals. So konnte ich bis zu seinem Besuch einen Vergaser vorbereiten, der funktionieren sollte. Einen ganzen Tag haben wir versucht, den Motor in Gang zu bringen, jedoch ohne Erfolg. Er liess den Motor bei mir und ich begann nach dem Fehler zu suchen. Schlussendlich stellte ich fest, dass wegen stark unebenem Zylinderkopf keine Kompression zustande kam. Nach der Korrektur des Zylinderkopfes lief der Motor problemlos. Seither habe ich einen Modellbaukollegen mehr.

Zwei Wochen später erhielt ich einen Anruf aus Stalden im Kanton Wallis, ein Dorf an der Zufahrt nach Zermatt. Dieser Herr hatte mei-



Motor im Aufbau

Fertiger Kolben
mit PleuelBohren der
Kolbenbolzen-
bohrungenNockenwelle mit Nocken
und Zündvorrichtung

nen Artikel auch gelesen. Er hatte zu dieser Zeit einen Dreizylinder-Sternmotor in Arbeit, konnte aber keine Kolbenringe dazu finden. Ich konnte ihm helfen, da ich den bekannten Schweizer-Motorenbauer Daniel Gurtner kenne und bei dem fand ich die passenden Ringe. Ich schickte ihm die Ringe, damit er mit dem Bau weiterfahren konnte, aber er wollte, dass ich ihn besuchen komme. Das tat ich dann einige Zeit später auch.

Empfangen wurde ich von einem über 80-jährigen rüstigen Rentner in einem schönen, alten, mehrstöckigen Walliser Haus. Im zweiten Stock angekommen, traf ich seine Frau, eine aufgestellte quirliche Dame an. Nach einem Kaffee in einer wunderbaren alten Wohnküche gingen wir ins Reich von Markus Venetz, so heißt dieser Herr. Das war keine verstaubte Werkstatt, nein, wir

traten in eine ehemalige helle Wohnstube mit Fenstern rundherum. Was ich da sah, hat mich überrascht, denn es handelte sich um seine Werkstatt mit Drehbank, Fräsmaschine, Bohrmaschine, Werkbank und was so eine Werkstatt eben alles braucht. Der Tag ging viel zu schnell vorbei. Nach Hause fuhr ich mit einer kleinen Schaublin-Drehbank, die er mir einfach so schenkte, da er aus Altersgründen nicht mehr intensiv bauen konnte, und sich in seinem Umkreis niemand so sehr interessierte für den Modellbau.

Im Jahr darauf hat er mich und meine Frau wieder eingeladen zu einem weiteren Tag wo wir in der Modelltechnik schwelgten, derweil die beiden Frauen ihren Schwatz halten konnten. Auch an diesem Tag gingen wir mit einem schweren Geschenk nach Hause, nämlich dem kompletten Rohguss-Satz des Motors »Thomas« inklusive Detailzeichnungen.

Doch nun komme ich zur Technik. Beim Motor »Thomas« handelt es sich um einen Zweizylinder-Viertakt-Motor der Firma TS Modelldampfmaschinen mit einem Hubraum von 57 cm³ bei einem Kolbendurchmesser von 28 mm und einem Hub von 45 mm.

Leider habe ich auch dieses Mal erst zu spät daran gedacht, genügend Fotos während des Baus zu machen. Es hätte einige gute Detailaufnahmen gegeben bei der Gehäuse-

bearbeitung. Nun ist es so, vielleicht denke ich nächstes Mal daran.

Los geht es

Die erste große Aufgabe bestand darin, die Maße der sechs Rohgussteile genau mit den Zeichnungen zu vergleichen und allenfalls Korrekturen der Dimensionen zu machen, wenn man nicht böse Überraschungen erleben wollte. Durch Schaden wird man klug! Obwohl die Gussteile im Großen und Ganzen ordentlich aussahen, gab es doch notwendige Korrekturen. Die Gussformen des Zylinderkopfes hatten sich wohl beim Guss etwas seitlich verschoben, was an einem Versatz von fast 2 mm sichtbar war. Da gab es natürlich einiges zu schleifen. Zudem habe ich mich entschlossen, die wie mir schien etwas zu zierlichen Kurbelwellen-Gleitlager durch Kugellager zu ersetzen. Das bedingte die Anfertigung von Enddeckeln am Kurbelwellengehäuse sowie Anpassungen bei der Kurbelwelle.

Nun konnte es so richtig losgehen. Für die einzelnen Gehäuseteile musste ich zuerst Spannvorrichtungen anfertigen, um sie sicher auf der Fräsmaschine befestigen zu können. Jetzt entstanden nach und nach die verschiedenen Teile. Je mehr man die schöne Form erkennen konnte, desto mehr Eifer kam auf.

**Nockenwellenantrieb**

Motorengehäuse (Kurbelgehäuse)

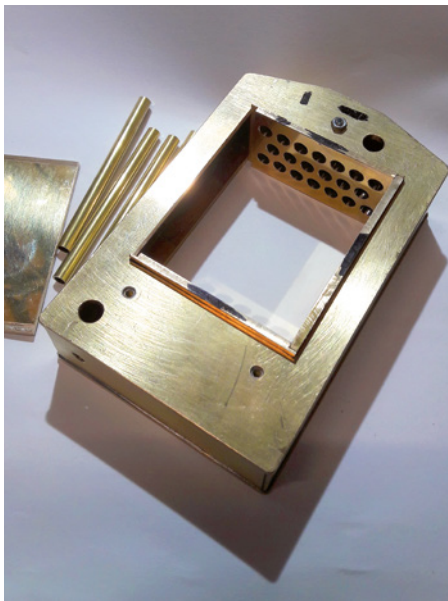
Die beiden Motorgehäusehälften waren als Rohlinge nicht ganz einfach zu spannen. Erst nach dem vorsichtigen Fräsen einer Bezugsfläche konnte man die Hälften sicher für die weiteren Bearbeitungen spannen. Bei der oberen Gehäusehälfte habe ich abweichend von der Zeichnung ein Fenster ausgefräst um bei Bedarf Einblick in das Kurbelgehäuse zu haben. Die Öffnung ist durch einen Plexiglasdeckel verschlossen. Mit zwei eingebauten LEDs kann ich das Kurbelgehäuse ausleuchten.

Zylindergehäuse

Dieses Gehäuse bot keine großen Schwierigkeiten. Leichte Verschiebungen der Gussformen konnte ich ausgleichen. Die Kühlwasserführung erachtete ich als nicht ganz perfekt. Zu- und Rückleitung waren im Gehäuse fast wie kurz geschlossen. Der Umweg um die zweite Zylinderbüchse war meiner Meinung nach nicht gewährleistet. Mit einer um die vordere Zylinderbüchse herumgeführten Zuleitung wird nun das Kühlwasser zwangsweise zuerst in den hinteren Bereich geführt.

Zylinderkopf

Im Zylinderkopf wurden die Bohrungen für die Ventilbüchsen gebohrt. Für eine leichte Gängigkeit der Ventilschäfte mit kleinstmöglichem Spiel habe ich Ventiltassen aus Hartbronze eingepresst. Anschließend wurden die Ansaug- und Auspuffbohrungen gefertigt. Diese mündeten in die Ventilboh-

**Einzelteile des Kühlers**

rungen. Dann wurden noch die Nuten für die Kipphebelaufnahmen gefräst. Ebenso mussten die Bohrungen für die Zündkerzen angebracht werden. Mit der Anfertigung der Bohrungen für die Stehbolzen war auch dieser Teil einbaubereit.

Nachdem alle Gehäuseteile fertig bearbeitet waren, nahm ich die Herstellung der unzähligen restlichen Teile in Angriff.

Kurbelwelle

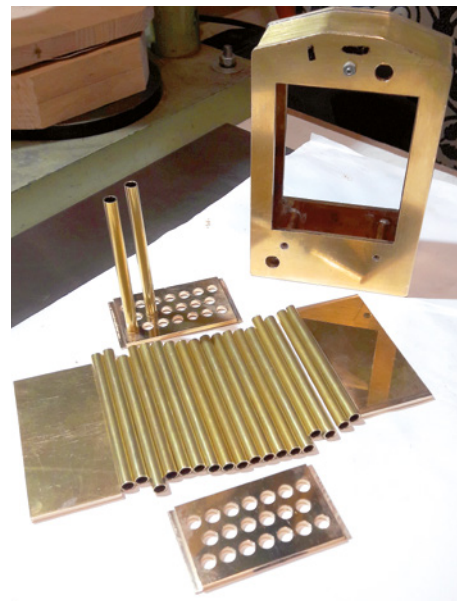
Begonnen habe ich mit der Kurbelwelle. Es ist eine sogenannte gebaute Kurbelwelle, so wie es der verstorbene Motorspezialist Hubert W. Schillings beschrieb. Die Kurbelwangen wurden auf der Welle geklemmt und wie die Kurbelzapfen verstiftet. Die Kurbelwelle ist eines der Teile, das einige Präzision erfordert, damit die Kurbeln und Lager im eingebauten Zustand nicht unzulässigen Spannungen unterworfen sind. Da es nicht meine erste Kurbelwelle war, ist mir deren Herstellung gut gelungen.

Kolben und Pleuel

Die Kolben habe ich aus siliziumhaltigem Leichtmetall hergestellt. Die Pleuel sind ebenfalls aus Leichtmetall und die kurbelwellenseitigen Enden sind zweigeteilt und mit zwei Lagerhälften aus Lagerbronze versehen. Im kolbenseitigen Ende ist eine Bronzebüchse eingepresst.

Zylinderbüchsen

Die beiden Zylinderbüchsen wurden aus Grauguss gefertigt. Mit einem streng passenden Holzzyliner wurden auf den Gleitflächen



eine Mischung aus Öl und Graphitpulver richtiggehend einmassiert. Das Ergebnis waren wunderbare Gleitflächen.

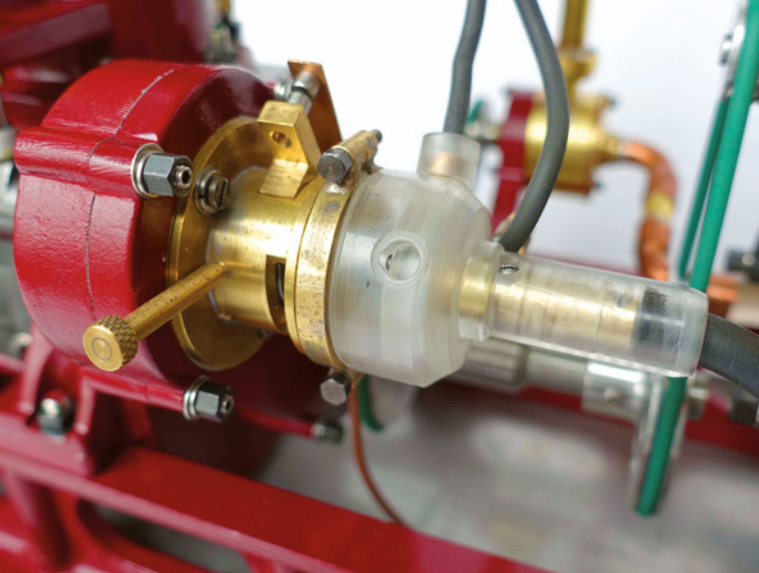
Ventile

Die Ventile wurden aus sogenanntem Silberstahl (ein mit Chrom und Vanadium legierter und sehr widerstandsfähiger Stahl) hergestellt. Diese Arbeit erfordert ebenfalls eine hohe Präzision. Nur dadurch wird das anschließende Einlappen der Ventilsitze einfacher gestaltet.

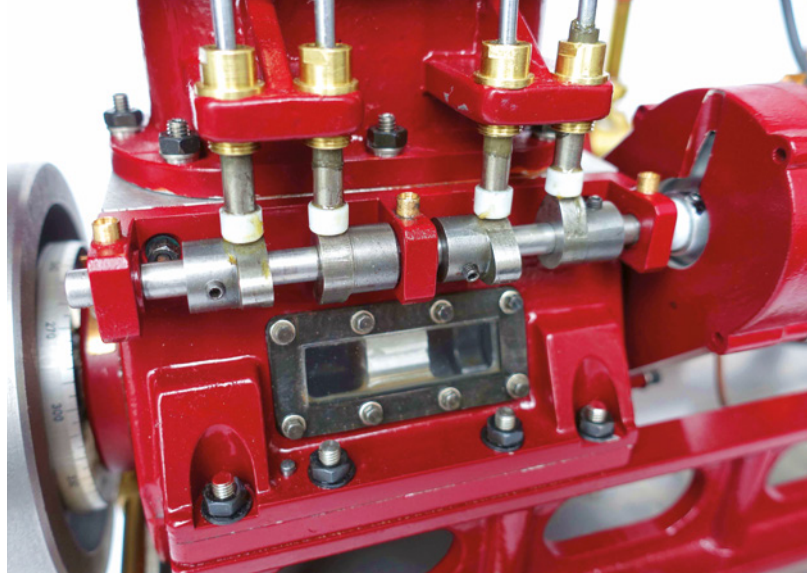
Kipphebel

Die Kipphebel bestehen aus Stahl. Sie wurden in einer speziell angefertigten Aufspannvorrichtung gefräst und die Lageraugen angedreht. Am stößelstangenseitigen Ende habe ich kurze und mit einem M3-Gewinde versehene Teile hart angelötet. Sie dienen der Aufnahme der Stößel-Einstellschrauben.

**Kühler-Innenteil mit Kühlröhrchen**



Zündvorrichtung mit Unterbrecher, Verteiler und Hebel für Zündverstellung



Nockenwelle mit Nocken und Stößel sowie das im Text genannte Fenster

Kurbelwellenlagerung

Wie eingangs erwähnt, waren zur Lagerung der Welle zwei Bronze-Gleitlager vorgesehen. Die beiden Lager schienen mir etwas zu zierlich für die Motorgröße, sodass ich wie bei früheren Projekten Kugellager wählte. Mit je zwei Kugellagern an den Wellenenden und einem Kugellager zwischen den beiden Kurbelwangen ist der Motor nun mit Sicherheit «überlagert».

Nockenwellenträger und Nockenwelle

Der Nockenwellenträger wurde aus Leichtmetall gefräst und die Lagerbohrungen mit Bronzebüchsen versehen. Die Nockenwelle wurde aus Silberstahl hergestellt. Die Konturen der Nocken habe ich nach dem Drehen auf einem Rundtisch gefräst. Anschließend wurden die Nocken gehärtet. Beim Härten dieses Stahls entstehen weder Zunder noch irgendwelche maßliche Veränderungen. So konnte ich die bereits vor dem Härten fein polierte Nockenform nur leicht nachpolieren.

Vergaser

Der Vergaser ist die einfachste Version mit Lufterkühler und Düsenstock mit Einstellnadel. Alle Teile wurden aus Messing gefertigt. Die Einstellnadel besteht aus Stahl. Eine eingeklebte Nähnael meiner Frau weist den nötigen Konus zur Regulierung auf.

Auspufftopf

Der Auspufftopf ist eine Hartlötkonstruktion mit Rohrbögen aus dem Sanitärbereich.

Zündvorrichtung

Die Zündvorrichtung besteht aus Unterbrecherteil und Verteilerkappe. Im Unterbrecherteil aus Messing sind Zündnocken und der Unterbrecherkontakt untergebracht. Die erste Zündverteilerkappe habe ich aus dem Isoliermaterial Resocell gemacht. Um sicher zu sein, dass dieses Material der hohen Zündspannung auch wgenügt, habe ich Durchschlagstests gemacht mit der Erkenntnis, dass der Aufwand für diese Kappe wie man so schön sagt, für die Katz war. Resocell wurde

früher vor allem im normalen Elektrobereich als Isoliermaterial eingesetzt und hält Spannungen, wie sie in Zündsystemen auftreten, nicht stand. Versuche mit Plexiglas waren erfolgreich, da schlug die Spannung auch bei nur 2 mm Wandung nicht durch. Also fertigte ich eine zweite Zündkappe aus Plexiglas mit sehr gutem Erfolg. Die Zündkappe erhielt am Umfang zwei Bohrungen mit 90°-Versatz für die Aufnahme der Zündkerzenkabel. In der Zündkappe dreht sich der Finger mit dem Übertragungskontakt welcher von der Hochspannungs-Zündeinheit gespeist wird.



Detailsicht der Kipphebel

Anzeige

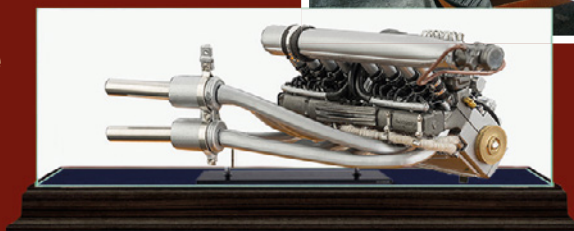


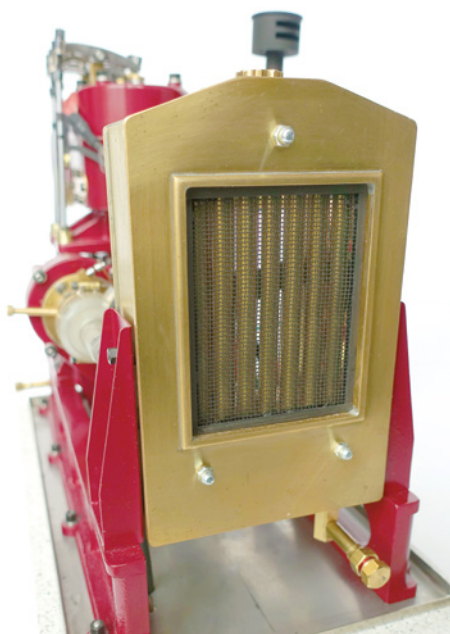
VITRINEN AUS MEISTERHAND

Stilvoll und perfekt auf das Präsentationsobjekt und Ambiente abgestimmt und nach Ihren Wünschen geplant und gebaut.

www.schauvitrine.de
www.vitrinen-hesemann.de

Tel: +49 (0) 57 75 / 14 51
Mobil: +49 (0) 160 / 9 33 29 100
info@schauvitrine.de - www.Vitrinen-Hesemann.de





Kühlwasserpumpe

Die Kühlwasserpumpe war keine schwierige Arbeit. Allerdings habe ich den Wasseraustritt nicht wie in der Zeichnung vorgesehen in der Mitte des Gehäuses gemacht, weil das Wasser dort eine 90° Ablenkung machen müsste, um die Pumpe zu verlassen. Mein Austritt ist tangential angebracht, damit das Wasser ohne Beeinträchtigung austreten kann. Die Pumpenleistung ist in dieser Ausführung besser.

Schwungrad

Das Schwungrad war einfach herzustellen. Das Stoßen der Keilnut auf der Drehbank war problemlos. Das Rad ist auch nach der Bearbeitung noch immer das schwerste Teil des Motors. Doch garantiert es ein schönes »Durchziehen« auch bei geringer Drehzahl.

Kühler

Der Kühler war das Teil, welches mir am meisten Kopfzerbrechen bereitet hat. Die vorgeschlagene Herstellung aus 1,0- oder 0,5-mm-Blech schien mir schwierig, vor allem was das Löten anbelangte. Nach langem Überlegen habe ich eine für mich gangbare Lösung gefunden. Ich habe die Front- und Rückseite aus 3-mm-Messingblech gefertigt. Dann habe ich mit einem Abstand von 1 mm vom Außenrand eine 2-mm-Nut gefräst. In diese Nut konnte ich dann ein Mantelblech einlöten und erhielt eine saubere und stabile Konstruktion. Den Einsatz mit den Röhrchen (Kühlergrill) habe ich als separates Bauteil gefertigt und dann mit einem 2-Komponenten Kleber eingesetzt. Diese Vorgehensweise hat schlussendlich zu einem ganz akzeptablen Resultat geführt.

Mit Ausnahme von kleineren Teilen habe ich damit alle wichtigen Bauteile gestreift.

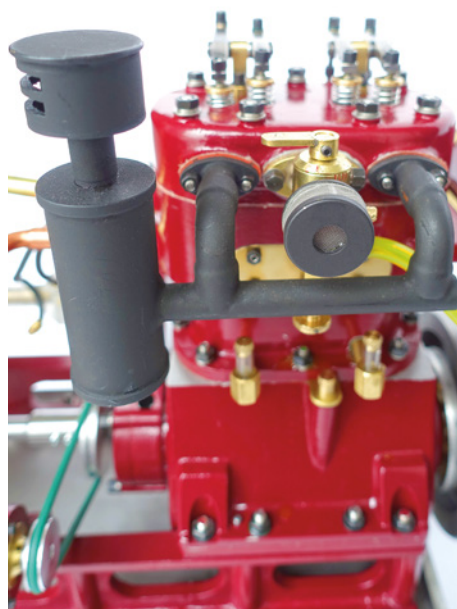
Bemalung

Ich habe meinen Nachbar mit eigenem Malergeschäft um Rat gefragt betreffend Bemalung. Die Grundierung von Leichtmetall-Guss ist nicht ganz einfach wenn es dauerhaft sein soll. Er bot mir an, die Gehäuseteile professionell zu spritzen mit einer Grundierung und Farbe die garantiert hält. Das Resultat ließ sich sehen.

Zusammenbau und Test

Nun kam also das Dessert des Projektes, der Zusammenbau aller gefertigten Teile zu einem ansprechenden Motor. Im Verlaufe dieser Arbeiten habe ich noch einige Änderungen/Anpassungen vorgenommen. Die Zylinderbüchsen sind sogenannte nasse Büchsen. Das bedeutete, dass diese irgendwie dicht in das Zylindergehäuse eingebracht werden mussten. Der Vorschlag gemäß Zeichnung war das Einkleben mit UHU-Endfest. Ich begab mich auf die sichere Seite und wählte den 2-Komponentenkleber J-B Weld mit einer Temperaturbeständigkeit von gegen 300°C sowie Wasser-, Öl-, Benzinfestigkeit. Nach dem Einkleben der Büchsen habe ich den Kühlbereich im Zylinderkopf mit Wasser gefüllt und eine Nacht stehen gelassen, um sicher zu sein, dass auch wirklich alles dicht ist, denn Wasser im Kurbelgehäuse ist ungesund. Leider musste ich am Morgen feststellen, dass das daruntergelegte Papier nass war und sich bei einer der Büchsen zwischen Gehäuse und unterem Büchsenende Tropfen gebildet haben. Was tun? Kurz entschlossen fräste ich im Kühlbereich des Zylindergehäuses auf beiden Seiten ein Fenster heraus, um Zugang zu den Büchsen zu haben. Mit oben erwähntem 2-Komponenten-Klebstoff armiert mit Glasfaserschnitzel, umgab ich die oberen Kanten der Büchsen, wo sie ins Gehäuse eintreten. Dieses Mal war alles dicht. Die beiden Fenster habe ich mit Messingplatten verschlossen und kein Mensch merkt, dass das eigentlich ein »Flickwerk« ist. Das Einfädeln der bereits mit der Kurbelwelle verbundenen Kolben mit montierten Kolbenringen in die Büchse gelang dank eines kleinen Hilfswerkzeuges ganz gut. Die restliche Montage war kein Problem, auch die Einstellung der Ventile und der Zündung war einfach. So stand der Motor vor mir und wartete auf das Allerwichtigste – den ersten Lauf.

Diese ersten Tests machte ich noch ohne Kühlwasser, so schnell wird er ja nicht heiß. Also, Benzinbahn ca. 1½ Umdrehungen und Drosselküken ca. ¼ öffnen. Mithilfe der Anlassvorrichtung und einem Akku-Schrauber versuchte ich den Motor zu starten. Ab und zu gab es eine Zündung, also drehte ich nach und nach an Benzinbahn und Küken. Plötzlich

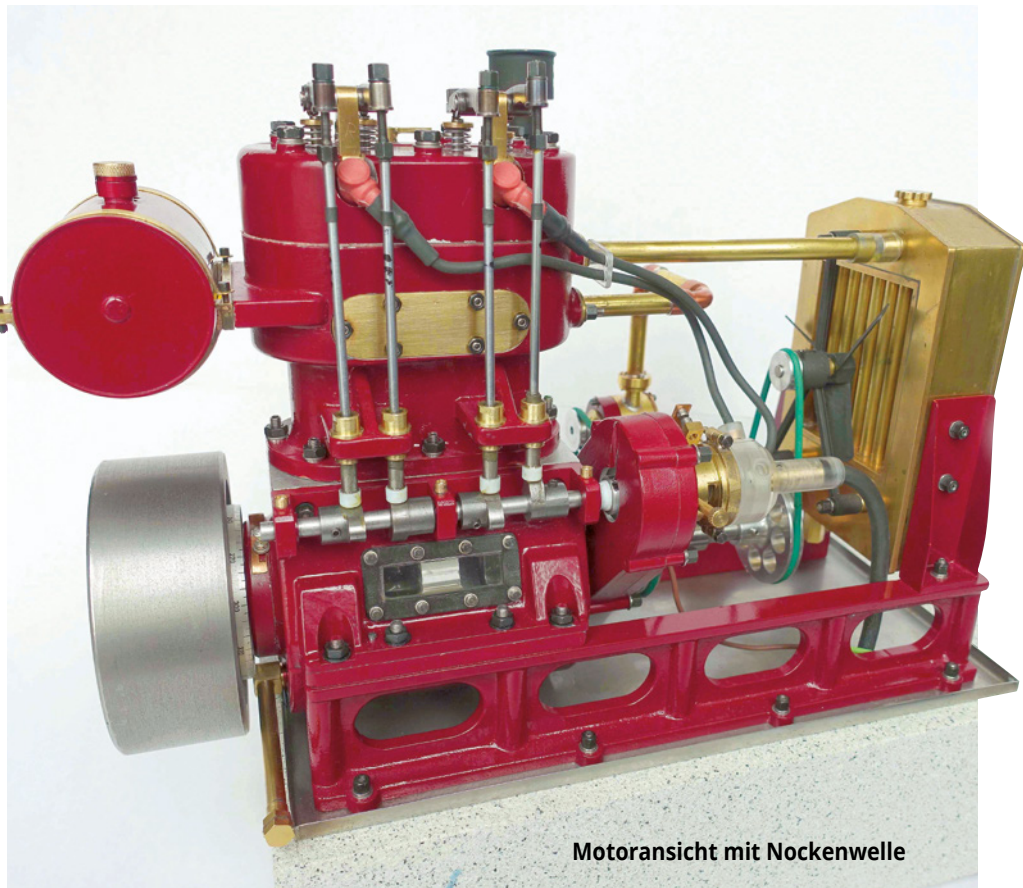


Vergaser und Auspuffanlage



hatte ich harte Zündungen, welche den Motor fast um seine Achse drehten. Abbrechen und Fehlersuche war angesagt. Beim langsamen durchdrehen und beobachten der Ventile stellte ich fest, dass die Ventilzeiten um ca. 90° verschoben waren. Die Ursache der heftigen Schläge war nun bekannt. Ich kontrollierte die Nocken, aber die saßen alle fest. Ich demonitierte den Nockenwellenantrieb und musste feststellen, dass sich die Zahnscheibe auf der Nockenwelle verschoben hat. Im Bereich von Stellschrauben drehe ich immer eine kleine Nute in die Wellen, damit die Schrauben keinen Eindruck auf der Wellenoberfläche hinterlassen. Die Stellschraube dieser Zahnscheibe lag nun gerade an der Kante dieser Nute und konnte die Scheibe nicht zuverlässig sichern. Mit einer geringfügigen Änderung konnte ich den Fehler beheben. Nun läuft der Motor perfekt. Mit dem um einige Grade verstellbaren Unterbrechergehäuse konnte ich die optimale Zündzeit für tiefe Drehzahlen ermitteln. Meine Grundeinstellung war eine Zündung bei 10° vor OT. Er lief, aber etwas hart bei kleiner Drehzahl. Nun sind es nur noch 5° vor OT und das Maschinchen läuft wunderbar.

Ein nächstes Projekt liegt schon auf dem Tisch...



Motoransicht mit Nockenwelle

Anzeige

Psst...
schon gehört?

Mich gibt es in der *light*
und in der normalen Variante!



Art.Nr.: 6211918
Produkte im Wert von über
100 € zum Preis von 49,00 €



Art.Nr.: 6211902
Produkte im Wert von über
170 € zum Preis von 89,00 €

Jetzt bestellen!



07221 - 5087-22



www.vth.de/shop



07221 - 5087-33



[vth_modellbauwelt](https://www.instagram.com/vth_modellbauwelt)



service@vth.de



[VTH neue Medien GmbH](https://www.youtube.com/VTHneueMedienGmbH)



[Maschinentufter](https://www.facebook.com/Maschinentufter)



[VTH Verlag](https://www.linkedin.com/company/VTHVerlag)



Untersuchung der mechanischen und der erforderlichen Materialinfillmuster beim FDM-Druck

Additive Fertigungsverfahren, umgangssprachlich unter dem Begriff „3D-Druck“ zusammengefasst, erfreuen sich einer zunehmenden Verbreitung in industriellen Anwendungen und einer großen und stetig wachsenden Beliebtheit in Makerspaces und FabLabs. Die grundlegenden Patente zu den additiven Fertigungsverfahren wurden schon in den 1980er Jahren angemeldet und in diesem Zuge erste Anwendungen erschlossen. Seitdem kann, auch durch den zwischenzeitlichen Ablauf der entsprechenden Patente gefördert, eine rasche Zunahme der Verfahrensvielfalt und der Hersteller, Maschinen und Werkstoffe beobachtet werden.

Damian Großkreutz, Roxana Tennert, Julian Lauth

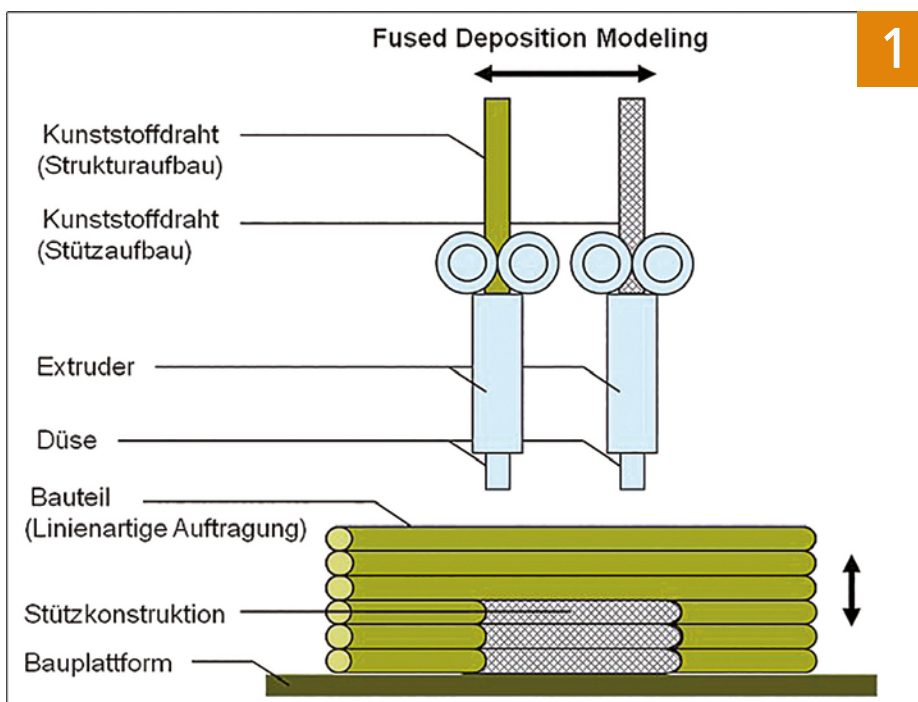


Abbildung 1: Prozessschaubild Fused-Deposition-Modeling [Quelle: medfab ©]

Durch die technische Evolution und den Zuwachs an Prozesswissen lassen sich die Vorteile der Additiven Fertigungsverfahren gezielt nutzen. Beispielsweise fallen bei der Herstellung additiv gefertigter Produkte im Vergleich zu konventionell gefertigten Produkten keine produktspezifischen Werkzeugkosten und im Allgemeinen nur wesentlich geringere Mengen an Produktionsabfall an. Darüber hinaus bieten

Additive Fertigungsverfahren eine generell hohe Flexibilität bei Modellanpassungen. Anwendung über den Hobbybereich hinaus finden die Additiven Fertigungsverfahren im industriellen Maßstab aktuell vor allem im Werkzeug- und Prototypenbau sowie in der Ersatzteil- und Kleinserienfertigung. Hier stehen der weiteren Entwicklung teilweise verfahrensspezifische Nachteile, wie der relativ

hohe Wartungsaufwand und im Vergleich zu konventionellen Fertigungsverfahren lange Fertigungsdauern entgegen.

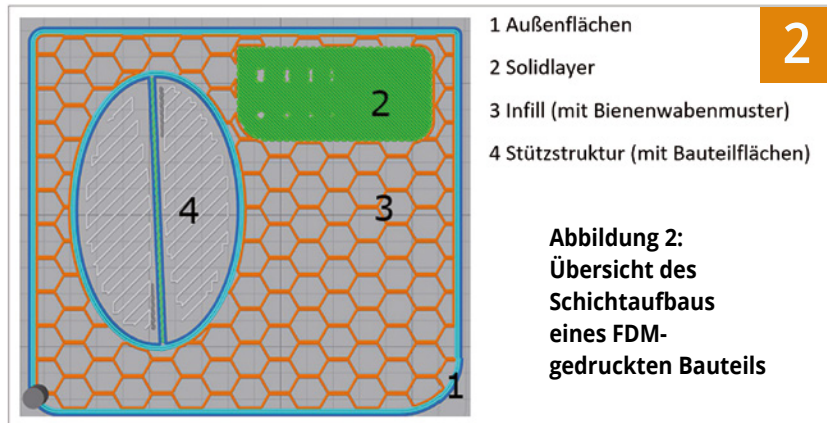
Voraussetzung für die optimale Nutzung der Möglichkeiten der Additiven Fertigungsverfahren ist bei jedem mutmaßlichen Anwendungsfall eine sachgerechte Analyse der durchzuführenden Fertigungsaufgabe auf Basis des entsprechenden Hintergrundwissens über Potentiale und Grenzen der Additiven Fertigung. Hierbei spielt auch die Materialauswahl eine wesentliche Rolle. Generell lässt sich ein deutlich über die Werkstoffgruppen Kunststoffe, Metalle und keramische Werkstoffe hinausgehendes Materialspektrum additiv verarbeiten [GRO20].

Der Anlass des Projekts

Aufgrund der Vielzahl an Druckverfahren und einzustellenden Parametern gibt es einen großen und vielfältigen Prozessoptimierungsbedarf. Dementsprechend sind zahlreiche Bestrebungen zu beobachten, Additive Fertigungsverfahren zu analysieren und hieraus Handlungsempfehlungen abzuleiten. Auch am Frankfurt Laboratory for Additive Manufacturing Experiments (FLAME) der Frankfurt University of Applied Sciences wird dieser Themenbereich in unterschiedlichster Weise bearbeitet. So entstammt die Wissensbasis der vorliegenden Ausführungen einer studentischen Teamarbeit [BON20]. Diese hatte das Ziel, den Einfluss unterschiedlicher innerer Füllstrukturen, der sogenannten Infillmuster, auf die Festigkeit von additiv gefertigten Bauteilen zu untersuchen. In die Untersuchungen

hen Festigkeit, der Druckzeit ialmenge unterschiedlicher

[1]



einbezogen wurden auch der entsprechende Materialverbrauch und die Druckdauer. Aus den zahlreichen im Frankfurt Laboratory for Additive Manufacturing Experiments (FLAME) vorhandenen Verfahren wurde das Fused Deposition Modeling (FDM) [2] gewählt. Dieses zeichnet sich durch geringe Einstiegskosten, einfache Handhabung und vergleichsweise leichte Bedienung aus und gehört deshalb auch im Heimanwendungsbereich zu den am häufigsten genutzten Verfahren.

Der FDM-Drucker

Der Grundaufbau eines FDM-Druckers besteht in der Regel aus einer in vertikaler Richtung verfahrenbaren, meist beheizbaren Bauplattform, zwei beheizten Druckdüsen (sogenannten Hotends) sowie der Materialzuführung (Abbildung 1). Das Material wird als drahtförmiges Filament zugeführt, in der jeweiligen Düse aufgeschmol-

zen und durch das nachgeführte Material aus dieser herausgedrückt, also extrudiert. Das extrudierte Material wird dann entsprechend der vorgegebenen Geometrie schichtweise auf die Bauplattform aufgetragen. Eine Düse stellt das eigentliche Baumaterial bereit, die andere das sogenannte Stütz- oder Supportmaterial.

Das Stützmaterial wird benötigt, um schwebende Geometrien oder Überhänge realisieren zu können (Abbildung 1). Als Stützmaterial kann auch das eigentliche Baumaterial verwendet werden, welches nach Fertigstellung des Drucks mechanisch beispielsweise mittels einer Zange entfernt werden kann. Bei FDM-Druckern besteht aber meist auch die Möglichkeit, als Stützmaterial Werkstoffe wie Polyvinylalkohol (PVA) zu verwenden, welche sich in warmem Wasser, Orangenterpenen oder Seifenlauge auflösen lassen und dadurch den Nacharbeitsaufwand erheblich reduzieren.

Das Material

Grundsätzliche Voraussetzung für die Verwendung eines Werkstoffs im FDM-Druck sind seine thermoplastischen Eigenschaften. Der Werkstoff muss bei Erwärmung zähflüssig werden und leicht zu verformen sein, damit er durch die Düse gefördert und auf der Bauplattform abgelegt werden kann. Daher werden im FDM-Druck standardmäßig thermoplastische oder thermoplastisch-elastomere Kunststoffe wie Acrylnitril-Butadien-Styrol (ABS), Polylactid (PLA), Thermoplastisches Polyurethan (TPU) oder mit Glykol modifiziertes Polyethylenterephthalat (PETG) verwendet.

Der Druckprozess

Der die Produktgeometrie beschreibende Datensatz kann von Webseiten wie beispielsweise Thingiverse, auf Basis einer CAD-Konstruktion oder im sogenannten Reverse Engineering durch Abscannen eines vorhandenen Gegenstands gewonnen werden. Die eigentliche Produktumsetzung beginnt dann auf Grundlage einer STL-Datei. Diese bildet die digital vorgegebene Produktgeometrie in Dreiecken ab und dient als Basisinformation für den sogenannten Slicer, der die geometrische Struktur in Schichten aufteilt, aus denen der Drucker dann das Produkt schichtweise aufbaut. Über die STL-Datei und die entsprechende Maschinensoftware werden auch die für den Druckprozess relevanten Parameter eingestellt.

Der Infill

Zu den grundlegenden Druckprozessparametern des FDM-Drucks wie Verfahrensgeschwindigkeit, Düsen- und Bauplattformtemperatur gehören auch die geometrischen Parameter des Schichtaufbaus des zu druckenden Objekts. Dabei ist ein Parameter die Strukturfüllung des entstehenden Bauteils, der sogenannte Infill. Dieser kann im Zusammenhang mit dem schichtweisen Aufbau variiert werden und an die jeweilige Bauteilgeometrie angepasst werden. Der Infill lässt sich nicht nur im Füllgrad, also in seiner Dichte, sondern auch in

Abbildung 3: Prusa i3 MK3S
[Quelle: Fa. Prusa]

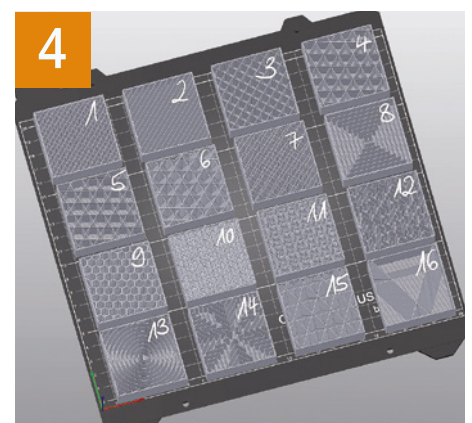
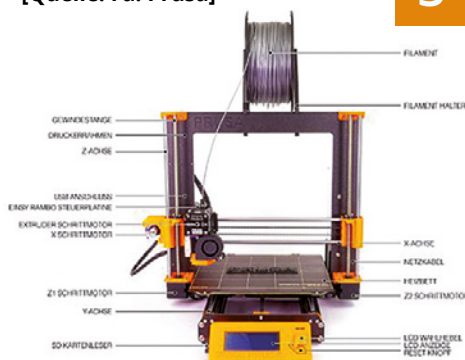


Abbildung 4: Würfel-Modelle mit verschiedenen Infillmustern auf der virtuellen Bauplattform des Prusa i3 MK3S

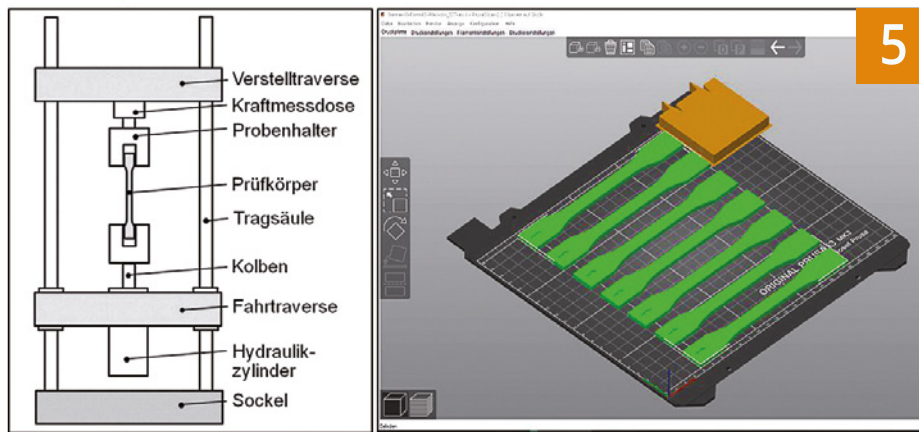


Abbildung 5: Schema einer Zugprüfmaschine (links) [Quelle: Polymer Service GmbH, Merseburg], Prusa Software mit auf der Bauplattform positionierten Zugstäben (rechts)

seiner geometrischen Grundstruktur, dem Infillmuster verändern. Die Hersteller bieten mit den Maschinenprogrammen meist auch unterschiedliche Infillmuster an.

Die Struktur des Infills innerhalb der Bauteilgeometrie zeigt Abbildung 2. Jede Bauteilschicht besitzt Außenflächen (1), welche die äußere Bauteilgeometrie abbilden und den Infill umschließen. Ein Solidlayer (2) ist in diesem Zusammenhang eine Schicht mit voller Druckdichte. Optional können bei einigen Maschinensteuerprogrammen Solidlayer separat generiert werden, um Bauteilbereiche massiv zu drucken und sie so zu verstärken. Beispielsweise könnten die filigranen Verästelungen eines zu druckenden Baums durch die Anwendung von Solidlayern ihre notwendige Festigkeit erhalten. Des Weiteren wird bei zu druckenden Überhängen, also vor allem bei komplexen Geometrien Stützmaterial (4) mitgedruckt, welches mit jeder Bauteilschicht mit aufgebaut wird. Die Stützmaterialstrukturen besitzen standardmäßig eine geringere Dichte und sind nur leicht an das eigentliche Bauteil angebunden, sodass das Entfernen im Anschluss an den Druck erleichtert wird.

Weiterhin ist in Abbildung 2 der Infill (3) als zentrales Objekt der vorliegenden Ausarbeitung dargestellt. In der Abbildung ist er als sogenanntes Bienenwabennmuster mit einem Füllgrad von 20% zu sehen.

Eine gewisse Schwierigkeit bei der Gestaltung der Infillstrukturen in Druckdichte und Grundmuster liegt darin, dass bei der Vorbereitung des Drucks von der Anlagensoftware standardmäßig keine Informationen über die zu erwartenden Festigkeitseigenschaften des jeweils gewählten Infillmusters gegeben werden. Auch auf den Webseiten der Hersteller finden sich meist nur sehr allgemeine Anwendungshinweise und keine detaillierten Angaben über die jeweiligen Materialverbräuche und Druckdauern.

Die Versuche

Hieraus entstand am Frankfurt Laboratory for Additive Manufacturing Experiments (FLAME) die Projektidee, den Einfluss des Infillmusters auf die Festigkeit FDM-gedruckter Bauteile zu analysieren und entsprechende, die Auswahl erleichternde Informationen zur Verfügung zu stellen. Hierzu wurden Probekörper mit unterschiedlichen Infillstrukturen gedruckt. Diese Probekörper konnten dann bezüglich ihrer mechanischen Festigkeit sowie darüber hinaus bezüglich der erforderlichen Materialmengen und Druckdauern analysiert werden.

Für die Durchführung der Versuche wurde unter den im FLAME-Labor vorhandenen FDM-Druckern der Prusa i3 MK3S (Abbildung 3) ausgewählt, da er zu den innerhalb der Makerspaces am häufigsten verwendeten Druckern zählt. Zum Prusa i3 MK3S gehört die Maschinensoftware PrusaSlicer, mit welcher sich die Dateien für den Druck vorbereiten und Parametereinstellungen vornehmen lassen. Die vermutete prinzipielle Eignung für die Untersuchung bestätigte sich auch innerhalb von Vorversuchen, welche eine geringe Streuung der Messergebnisse zeigten.

In die Versuche wurde eine Auswahl aus den von der Fa. Prusa angebotenen 16 unterschiedlichen Infillmustern einbezogen. Die 16 Infillmuster sind in Abbildung 4 mit einem Füllgrad von 15% dargestellt. Der Füllgrad lässt sich mittels der Druckersoftware einstellen.

Die Bezeichnungen der dargestellten Infillmuster lauten: (1) Geradlinig, (2) Ausgerichtet Geradlinig, (3) Gitternetz, (4) Dreiecke, (5) Sterne, (6) Kubisch, (7) Linie, (8) Konzentrisch, (9) Bienenwabe, (10) 3D-Bienenwabe, (11) Gyroid, (12) Hilbertkurve, (13) Archimedische Bögen, (14) Achterstern-Spirale, (15) Adaptiv kubisch, (16) Stütz kubisch.

Zur weiteren Betrachtung fiel die Auswahl auf die folgenden Infillmuster: (1) Geradlinig, (3) Gitternetz, (4) Dreiecke, (5) Sterne, (6) Kubisch, (7) Linie, (9) Bienenwabe, (10) 3D-Bienenwabe und (11) Gyroid. Die anderen Infillmuster wurden nicht berücksichtigt, da sie aufgrund der fehlenden Verbindungen zwischen ihren Basisgeometrieelementen beziehungsweise durch ihre begrenzte Strukturdichte eine geringere Festigkeit erwarten lassen.

Zur Ermittlung der Festigkeit dienten mit einem Füllgrad von 40% gedruckte Zugstäbe (Abbildung 5, rechts). Diese konnten dann in einem standardisierten Zugversuch nach DIN 527-1 [3] an einer Zugprüfmaschine (Abbildung 5, links) geprüft werden. Bei diesem Verfahren wird der zu analysierende Prüfkörper in einen Probenhalter eingespannt und mit definierter Zuggeschwindigkeit bis zum Zerreißen auseinandergezogen. Zur Charakterisierung der Festigkeit dient dann die maximale Zugkraft unmittelbar vor dem Bruch der Probe.

Jedes Infillmuster wurde auf diese Weise 14 Mal mit in zwei unterschiedlichen Druckdurchgängen hergestellten Mustern geprüft. Über die mechanische Festigkeit hinaus bezieht die Auswertung auch die Kriterien „Materialverbrauch“ und „Druckzeit“ der unterschiedlichen Infillmuster mit ein. Als Material für die Zugstäbe diente Polylactid (PLA). Dieser biobasierte Kunststoff wird beispielsweise auf Basis von Kartoffeln, Mais oder Zuckerrüben hergestellt und kann aufgrund seiner günstigen CO₂-Bilanz als Alternative zu anderen Kunststoffen empfohlen werden.

Die Versuchsergebnisse

Die erzielten Festigkeitswerte der untersuchten Proben sind in einem sogenannten Boxplot-Diagramm (Abbildung 6) dargestellt. Zu sehen sind die jeweiligen Mittel-, Minimal- und Maximalwerte sowie der jeweilige Median [4]. Mit großem Abstand zeigt das Infillmuster „3D-Bienenwabe“ mit einem Mittelwert von ungefähr 1.770 N die höchste Festigkeit. Die geringste mechanische Festigkeit zeigte das „Gitternetz“

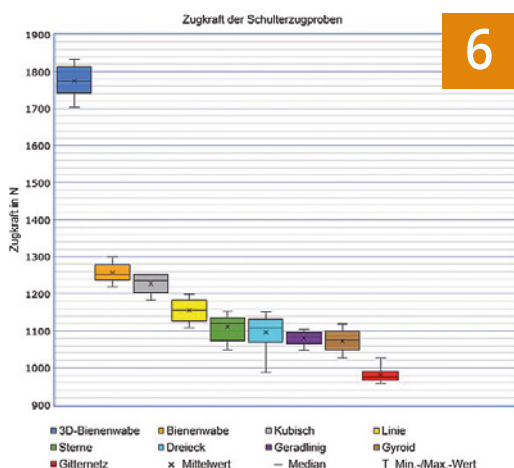


Abbildung 6: Übersichtsdiagramm der ermittelten maximalen Zugkräfte [BON]

Infillmuster (Füllgrad 40%)	Materialmenge in g	Druckzeit in min	Maximale Zugkraft in N
3D-Bienenwabe	11,0	73,2	1774,3
Bienenwabe	8,2	82,5	1256,9
Geradlinig	8,1	50,2	1078,9
Dreieck	8,0	52,1	1096,5
Kubisch	8,0	52,2	1227,2
Sterne	8,0	51,8	1111,2
Gitternetz	7,9	49,2	980,3
Linie	7,7	47,8	1155,4
Gyroid	7,5	60,7	1072,3

Tabelle 1: Mittelwerte der Materialmengen, Druckzeiten und Zugkräfte

mit einer maximalen Zugkraft von etwa 980 N.

Die größten Kraftwertstreuungen wurden bei den Infillmustern „3D-Bienenwabe“, „Dreieck“ und „Sterne“ festgestellt. Im Gegensatz dazu zeigten „Gitternetz“ und „Geradlinig“ die kleinsten Streuungen.

Auch der Vergleich der jeweils benötigten Materialmenge zeigte deutliche Unterschiede. Diese sind in der Tabelle 1 ihrer Größe nach aufgelistet. Es zeigen sich erwartungsgemäß stark vom jeweiligen Infillmuster abhängige Gewichte. Auch die ebenfalls in Tabelle 1 dargestellte Druckzeit ist stark vom gewählten Infillmuster abhängig. Ein direkter Bezug zwischen gedruckter Materialmenge und Druckzeit lässt sich aufgrund des Einflusses der Mustergeometrie auf den reinen Verfahrensweg der Düse nicht erkennen.

Das Ergebnis

Hinter jeder Anwendung, sowohl im Hobbybereich als auch im industriellen Kontext steht der Bedarf, aus ökologischen und kommerziellen

Erwägungen heraus, bei vorgegebenen zu erreichenden Produkteigenschaften die eingesetzten Material- und Energiemengen sowie die Druckzeit zu reduzieren. Dementsprechend muss im Sinne einer ressourcenschonenden Prozessgestaltung in jedem Fall eine Abstimmung der erforderlichen Festigkeiten und der dann jeweils vorzunehmenden Parameterwahl erfolgen. Wie die Versuchsergebnisse zeigen, reicht eine alleinige Reduzierung des Füllgrads nicht aus, um Materialmenge und Druckzeit zu minimieren.

Aus den Untersuchungen kann gefolgert werden, dass die mechanische Festigkeit, die Druckzeit und die Materialmenge deutlich von der Wahl des Infillmusters abhängen. So zeigten „3D-Bienenwabe“ und mit großem Abstand folgend „Bienenwabe“ und „Kubisch“ hohe Festigkeiten. Dies ist vermutlich in der strukturellen räumlichen Vernetzung der winkelig aneinander liegenden und überlappenden Schichten begründet. Darüber hinaus zeigten Muster mit einem geringeren Abstand zwischen

den Filamentbahnen bei gleichem Füllgrad von 40% eine höhere Festigkeit als die mit größerem Abstand zwischen den Filamentbahnen.

Allerdings ist bei den Festigkeitsbetrachtungen zu beachten, dass die Form des jeweiligen realen Bauteils nicht der Form des Probekörpers entspricht. Deshalb weist die Anwendung der erzielten Festigkeitswerte auf reale Bauteile generell nur Schätzcharakter auf.

In der Herstellung benötigten „3D-Bienenwabe“ und „Bienenwabe“ die größte Materialmenge und auch die längste Druckzeit. Die geringste Materialmenge benötigte „Gyroid“ bei einer vergleichsweise mittellangen Druckzeit. Hier ist die verhältnismäßig lange Druckzeit auf die geometrische Struktur des Musters zurückzuführen, die häufigere Änderungen der Düsenverfahrtrichtung mit Bremsen und anschließendem Wiederbeschleunigen bedingt. Demnach führt eine längere Druckdauer nicht zwangsläufig zu einer erhöhten Festigkeit.

Fazit

In der vorliegenden Ausarbeitung zeigten die Infillmuster „3D-Bienenwabe“, „Bienenwabe“ und „Kubisch“ die höchsten Zugfestigkeiten. Besteht der Bedarf nach einem Kompromiss aus Festigkeit und Druckzeit, so können die Infillmuster „Linie“ und „Kubisch“ die geeignete Wahl sein. Diese bieten im Vergleich zu den anderen Infillmustern eine niedrige Druckzeit bei vergleichsweise hoher Festigkeit und dazu einen moderaten Materialverbrauch.

Soll ein Kompromiss bezüglich der drei Kriterien Material, Druckzeit und Festigkeit gefunden werden, bietet „Kubisch“ die besten Möglichkeiten. Als universell einsetzbares Infill wird es auch im 3D-Druck Service des Frankfurt Laboratory for Additive Manufacturing bevorzugt eingesetzt.



Mehr zum 3D-Druck

Weitere Infos zum 3D-Druck erhalten Sie im VTH-Fachbuch „3D-Druck-Praxis“. Erhältlich im Shop unter www.vth.de unter der Bestellnummer 3102245 zum Preis von 24,80 €

Fußnoten

- [1] Basierend auf einem im Frankfurt Laboratory for Additive Manufacturing Experiments an der Frankfurt University of Applied Sciences durchgeführten studentischen Teamprojekts [BON20]
- [2] auch Fused-Filament-Fabrication (FFF) genannt
- [3] Abweichend von der zugrunde liegenden Prüfnorm wurde eine Zuggeschwindigkeit von 5 mm/min gewählt.
- [4] Der Median ist ein statistischer Kennwert und ist der Messwert, der exakt in der Mitte der Messwertreihe steht, wenn man diese der Größe nach sortiert.

Quellenverzeichnis

[BON21] Bonnke, A.; Metz, Ph.; Sommer, M.: Untersuchung des Festigkeitsverhaltens, der Druckzeit und der Materialnutzung unterschiedlicher Infill-Arten (beim FDM-Druck). Studentisches Teamprojekt, Frankfurt University of Applied Sciences, 2021

[GRO20] Großkreutz, D.: Werkstoffe für Additive Fertigungsverfahren. In: Greven / Magin: Werkstoffkunde und Werkstoffprüfung für technische Berufe, 19. Auflage, Verlag Handwerk und Technik GmbH, Hamburg, 2020

Gelungene Überraschung

Bau des Reichelt-Heißluftmotors „EK“, (Eichhörnchen kunstvoll) – Teil 2

Volker Koch

Tipp Verschraubungsmuttern selbst herstellen: Für die M4/M5-Verschraubungen des Kurbeltriebs dreht man sich aus 10-mm-Sechskantmaterial (Messing) Muttern mit übergroßer Schlüsselweite, also bei M4/M5-Schlüsselweite 10 mm. Die Muttern sticht man auf der Drehmaschine in der gewünschten Stärke ab und fast sie final auf einem M4/M5-Hilfsdorn. Diese Muttern bieten z.B. bei den Kurbeltriebverschraubungen eine höhere Festigkeit durch die größere Auflagefläche und sehen auch besser aus als gewöhnliche Normmutter.

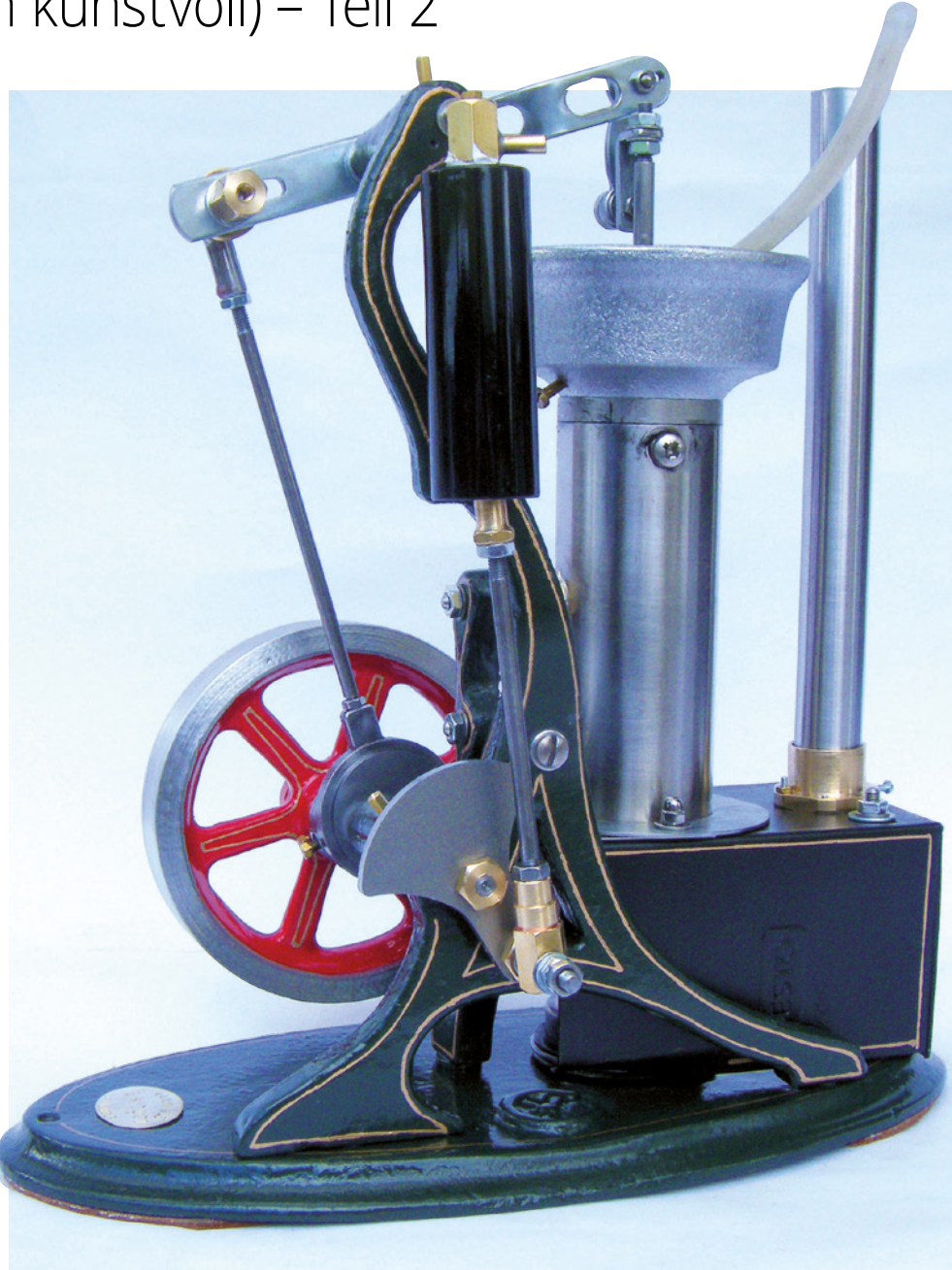
Tipp Bolzengewinde schneiden: Um ein wirklich gerades Gewinde auf einen Bolzen (Silberstahl) zu schneiden, dreht man zunächst an dem Bolzen einen ca. 2 mm langen Zapfen, der im Durchmesser ca. 1 mm kleiner als das Nennmaß des Gewindes, also bei M4 3 mm Ø und bei M5 4 mm Ø. Durch diesen „Hilfszapfen“ wird das Schneideisen genau geführt und das Gewinde wird nicht schräg werden. Immer nur eine halbe Umdrehung unter Zufügung von Schneidmittel (Öl) schneiden und dann wieder zurückgehen, damit der Span bricht. Nach Fertigstellung des Gewindes kann der Hilfszapfen abgedreht werden.

Befestigung des Arbeitszylinders an dem Rahmen

Bei den Originalplänen einiger Reichelt-Motoren (Eichhörnchen, Historica) wird der Arbeitszylinder aus Präzisionsstahlrohr mit zwei M3-Verschraubungen am Rahmen befestigt. Dies hat den Nachteil der Beschädigung der Zylinderinnenoberfläche beim Bohren und Gewindeschneiden. Zudem lässt sich die Zylinderseite innen nicht optimal entgraten. Der Kolben aus weichem Automatenstahl kann dann durch den Grat leicht beschädigt werden.

Bei weiteren Reichelt-Heißluftmotoren wird der Arbeitszylinder direkt an dem Wärmetauscherkopf befestigt (Adlermodell); in diesen Fällen braucht am Arbeitszylinderrohr nichts unternommen werden.

Tipp Arbeitszylinderbefestigung (Modelle „Historica“, „Eichhörnchen“, Eichhörnchen



kunstvoll“): Man lötet ein passendes Metallstück (Messing oder Stahl) weich an den Arbeitszylinder, wobei vorher die passenden M3-Gewindebohrungen an dem Metallstück eingebracht werden. Der Arbeitszylinder bleibt dadurch an der inneren Lauffläche ohne Beschädigung.

Da der Arbeitszylinder thermisch kaum belastet wird, reicht hier eine Weichlötung vollkommen aus.

Schwungrad bearbeiten

Tipp Schwungrad drehen: Um das Gussteil optimal abzdrehen spannt man dieses mit einer möglichst „guten“ Nabenseite fest und so weit als möglich schlagfrei in das Dreibackenfutter der Drehmaschine. Vor dem Einschalten des Drehmaschinen-Antriebs prüft man durch manuelles Drehen des Futters, ob die Einspannung optimal ist; mehrere Korrekturen sind

in der Regel erforderlich. Als nächsten Schritt wird die Nabenmitte mit einem Zentrierbohrer angekört (aber noch nicht durchbohrt) und diese Körnung mit einem guten Rollkörn abgestützt. Dann kann die Lauffläche des Schwungrads vorsichtig mit geringer Drehzahl und ebenfalls geringem Spanabhub abgedreht werden, bis diese einwandfrei ist. Es folgt die Planung der ersten Seitenfläche und die Nabe wird so abgedreht, dass ein einwandfreies Einspannen von der Gegenseite möglich wird. Abschließend wird in dieser ersten Einspannung die Nabenbohrung eingebracht, wobei der Bohrer ca. zwei Zehntel kleiner sein sollte als das Nennmaß (also 4,8 mm bei 5 mm Nennmaß). Das Nennmaß wird mit einer H7-Reibahle unter Verwendung von dünnflüssigem Schmiermittel hergestellt. Damit ist der „schwierige“ Teil der Arbeit bereits erledigt. In der zweiten Aufspannung von der Gegenseite werden die zweite Seitenfläche und der zweite Nabenteil geplant. Wichtig ist, dass das so gedrehte Schwungrad absolut schlagfrei läuft; es gibt nichts Schlimmeres im mechanischen Modellbau als eiernde Schwungräder! Sollte das Schwungrad doch eiern, so kann man die Nabenbohrung auf etwa 10 mm erweitern und einen passenden Dorn einpressen. Dann kann ein erneuter Versuch gestartet werden, die Nabenbohrung exakt einzubringen.

Schwinge

Bei der Schwinge lohnt es sich, ein wenig zu experimentieren und zu probieren. Generell ist zu empfehlen, an einer Seite ein 4-mm-Langloch von etwa 15 mm Länge einzuplanen, damit der Parameter „Verdrängerhub“ einstellbar bleibt. Bei der späteren Inbetriebnahme kann die optimale Einstellung dann ermittelt werden.

Bei den Eichhorn-Modellen ist eine Balancier-Schwinge günstiger, weil damit das Gewicht des Verdrängers inklusive der Hebelmechanik etwas ausgeglichen wird.

Kühldolde abdrehen und anpassen

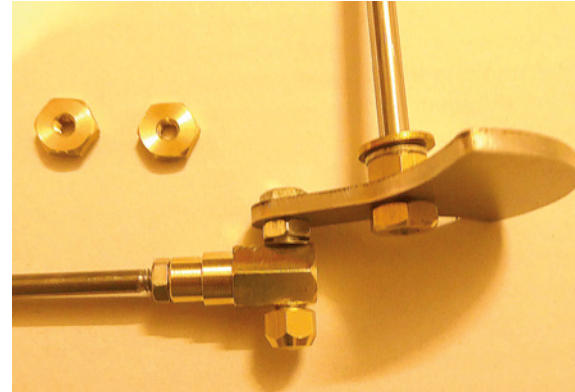
Bei gegossenen Kühldolden (Aluminiumguss) muss eine Bohrung hergestellt werden, die ein leichtes Aufpressen oder Aufschrumpfen auf den Wärmetauscherkopf ermöglicht, also diese Bohrung ein paar Hundertstel kleiner als der Durchmesser des Wärmetauscherkopfes drehen. Falls eine fertige Messingkühldolde zur Verfügung steht, so muss der Durchmesser des Wärmetauscherkopfes entsprechend dimensioniert werden. Die Kühldolde aus Aluminiumguss ist sehr zu empfehlen, da diese etwas wirksamer als eine Blechdolde kühlt.

Tipps zur Schrumpftechnik: Wärmetauscherkopf eine halbe Stunde in das Eisfach des Kühlschranks legen und die Dolde kurz vor dem Aufschrumpfen leicht erwärmen. Dann beide Teile rasch (!) zusammenfügen; man hat bei dieser Arbeitstechnik leider nur einen Versuch. Dafür sitzen beide Teile aber „bolzenfest“.

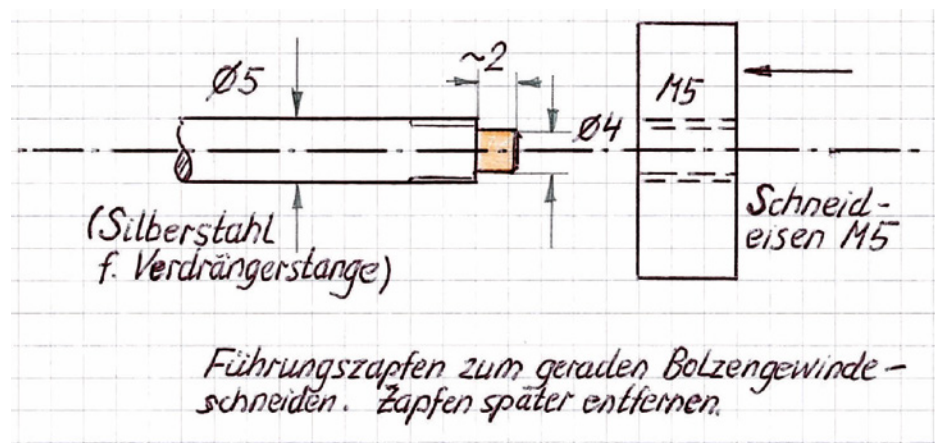
Allgemeine Hinweise zu den Lagern

An den Lagerstellen können handelsübliche Lager eingesetzt werden: Ölgetränkte Sinterbronzelager oder Kugellager. Natürlich kann man sich die passenden Lager aus Messing oder Rotguss auch selber drehen; die Gleitreibung von Silberstahl auf Messing ist eigentlich schon ausreichend. Besonders zu empfehlen sind Kugellager mit beidseitigen Deckscheiben aus Teflon, weil bei diesen kein Schmutz eindringen kann. Eine Bezugsquelle für handelsübliche Lager aller Art ist z.B. Conrad Electronic. Eine weitere Alternative

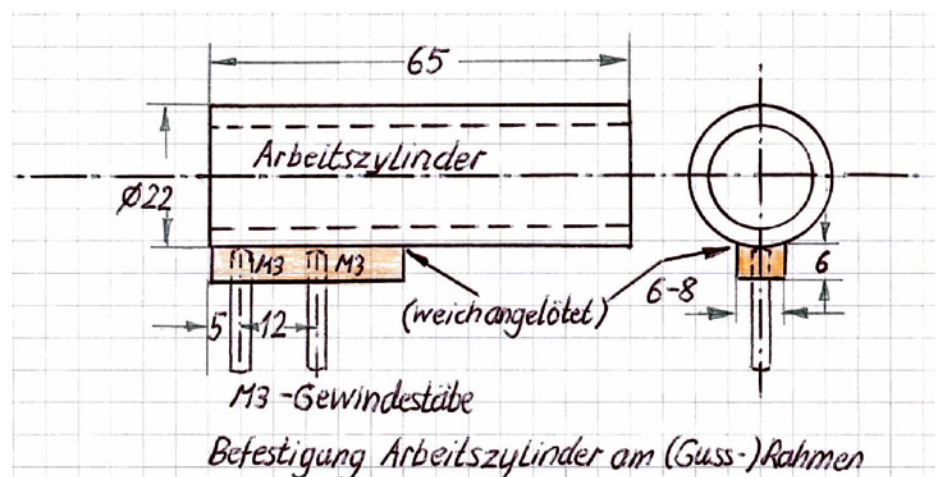
sind Teflonlager, die man sich aus Teflon-Rundmaterial selbst passend drehen kann. Achtung, als Kolbenmaterial ist dieser Werkstoff eher nicht geeignet, da Teflon sich bei Erwärmung stark ausdehnt und der Kolben im Zylinder somit blockieren würde.



Die übergroßen Verschraubungen für den Kurbeltrieb sind hier aus Halbzeug erstellt. Aus 10/8-mm-Messing-Sechskantmaterial sind der Kurbelzapfen sowie die übergroßen Muttern (M4/M5) gedreht



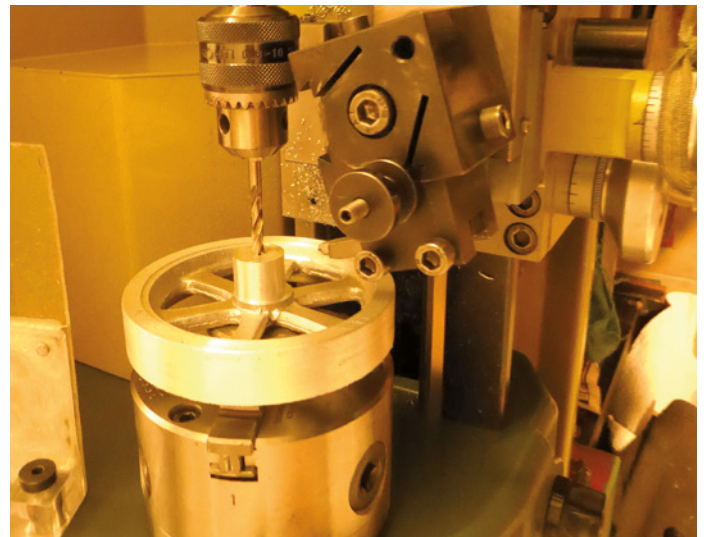
Zur sicheren Herstellung eines geraden Bolzengewindes wird ein Hilfszapfen gedreht, der später wieder entfernt werden kann



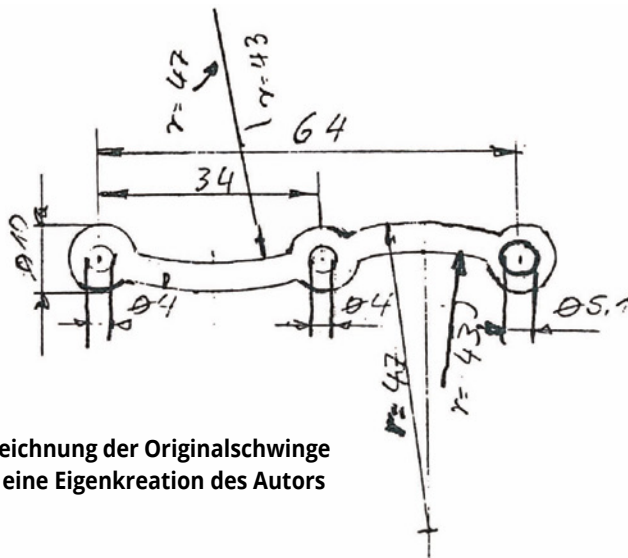
Ein Stahlklötzchen ist an den Arbeitszylinder weich angelötet. Mit zwei M3-Verschraubungen kann dieses nun am Rahmen befestigt werden



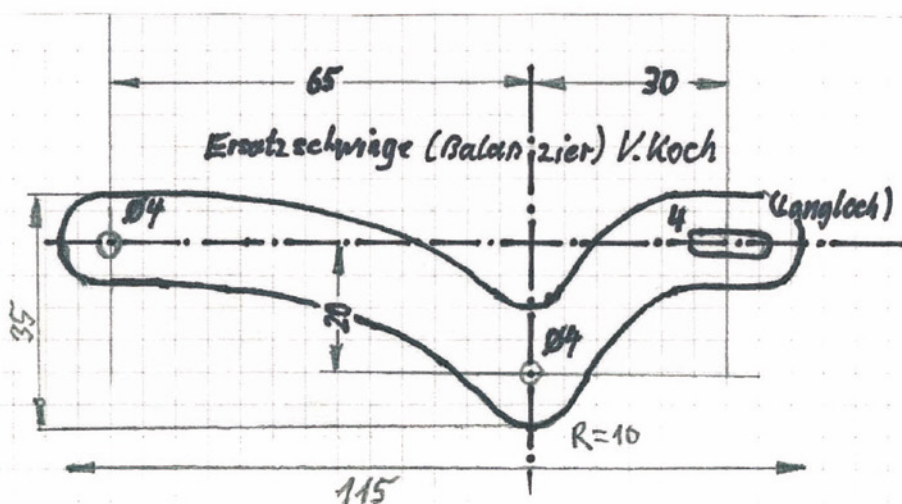
Diese Befestigungsart ist auch etwas solider als die ursprünglich vorgesehene Konstruktion



Bohren der Schwungradnabe



Oben die Zeichnung der Originalschwinge und unten eine Eigenkreation des Autors



Maße o. Toleranzangabe Din 7268 m		Oberfl.	Werkstoff, Halbzeug <i>Stahlblech, 4mm dick</i>
1997	Datum	Name	Benennung
Bear.	10.5.	Lr	<i>Schwinge und Gelenk</i>
Gepr.			
Norm			

Probemontagen für Zwischendurch

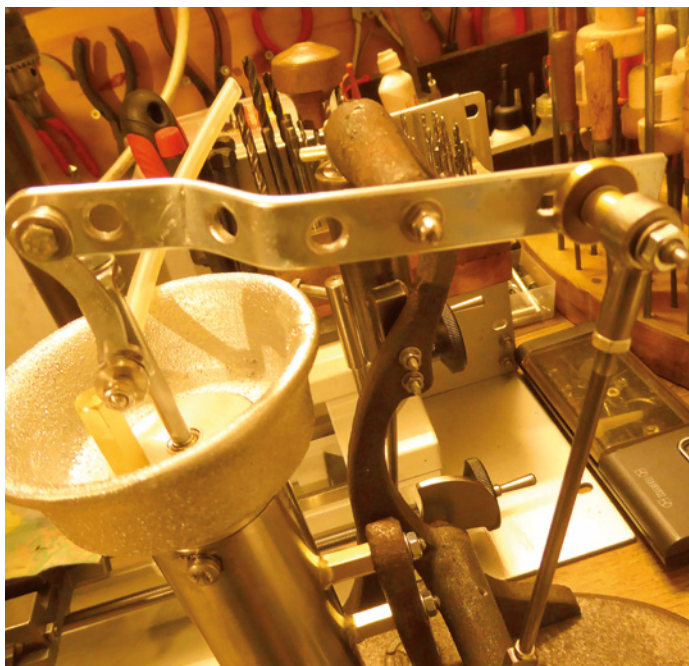
Tipp Zwischendurch-Probemontagen: Um den – hoffentlich erfolgreichen – Baufortschritt zu überprüfen, empfehlen sich zwischen den einzelnen Arbeitsschritten immer wieder „Zwischendurch-Probemontagen“. Kleine Fehler lassen sich dann noch leicht korrigieren. Aus Erfahrung lässt sich sagen, dass in der Praxis alles nie sofort genau zusammenpasst, wie man es sich eigentlich erhofft. Kleinere Korrekturen sind meistens immer erforderlich.

Exzenter bauen und montieren

Der Exzenter sollte ein paar Zehntel dicker als die Exzenterhülse sein, damit die beidseitigen Deckel, die die Kugeln halten, nicht an der Exzenterhülse reiben. Ein ganz geringes Untermaß des Exzenter oder ein geringes Übermaß der Exzenterhülse sorgen für einen leichten Gang der Baugruppe.

Tipp Exzentermontage: Bei der Montage des Exzenter können die kleinen 3,5-mm-Kugellagerkugeln leicht und unbeabsichtigt in irgendeiner düsteren Werkstattecke auf Nimmerwiedersehen verschwinden; so geschah es auch hier. Als Abhilfe „bastelt“ man sich aus Pappe eine Wanne mit einem 5-mm-Loch in der Mitte. Die Montage der Exzenterbaugruppe erfolgt am besten auf einem kurzen 5-mm-Rundstab, den man in das Loch der „Montagewanne“ steckt. Dann kann man in Ruhe und ohne „Verluste“ die Baugruppe montieren.

Der „Kugellager-Exzenter“ ist eine geniale Erfindung von Herrn Reichelt. Der Exzenter läuft bei sorgfältiger Montage butterweich und reibungsarm. Das Verfahren hat der Autor übrigens auch mit Erfolg bei Dampfmaschinen-Exzenter angewandt; gewöhnliche Steuerexzenter von



Man erkennt das Einstell-Langloch an der rechten Schwingenseite

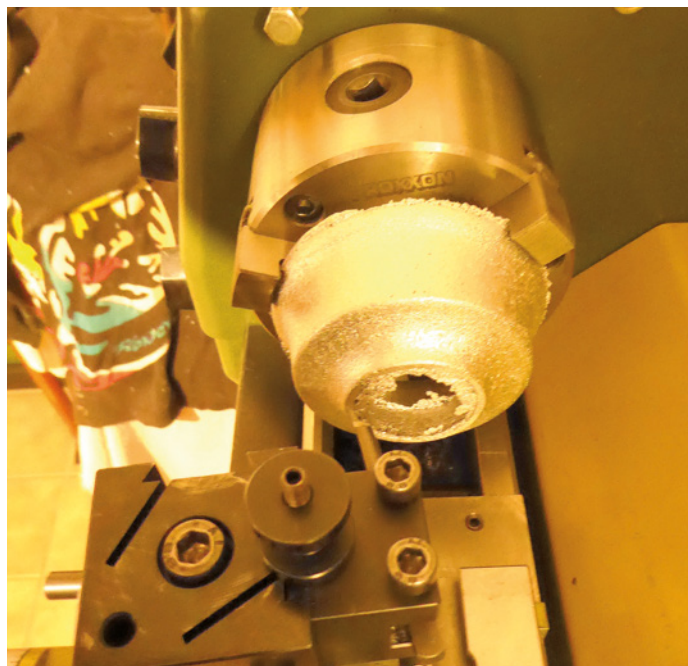
Dampfmaschinen „gehen“ durch die normal übliche Gleitreibung wesentlich schwerer. Gelegentlich sollte man aber einen Tropfen Mechanikeröl hinzugeben.

Alternative Verbindung Arbeitszylinder-Wärmetauscher

In diesen Konstruktionen sah Herr Reichelt eine starre Messingrohrverbindung zwischen dem Arbeitszylinder und dem Wärmetauscherkopf vor.



Der Rahmen ist mit dem bereits fertiggestellten Wärmetauscher provisorisch verschraubt



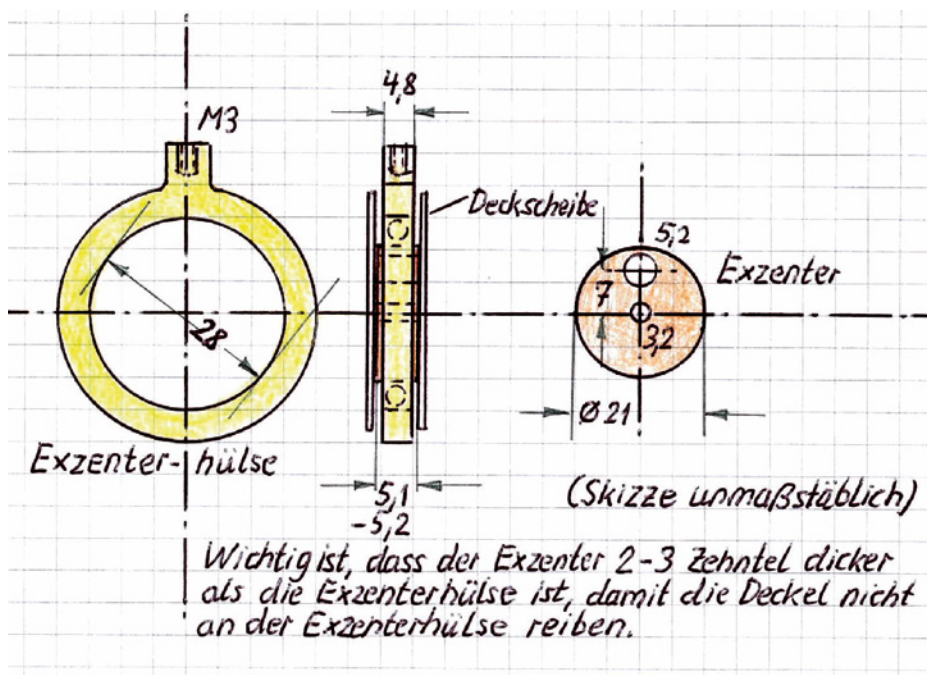
Drehen des Kühltoldenkopfes im Dreibackenfutter mit umgekehrten Spannbacken

Das sieht zwar gut aus, hat aber den Nachteil der schwierigen Demontierbarkeit. Bei diesem Modell hat sich eine flexible Silikonschlauchverbindung bewährt, die einfach an den Einschraubköpfen an einem angelöteten Nippel aufgesteckt werden. Zusätzlich kann die Verbindung nach Betriebsende unproblematisch getrennt werden, damit kein Öl (Herr Reichelt wirds nicht gern lesen; man kann den Arbeitskolben ruhig sparsam (!) mit dünnflüssigem Mechanikeröl schmieren) in den Verdränger gezogen wird. Aber, wenn „der Dativ dem Genitiv sein Tod ist“ (Taschenbuch

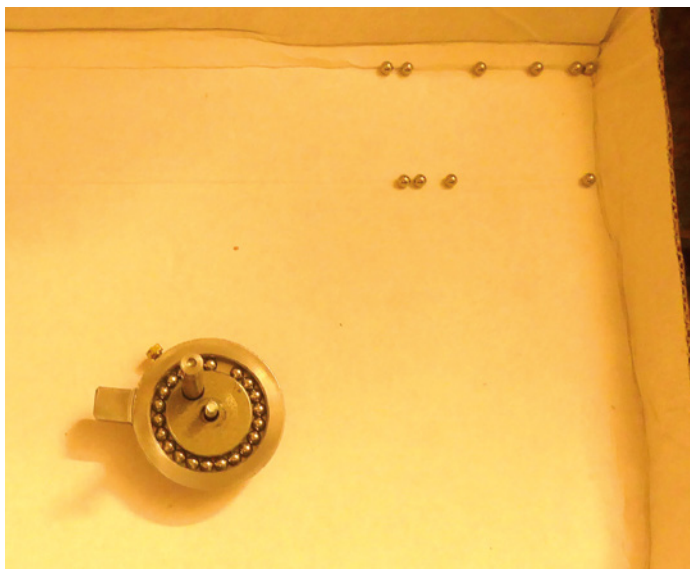
von Bastian Sick zum Irrgarten der deutschen Rechtschreibung), dann ist Öl im Verdränger der Tod der Heißluftmotoren-Funktionalität. Bei den Eigenkreationen des Autors wird übrigens ebenso verfahren. Das immer etwas problematische Rohrbiegen und exakte Ausrichten entfällt.

Es lebe die Kunst der Ofenbauer!

Auch bei dem Ofen lohnt es sich, mit verschiedenen Materialien und Formen zu probieren. Sicher, der Original-Ofen von Herrn Reichelt passt



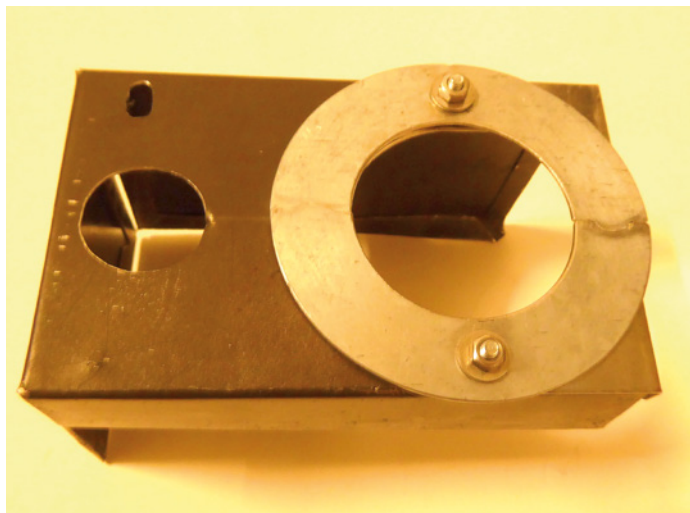
Montagehinweis für den Exzenter



Montage der Exzenterbaugruppe in einer provisorischen Montagewanne aus Pappe. Die kleinen Kugeln gehen dann nicht so leicht verloren



Man erkennt die abnehmbare Silikonschlauchverbindung zwischen Verdränger und Arbeitskolben. Der Schlauch wird auf ein angelötetes 4-mm-Röhrchen aufgesteckt



Probemontage eines eigenen Ofenentwurfs aus Herdbackblech. Der abschraubbare Stahlring um den Verdränger ist für eine problemlose Montage geteilt; er schließt dicht ab und verhindert, dass heiße Rauchgase in Richtung Kühldolde wandern. Die heißen Gase werden später durch einen Aufsteckkamin an dem gesägten 20-mm-Loch abgeführt



Aus Herdbackblech „gefalteter“ Ofen mit aufgestecktem Kaminrohr aus Edelstahl. Dies stammt von einer alten Gartensolarleuchte, daher das „CE“-Zeichen

wunderbar zu den Motoren, aber manchmal ist das Gute des Besseren Feind.

Tipp Gewürzdosen-Ofen: Material aus geschwärztem und gestanztem Eisenblech war im Lieferumfang des EK-Materialsatzes zwar enthalten, aber aus Erfahrung bei vorangegangenen Reichelt-Heißluftmotoren trat nach einiger Zeit durch die Hitze einwirkung der Brennerflamme Rost auf, welches den ansonsten kunstvoll gestalteten Ofen im Laufe der Zeit unschön aussehen ließ. Beim Original-Eichhörnchen und auch beim „Adler“ kam aus diesem Grunde ein Ofen aus Edelstahlblech zum Einsatz. Pfeffer- oder Salzdosensätze für wenig Geld (1-Euro-Artikel) vom Discounter eignen sich ganz vorzüglich für diesen Zweck, auch

wenn die Bearbeitung ein wenig aufwändig ist. Dafür ist Rost dann kein Thema mehr.

Tipp Backblech-Ofen: Ein ausgedientes (oder auch neues) Herdbackblech eignet sich auch ganz vorzüglich als Ofenbau-Material, besonders deshalb, weil es bereits mattschwarz und hitzebeständig beschichtet ist. Diese Bleche gibt es ebenfalls hin und wieder beim Discounter für wenig Geld.

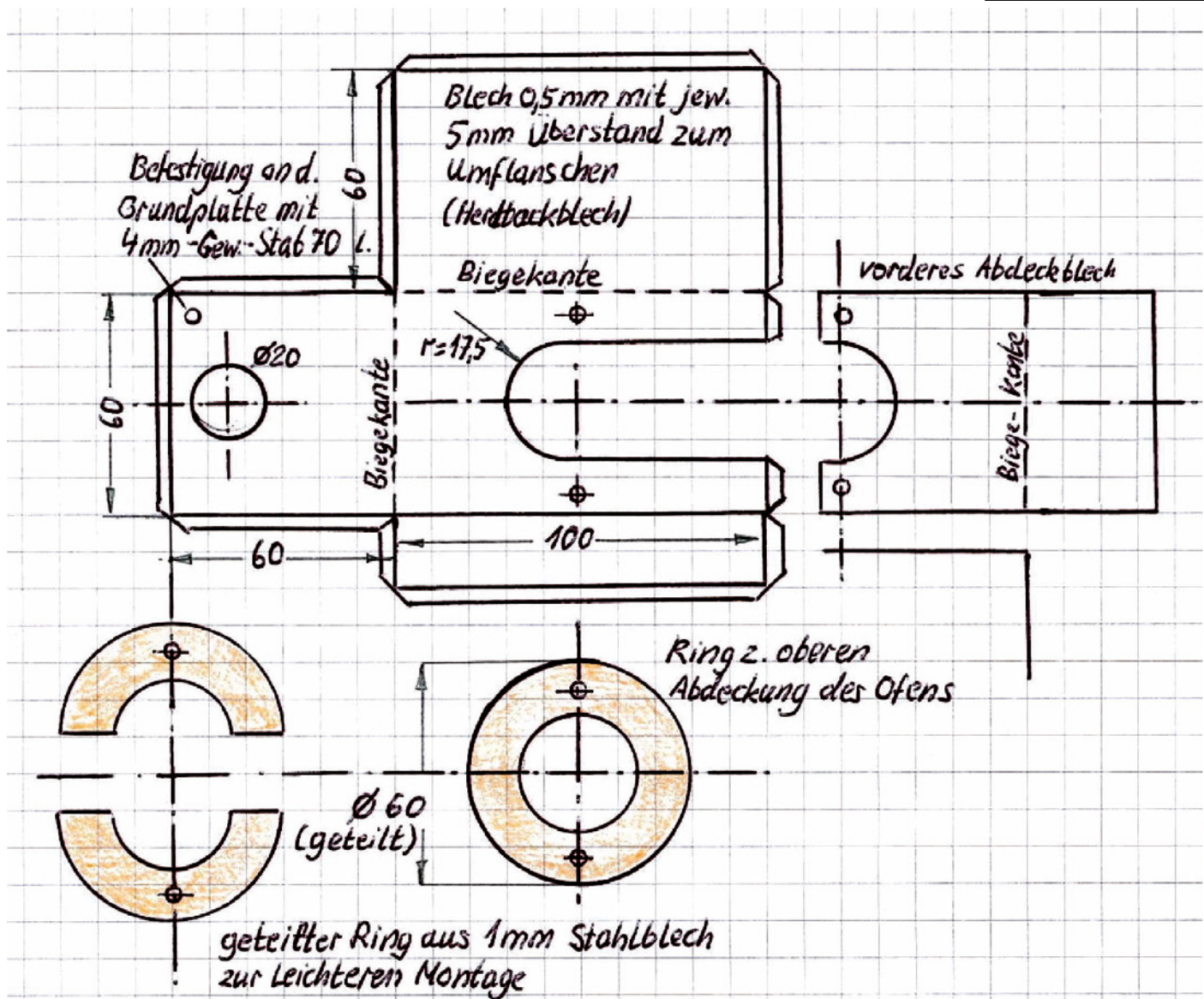
Erster Funktionstest

Aus Erfahrung kann gesagt werden, dass eine Heißluftmaschine nicht sofort optimal läuft. Aber woran liegt das? Meist ist es die Summe verschiedener kleinerer Unzulänglichkeiten,

die es gilt, systematisch herauszufinden und abzustellen.

Tipp Leichtgängigkeit: Wenn es nicht optimal läuft, prüfen Sie zunächst, ob alles wirklich leichtgängig und ohne „Klemmer“ geht. Das kann man bei langsamem Durchdrehen von Hand ermitteln. Erkennbare Reibstellen und/oder Klemmer sind dann gezielt nachzuarbeiten.

Tipp Dichtigkeit: Beim Durchdrehen der Maschine von Hand muss eine spürbare Kompression feststellbar sein. Ist dies nicht der Fall, so liegt irgendwo eine Undichtigkeit vor. Meist ist es die Passung von Wärmetauscherkopf und Verdrängerzylinder oder die Verschraubung derselbigen, wobei hier Luft entweichen kann. In diesem Fall beschichtet man die Passungsfläche



▲ Ein mögliches Schnittmuster für einen „gefalteten“ Ofen aus Herdbackblech. Die Maße sind dem jeweiligen Heißluftmotorenmodell anzupassen

inklusive der Verschraubungsstellen mit hochtemperaturbeständigem Silikon und lässt dies nach der Montage einen Tag aushärten. Zu empfehlen ist temperaturbeständiges Silikon der Marke Uhu, welches Temperaturen bis maximal 300° C aushalten kann.

Geduld haben: Besonders bei der Montage und den Funktionstests sollte ein wenig Geduld „mitgebracht“ werden. Eine sorgfältige Montage braucht ihre Zeit, die durch einen sauberen Lauf der Maschine belohnt wird. Hier kann man einen abgewandelten Lebensweisheits-Sinnspruch wörtlich nehmen: „Der ganze Modellbau ist umsonst, fehlt dir Geduld, Geschick und Kunst!“ (Originaltext, gesehen auf einem alten Fachwerkhäus in Bad Orb: „Das ganze Leben ist umsonst, fehlt Freundschaft dir, Humor und Kunst!“).

Fortsetzung folgt

Reichelt-Baupläne im VTH-Shop

Folgende Baupläne von Roland Reichelt sind im VTH, bei denen viele der in diesem Artikel aufgeführten Tipps Anwendung finden können. Zu den meisten dieser Baupläne sind auch Gussteile erhältlich (nähere Infos bei den jeweiligen Bauplänen), sie sind aber auch alle ohne Gussteile zu fertigen. Bestellungen unter www.vth.de/shop oder telefonisch unter 07221/508722.

Modell	VTH-Artikelnummer	Preis
Stirlingmotor L	3203046	34,99 €
Stirlingmotor Modell H1	3203047	39,99 €
Stirlingmotor Modell NSM G/W	3203048	34,99 €
Stirlingmotor Modell LEM	3203049	34,99 €
Stirlingmotor Modell A	3203050	39,99 €
Stirlingmotor Modell TGR	3203051	39,99 €
Der Ofen für liegende Stirlingmotoren	3203052	12,00 €
Dampfmaschine Modell SKMA	3203053	39,99 €
Dampfmaschine Modell SKMS	3203054	39,99 €
Antriebsmodell Spirale	3203055	12,00 €
Antriebsmodell Regulator	3203056	12,00 €
Antriebsmodell Transmission	3203057	12,00 €
Antriebsmodell Dynamo mit Lampe	3203058	12,00 €
Antriebsmodell Schaukel	3203059	12,00 €
Antriebsmodell Rad	3203060	12,00 €

Der Kolben unter der Lupe

Dass der Kolben mehr als nur ein simples, zylindrisches Stück Metall ist, versteht sich, wenn man die Kolben-Entwicklung in den vergangenen 100 Jahren studiert. Eine Vielzahl unterschiedlichster Kolbenkonstruktionen haben und hatten das Ziel den Hubkolbenmotoren effizienter zu machen, dessen Lebensdauer zu verlängern und die Emissionen bezüglich Abgas und Lärm zu reduzieren.

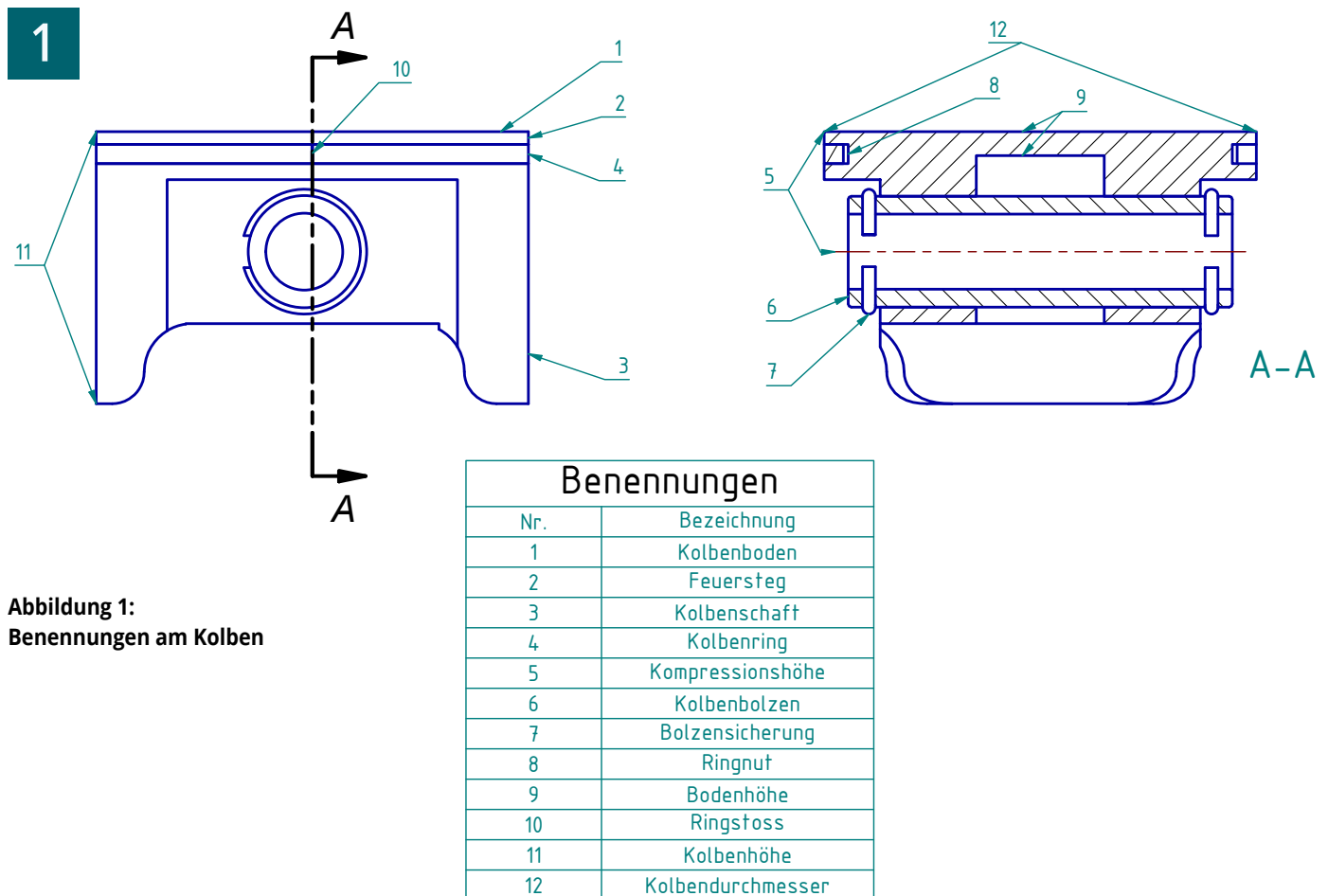


Abbildung 1:
Benennungen am Kolben

Wolfgang Trötscher

Für Modellmotor-Interessierte steht oft die Leistung im Vordergrund. Aber auch andere Eigenschaften des Motors, wie die Baugröße oder der Sound des Motors, werden durch die Konstruktion des Kolbens beeinflusst.

Folgende Merkmale haben deshalb unsere Aufmerksamkeit: Kolbenmasse einschließlich Zubehör, Kolbenabmessungen, Belastung und Verschleiß.

Die Kolbenmasse ist prinzipiell so gering wie möglich zu halten. Obwohl die auftretenden Massenkräfte bei einigen Motorkonfigurationen, wie zum Beispiel beim Boxermotor, vollständig ausgeglichen werden, wirken sie dennoch auf die Lager der Bauteile. Viele Hubkolbenmotoren

haben außerdem einen Massenausgleich in Form von Gegengewichten an der Kurbelwelle. Hat bereits der Kolben „Übergewicht“, müssen die Gegengewichte entsprechend grösser ausgelegt werden. Das wiederum verlangt ein größeres Kurbelgehäuse. So werden aus ein paar extra Gramm am Kolben mal schnell 100 g Extragewicht auf den gesamten Motor, was bei Modellflugzeugmotoren keinesfalls wünschenswert ist.

Die von mir verwendete Kolbenausführung erfüllt die Ansprüche eines leichten Kolbens. Er ist auch relativ einfach herzustellen. Von der Kolbenunterseite wird so viel Material wie möglich abgetragen – natürlich unter Berücksichtigung der Stabilität. Der Kolbenboden ist, abhängig vom Durchmesser, nur 1,5 bis 2,0 mm dick. Der Feuersteg ist auf ein Minimum reduziert

und ist weniger als 1 mm hoch. Ein geringer Feuersteg vereinfacht auch das Aufziehen des Kolbenrings. Das Kolbenhemd ist seitlich abgefräst. Durch diese gewichtsreduzierende Maßnahme kann auch der Kolbenbolzen kürzer ausgeführt werden; also eine win-win Maßnahme.

Betrachten wir einmal die Belastungen denen der Kolben im Betrieb ausgesetzt wird. Bereits im Verdichtungsstakt steigt der Druck auf über 10 bar. Der Zünddruck beträgt dann 50 bar und mehr. Auf meine Kolben, mit der bevorzugten Abmessung Ø27 mm, erzeugt der Zünddruck einen Impuls von 2,8 kN, eine enorme Belastung für so ein kleines Teil. Es ist aber nur ein kurzer Impuls, nach einer dritten Kurbelwellenumdrehung ist der Zauber vorbei, das Abgasventil öffnet und lässt den Druck ab.

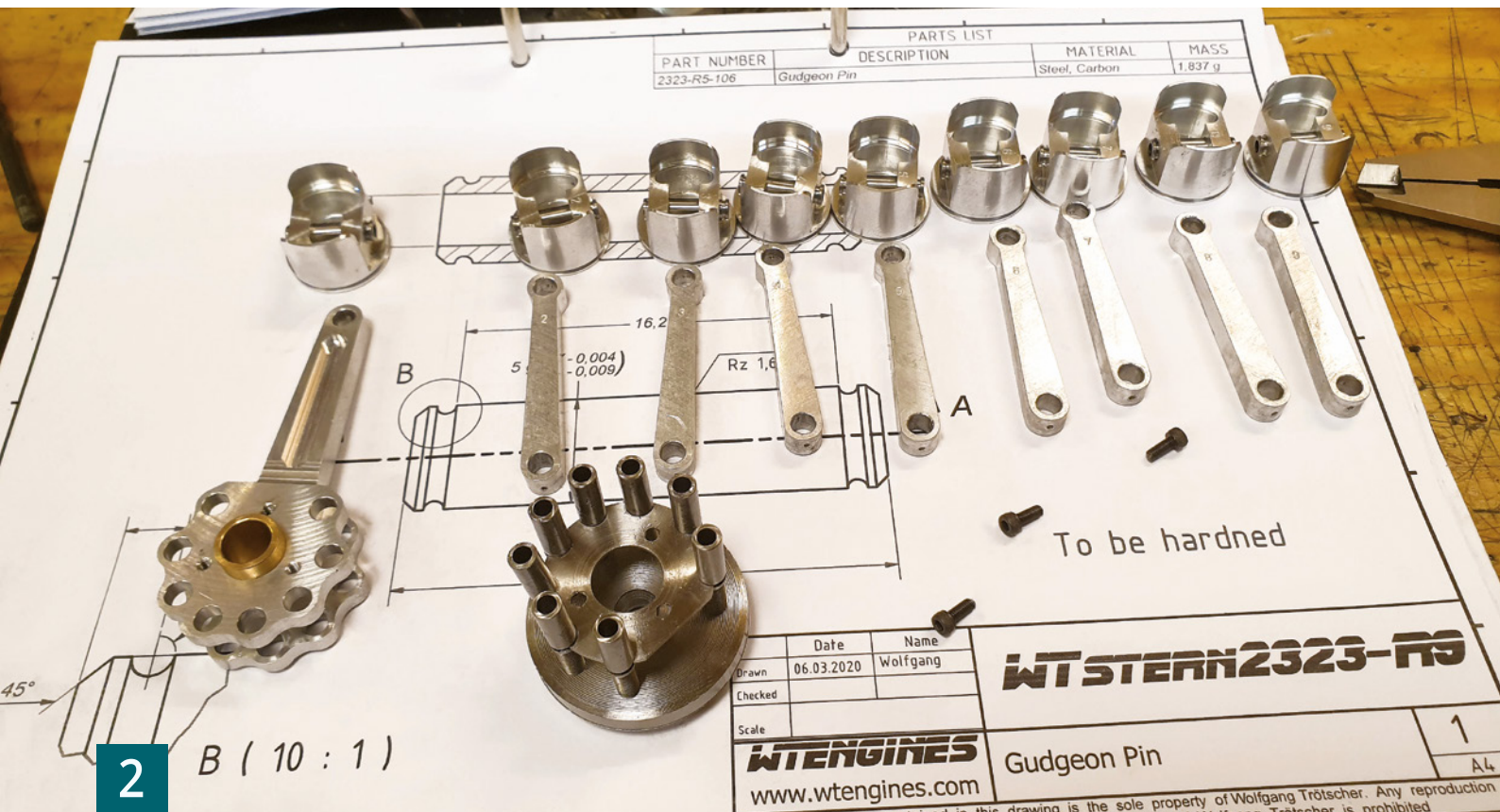


Abbildung 2: Neun Kolben für einen Sternmotor

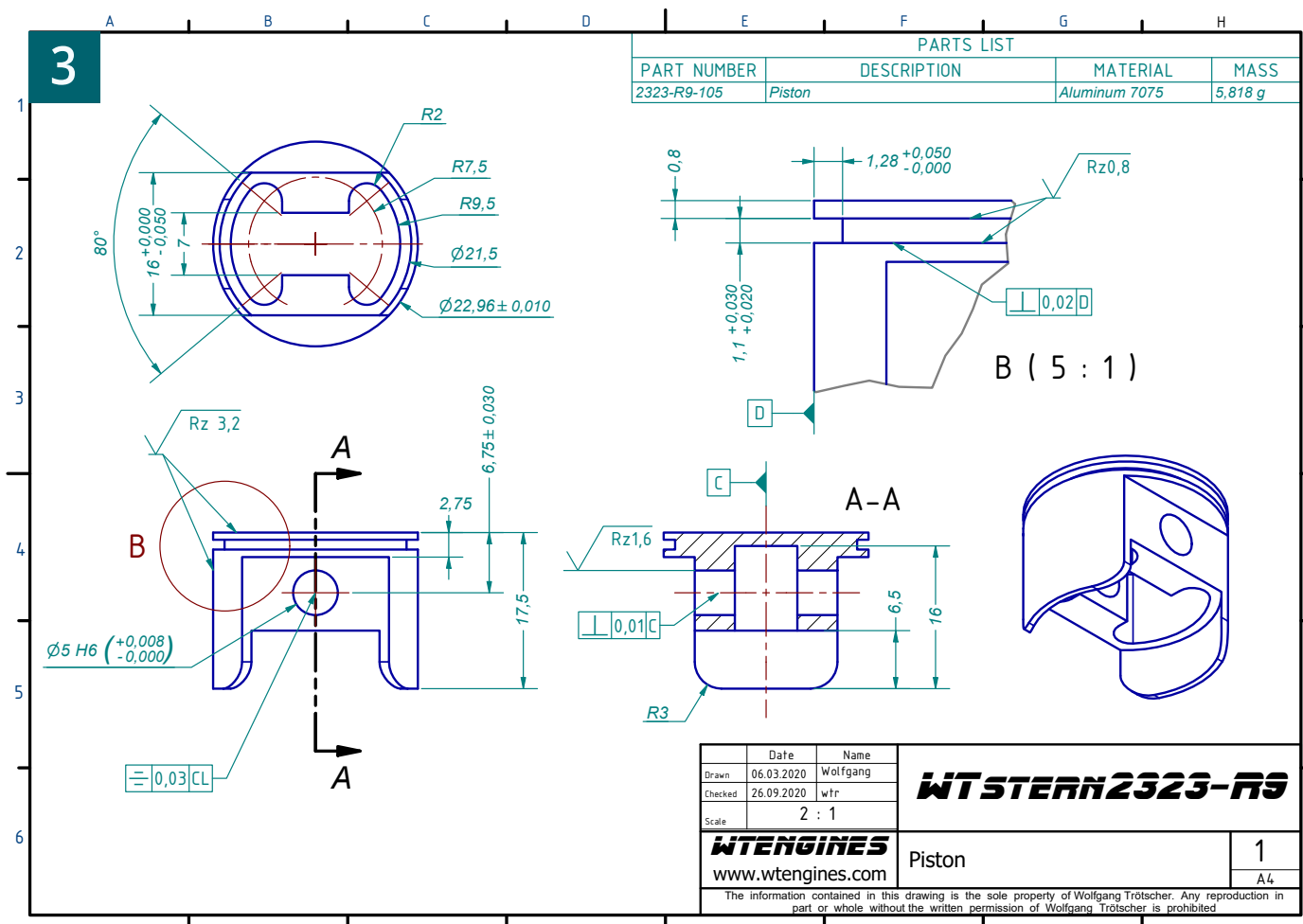
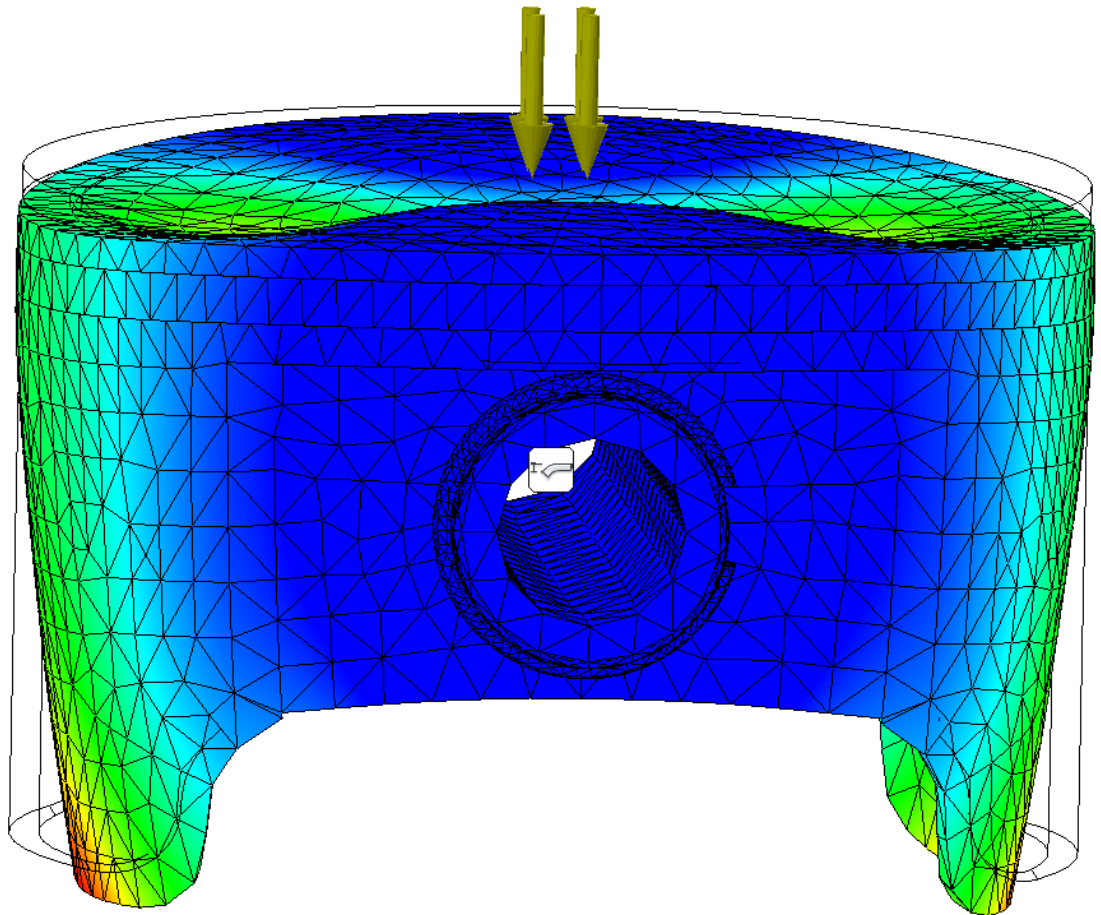
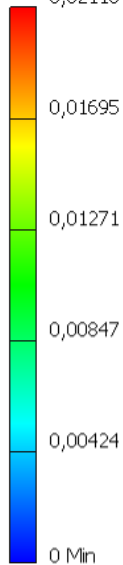


Abbildung 3: Beispielzeichnung Kolben mit Ø23

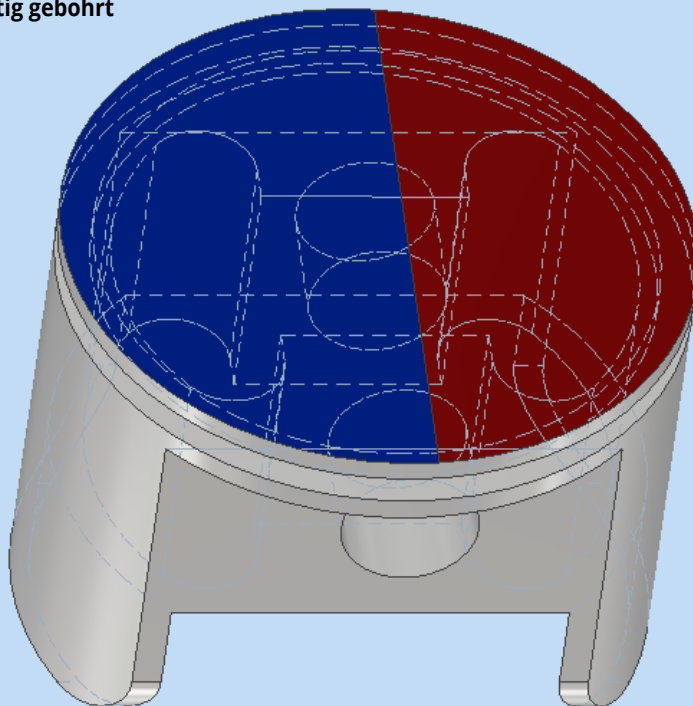
Nodes:45706
 Elements:24948
 Type: Displacement
 Unit: mm
 19.01.2019, 10:50:27
 0,02118 Max



4

Abbildung 4: Verformung des Kolbens im Arbeitstakt (übertriebene Darstellung der Deformierung)

Abbildung 5:
 Kolbenauge 1 mm
 außermittig gebohrt



5

Der Kolben balanciert während dieser Phase auf dem Kolbenbolzen. Der Zünddruck würde den Kolben quasi um den Bolzen falten, wenn er nicht stabil genug wäre.

Fehler bei der Herstellung: Wie sieht es aus, wenn ungenau gearbeitet wird und das Kolbenauge nicht mittig ist? Die Antwort liegt auf der Hand; der Verbrennungsdruck erzeugt ein großes Kippmoment am Kolben, welches Reibung und Verschleiß an Kolbenhemd und Zylinderwand zur Folge hat. Abbildung 5 zeigt ein Beispiel mit einem Bolzen-Versatz von 1 mm. Bei mittig gebohrtem Kolbenauge wären die blaue und rote Fläche gleich groß und der Kolben somit balanciert. Dadurch, dass der Bolzen nicht in der Mitte ist, ist die Fläche, auf die der Zünddruck wirkt, auf der blauen Seite wesentlich größer (230 mm² zu 184 mm²). Ein solcher Fehler würde ein großes Kippmoment am Kolben zur Folge haben und sollte unbedingt vermieden werden.

Weiteren Verschleiß verursacht der Kurbeltrieb. Durch die seitliche Bewegung des Pleuels versucht der Kolben sich in die entgegengesetzte Richtung zu bewegen. Ähnlich, wie die magische Kraft, welche die Gegenstände fest hält, wenn unter ihnen das Tischcloth weggezogen wird, gibt es eine reaktive Kraft, die versucht den Kolben in die entgegengesetzte Richtung zu

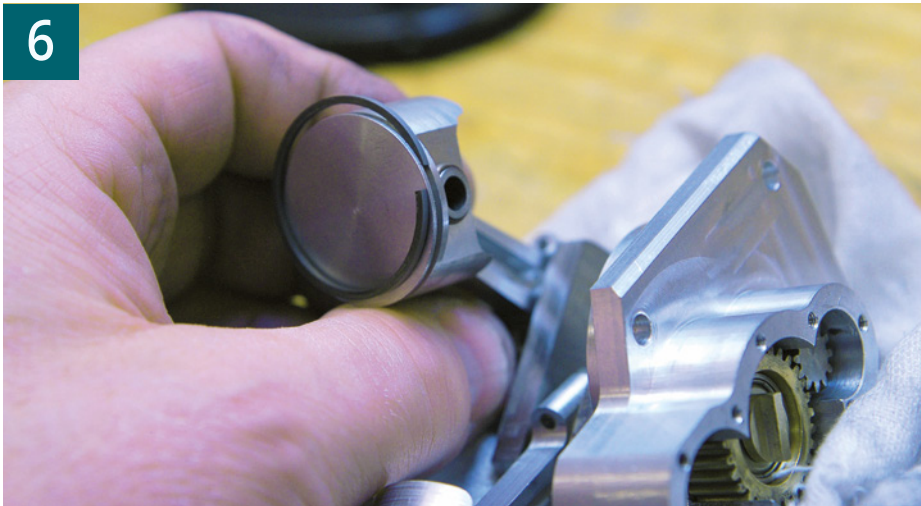


Abbildung 6: Aufziehen des Kolbenrings

bewegen. Natürlich verhindert die Zylinderwand, dass der Kolben sich seitlich bewegen kann, aber die Kräfte und die dadurch entstehende Reibung und Verschleiß sind reell. Deshalb hat man in der Vergangenheit immer wieder versucht den Kurbelantrieb durch andere Lösungen zu ersetzen (z.B. Kurbelschleife). Pro Umdrehung wechselt der Kolben die Anlage von der einen Seite zur anderen und wieder zurück, bei alten Dieselmotoren gut zu hören und als Nageln bekannt. Dies wird heute durch Desachsierung des Kolbens verhindert. Darunter versteht man nichts anderes als den Kolbenbolzen etwas außermittig zu setzen! Natürlich nur in sehr geringen Ausmaß, sodass nicht die oben beschriebene Situation eintritt. Für Modellmotoren ist die Desachsierung nur sofern interessant, dass, falls das Kolbenauge einmal geringfügig außermittig gebohrt ist, die Einbaulage des Kolbens so gewählt wird, dass das Kippmoment entgegen der reaktiven Kraft wirkt.

Grundlegend für eine einwandfreie Funktion ist die Abdichtung des Kolbens. Bei den kleinsten Zweitakt-Motoren kann man noch auf Kolbenringe verzichten, welche aber bei größeren Motoren nicht mehr fehlen dürfen. Kolbenringe sind dann erforderlich, wenn der Kolben aus Aluminium hergestellt wird. Bei den kleinsten Motoren sind die Kolben aus Grauguss.

Der Kolbenring hat eine leichte Vorspannung und muss im eingebauten Zustand mit der Zylinderwand und der Ringnut-Flanke des Kolbens auf dem gesamten Umfang Kontakt haben. Die eigentliche Abdichtung besorgt der Arbeitsdruck über dem Kolbenboden. Der Druck wirkt einmal von oben und drückt den Kolbenring gegen die untere Flanke der Ringnut. Zum anderen verteilt sich der Druck auch hinter dem Kolbenring und drückt ihn so gegen die Zylinderwand. Ohne diese Funktion wäre der Kolben nicht dicht. Für die Auslegung

bedeutet das, dass genügend Einbauspiel für den Ring vorgesehen werden muss. Ein paar hundertstel Millimeter für die Ringhöhe und im Zehntelbereich was die Ringtiefe betrifft.

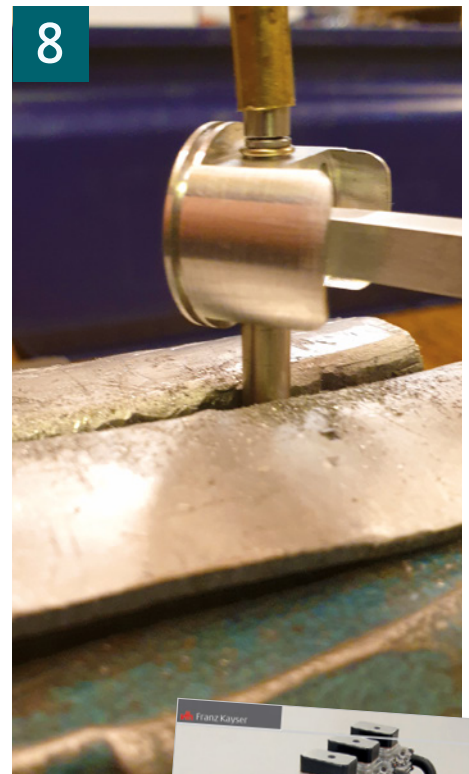
Vorsicht ist beim Aufziehen des Kolbenrings geboten. Wenn der Ring so weit auseinandergebogen wird, dass er nicht mehr in seine ursprüngliche Lage zurückkehrt, ist er nur noch ein Teil für die Mülltonne! Deshalb den Ring wie in Abbildung 6 gezeigt aufziehen. Man fängt an einem Ende an, führt ihn dann entlang des Feuerstegs bis der gesamte Ring in der Nut ist. Der aufgezoogene Ring muss sich ohne nennenswerten Widerstand in der Nut drehen lassen, auch muss er sich auf dem gesamten Umfang vollständig eintauchen lassen.

Der Kolbenbolzen sollte immer hohl ausgeführt sein. Hier kommt es auf die Biegesteifigkeit an und diese wird durch Ausbohren nur wenig beeinflusst. Bei PKW-Motoren beträgt der Außendurchmesser des Kolbenbolzens ca. ein Viertel des Kolbendurchmessers, dieser kann dann 60-70%, auf den Außendurchmesser bezogen, aufgebohrt werden.

Zur Bolzensicherung benutze ich C-Clips (Drahring), DIN7993. Diese sind einfach zu montieren und erfüllen ihren Zweck zufriedenstellend. Die Montage geschieht am besten mit einem Kegel über den der Clip mit einem Rohr geschoben wird. Allerdings lassen sich die Clips nicht so einfach entfernen. Deshalb ist es ratsam mit der Montage bis zur Fertigstellung des Motors zu warten.



Abbildung 7 & 8: Kolbenbolzensicherung



Benzinmotoren für Flugmodelle

Umfassende Informationen zu Benzinmotoren für den Antrieb von Flugmodellen erhalten Sie im VTH-Fachbuch „Benzinmotoren für Flugmodelle“. Erhältlich im Shop unter www.vth.de unter der Bestellnummer 3102267 zum Preis von 29,90 €



Maschinen im Modellbau

6/2021: ab dem 13. Oktober 2021 im Handel!

Wir berichten unter anderem über folgende Themen:



Half-Beam „Grasshopper“



Linford-Viertaktmotor
mit gegenläufigen
Kolben – mit Bauplan!



Blockadebrecher
Colonel Lamb im
Maßstab 1:48

IMPRESSUM

**Maschinen
im Modellbau** 22. Jahrgang
www.vth.de/maschinen-im-modellbau

Redaktion
Oliver Bothmann, oliver.bothmann@t-online.de
Sabine Bauer (Redaktionsassistentin),
Tel.: 072 21 50 87 -80, Fax: 072 21 50 87 -33
E-Mail: maschinen-im-modellbau@vth.de

Gestaltung
Uschi Klee, Sandra Balke, Kim Büchinger,
Thomas Schüle

Geschäftsführerin
Julia-Sophia Ernst-Hausmann

Anzeigen
Christina Meyhack Tel.: 072 21 50 87-15
Sinem Isbeceren Tel.: 072 21 50 87-90
Fax: 072 21 50 87-33
E-Mail: Anzeigen@vth.de

Zur Zeit gilt die Anzeigenpreisliste
Nr. 16 vom 01.01.2021



Verlag für Technik und Handwerk
neue Medien GmbH
Bertha-Benz-Straße 7
D-76532 Baden-Baden

Tel.: 072 21 50 87-0
Fax: 072 21 50 87-33

Konten
Grenke Bank AG
IBAN DE45 2013 0400 0060 0368 29
BIC/SWIFT GREBDEH1

Abonnement-Marketing und Vertrieb
Verlag für Technik und Handwerk
neue Medien GmbH
Bertha-Benz-Straße 7
76532 Baden-Baden
Tel.: 07221 50 87 -71
Fax: 07221 50 87 -33
E-Mail: abo@vth.de

Vertrieb

MZV Moderner Zeitschriften Vertrieb GmbH & Co. KG
Ohmstraße 1, D-85716 Unterschleißheim
Tel.: 089 31906-0, Telefax 089 31906-113

„Maschinen im Modellbau“ erscheint 6 mal jährlich,
jeweils Februar, April, Juni, August, Oktober und Dezember

Einzelheft: 8,50 € / CH: 12,80 € / Übriges Ausland: 9,50 €
Abonnement 42,00 € pro Jahr mit SEPA-Lastschrift einzug
Abonnement 46,80 auf Rechnung
(Im Ausland: zzgl. 10,80 € Versandkosten)

Druck

Dierichs Druck & Media GmbH & Co. KG, Kassel



**Maschinen
im Modellbau**

Maschinen im Modellbau
jetzt auch erhältlich im PRESSE-Fachhandel

PRESSE

Für unverlangt eingesandte Beiträge kann keine Verantwortung
übernommen werden. Mit Übergabe der Manuskripte und Abbil-
dungen an den Verlag versichert der Verfasser, dass es sich um



Die neue Maschinen im Modellbau finden Sie
u. a. im Zeitschriftenhandel, im Flughafen- und
Bahnhöf-Buchhandel und in allen Geschäften
mit diesen Zeichen.

Erstveröffentlichungen handelt und dass keine ander-
weitigen Copy- oder Verlagsverpflichtungen vorliegen. Mit
der Annahme von Aufsätzen einschließlich Bauplänen,
Zeichnungen und Bildern wird das Recht erworben, diese
auch in anderen Druckerzeugnissen zu vervielfältigen.
Eine Haftung für die Richtigkeit der Angaben kann
trotz sorgfältiger Prüfung nicht übernommen werden.
Eventuell bestehende Schutzrechte auf Produkte oder
Produktnamen sind in den einzelnen Beiträgen nicht
zwingend erwähnt. Bei Erwerb, Errichtung und Betrieb
von Sende- und Empfangsanlagen sind die gesetzlichen
und postalischen Bestimmungen zu beachten. Namentlich
gekennzeichnete Beiträge geben nicht in jedem Fall die
Meinung der Redaktion wieder.

ISSN 0947-6598

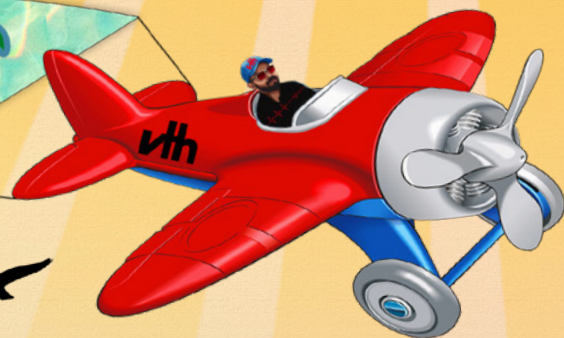
© 2021 by Verlag für Technik und Handwerk
neue Medien GmbH, Baden-Baden

Nachdruck von Artikeln oder Teilen daraus, Abbildungen
und Bauplänen, Vervielfältigung und Verbreitung durch
jedes Medium, sind nur mit ausdrücklicher, schriftlicher
Genehmigung des Verlages erlaubt.

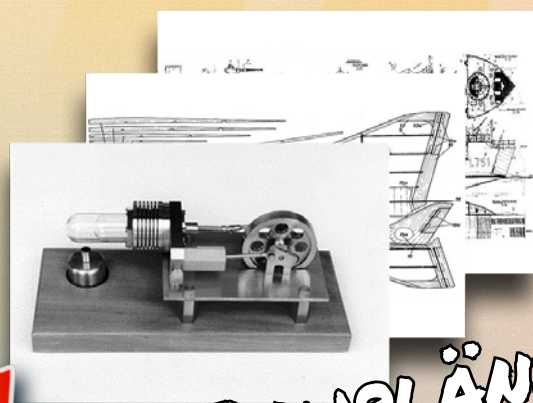
 **SUMMER**
% SALE %



VOM 01.08.
BIS 31.08.



BÜCHER



BAUPLÄNE

BIS ZU
70%
REDUZIERT!

**UND VIELES
MEHR...**



CDS + DVDS



**DIE PROZENTE
WERDEN
AUSGEGRABEN**



Jetzt zugreifen!

 07221 - 5087-22

 www.vth.de/shop

 07221 - 5087-33

 [vth_modellbauwelt](https://www.instagram.com/vth_modellbauwelt)

 Maschinentüftler

 service@vth.de

 VTH neue Medien GmbH

 VTH Verlag

vth

RC-Machines

.com
since 1976

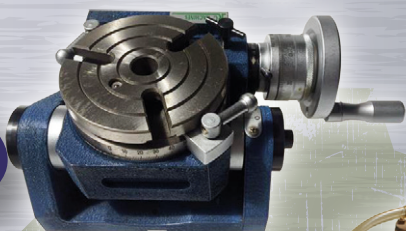


€ 998,-
RCSB32S

€ 298,-
RCSB1



€ 198,-
RC110DTV

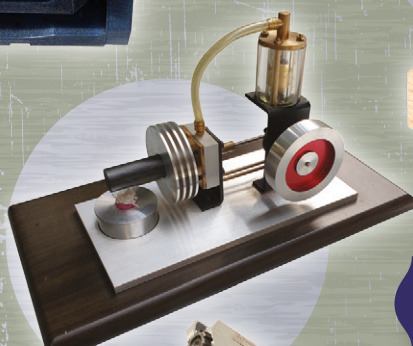


€ 37,-
RCIDMS10



€ 815,-
RC1650B

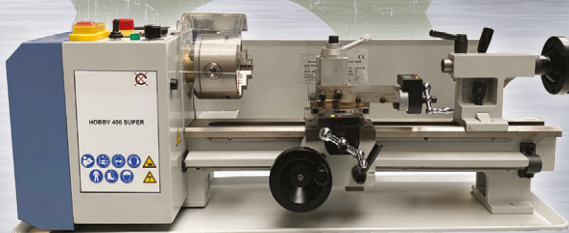
€ 180,-
RCMODEL04GM



€ 48,-
RCIMS50

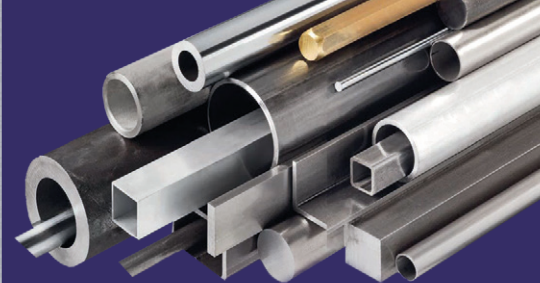


€ 798,-
RC125GBS



€ 1580,-
Hobby400S

€ 29,-
RCDS811



ROHMATERIAL MAßE AUF ANFRAGE

KUNSTSTOFFE MESSING BRONZE
STAHL EDELSTAHL ALUMINIUM
u.v.m.

Bohrstangensatz: rechtsschneidend

RCIDMS6	24,-
RCIDMS8	34,90
RCIDMS10	37,-
RCIDMS12	39,-
RCIDMS18	39,-

Schnabel-Innenmess- schraube:

RCIMS4 4-tlg Satz	220,-
RCIMS30	45,-
RCIMS50	48,-
RCIMS75	49,60
RCIMS100	65,-

Hartmetall- Drehwerkzeugsatz:

RCDS811	29,-
RCDS1011	39,-
RCDS1211	49,-
RCDS1611	59,-
RCDS2011	79,-
RCDS2511	89,90

www.rc-machines.com

**WELTWEITER
VERSAND!**

Besuchen Sie auch unseren Showroom in Junglinster! (LU)
Wir freuen uns auf Ihren Besuch bzw. Ihre Anfrage.

RCM S.A.R.L. Email: info@rc-machines.com
Tel.: +352 78 76 76 1 Fax: +352 78 76 76 76
2 rue Emile Nilles L-6131 Junglinster Luxemburg

Preise freibleibend in Euro, inklusive luxemburgischer Mwst. 17%, zuzüglich Versandkosten. Mwst. kann je nach Bestellland variieren.
Druckfehler, Irrtümer und Änderungen vorbehalten.