

9. Baubeschreibung des Dampfmotors

Kurbelwelle

Da durch den 90°-Kurbelversatz des Boxermotors eine längere Kurbelwelle entsteht, entschied ich mich, der aus 34CrNiMo6 gefertigten Kurbelwelle ein Mittenlager zu spendieren. Dieses Mittenlager erforderte aber einen 100%igen Rundlauf. Nach dem dritten fehlgeschlagenen Versuch mit einer gebauten Kurbelwelle gab ich auf und ging daran, eine aus dem Vollen gedrehte Kurbelwelle herzustellen.

Aber wie fertigt man eine Kurbelwelle mit vier hintereinanderliegenden um 90° versetzten Zapfen, ohne mit dem Spitzendruck die Welle wieder zu verbiegen? Die Lösung bestand darin, nach dem Zentrieren und Andrehen der Lagerzapfen die Kurbelzapfen in einer Klemmvorrichtung vorzudrehen. Zwar erreicht man mit dieser Methode nicht die erforderliche Genauigkeit, aber die Vorrichtung ermöglicht, mit deutlich höheren Zerspanungskräften, eine Vorbearbeitung der Kurbelzapfen auf 1,5 mm Übermaß.

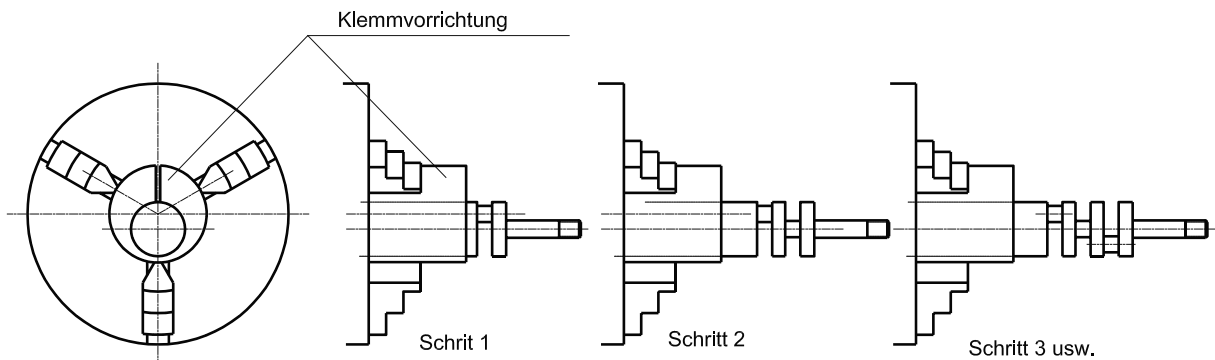


Bild 38: Vordrehen der Kurbelwelle

Die so weit vorbearbeitete Kurbelwelle erhielt anschließend, an der ersten Wange, passend zur genauen Lage der Kurbelzapfen, um 90° versetzte Markierungen. Hierzu wurde der mit Gewinde versehene Zapfen in den Drehtisch gespannt und die Wange, passend zur Zapfenlage, mit einem Werkzeug eingekerbt. Das Zapfenende mit Gewinde wurde anschließend für die weitere Bearbeitung, in eine zweite Vorrichtung gespannt und die Kurbelwelle mit kleiner Zustellung schrittweise fertig bearbeitet (Bild 39). Hierzu wurde für jeden Kurbelzapfen die Wellenmarkierung mit der Vorrichtungsmarkierung zur Deckung gebracht.

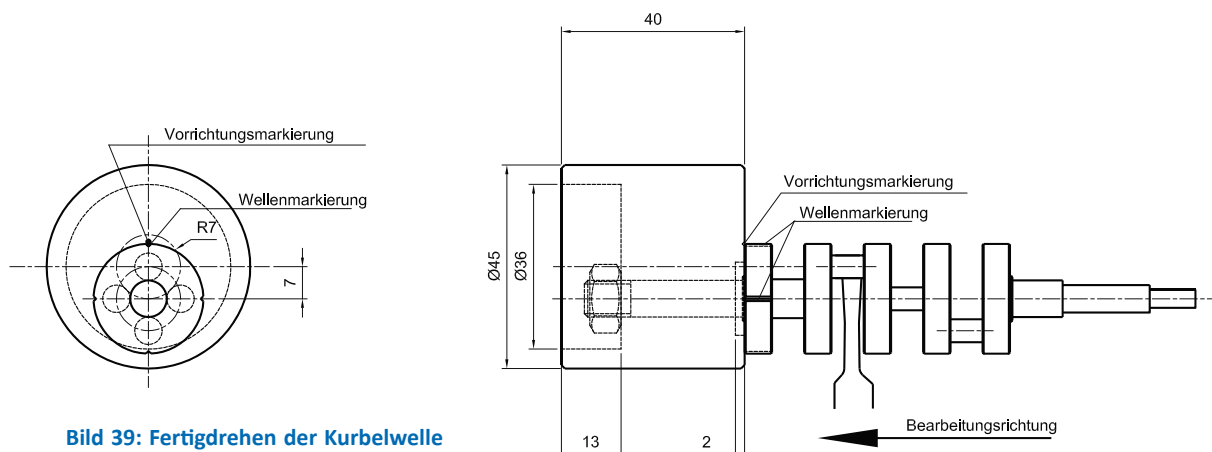


Bild 39: Fertigdrehen der Kurbelwelle

Dieses Vorgehen garantierte einen 100%igen Rundlauf ohne störende, fertigungsbedingte Verzüge. Eine Besonderheit dieser Konstruktion liegt auch im Mittenlager selbst. Hier wurde auf eine separate Lagerstelle verzichtet und die mittlere Wange zum Gleitlagerzapfen umfunktio- niert. Das spart Motorlänge und Gewicht. Zu beachten ist hierbei natürlich, dass die mittlere Kurbelwange eine präzise Passung erhält. Die restliche Bearbeitung der Kurbelwelle stellte keine nennenswerte Herausforderung mehr dar.

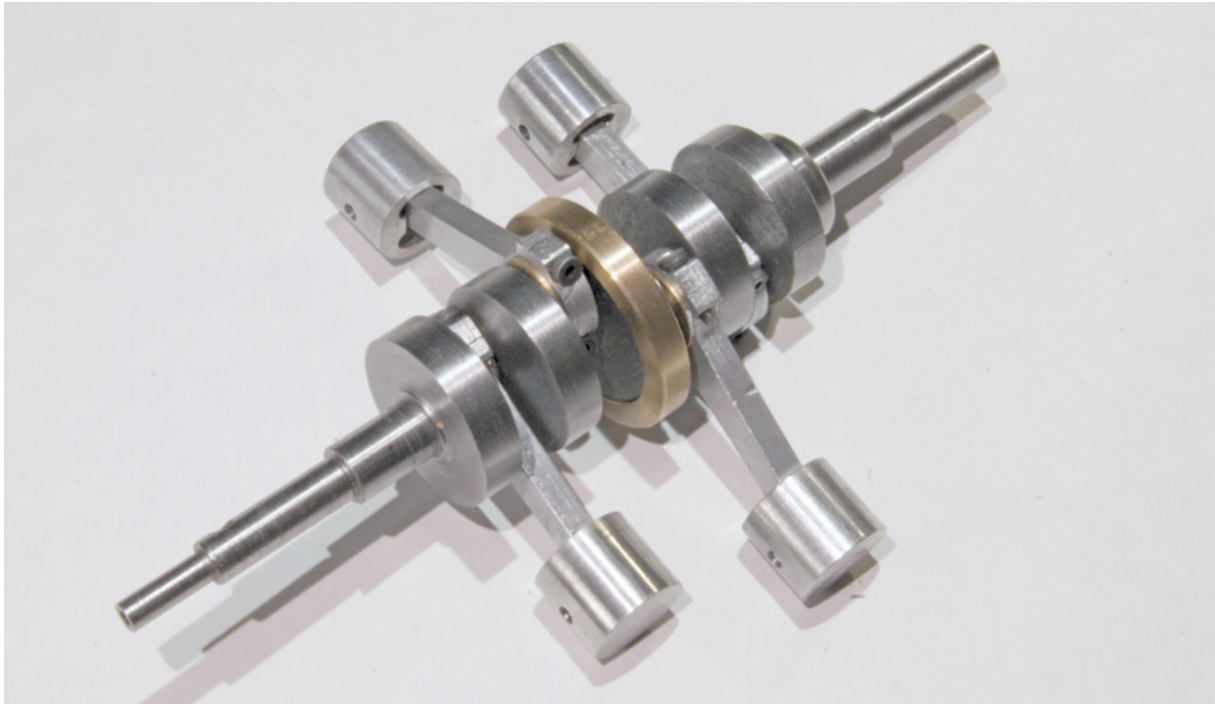


Bild 40: Kurbelwelle vormontiert mit eingesetztem Mittenlager

Pleuel komplett

Die aus AlCuMgPb F38 bestehenden Pleuel wurden, wie auch die Pleuellagerdeckel, CNC-gefräst. Für die Pleuelhauptlager wurden acht identische Lagerbüchsen aus Rotguss gefertigt, die nach dem Halbieren in Pleuel und Pleueldeckel eingeklebt wurden. Auch die Lager der Pleuelbolzen wurden aus Rotguss gefertigt und eingeklebt. Damit die Schraubverbindungen zwischen Pleuel- deckel und Pleuel genau passen, wurden die Kernlöcher der Gewinde in Pleuel und Pleueldeckel mit einer eigens hierfür hergestellten Vorrichtung gebohrt.



Bild 41: Pleuel komplett

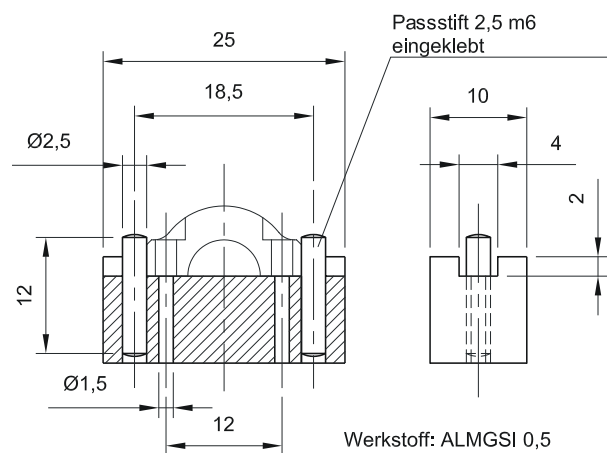


Bild 42: Bohrvorrichtung Pleuel und Pleueldeckel

Kurbelgehäuse

Nun konnte das Kurbelgehäuse aus AlCuMgPb F38 in Angriff genommen werden. Damit stand ich vor einem neuen Problem. Der Abstand zwischen den Zylinderachsen ließ die Montage der Pleuel im geschlossenen Kurbelgehäuse nicht zu. Deshalb mussten die Pleuel, vor dem Einbau der einteiligen Kurbelwelle in das Gehäuse, bereits montiert sein. Das aber erforderte ein zweiseitiges Kurbelgehäuse.

Hierzu wurde zunächst das Rohmaterial beider Gehäusehälften vorbearbeitet (allseitig plangefräst) und mit den Verbindungsbohrungen versehen. Anschließend wurden die Gehäusehälften verschraubt und verstiftet. Die so in ihrer Lage zueinander fixierten Gehäusehälften konnten jetzt mit Hilfe von Ausgleichblechen in das Vierbackenfutter gespannt und ausgebohrt werden.

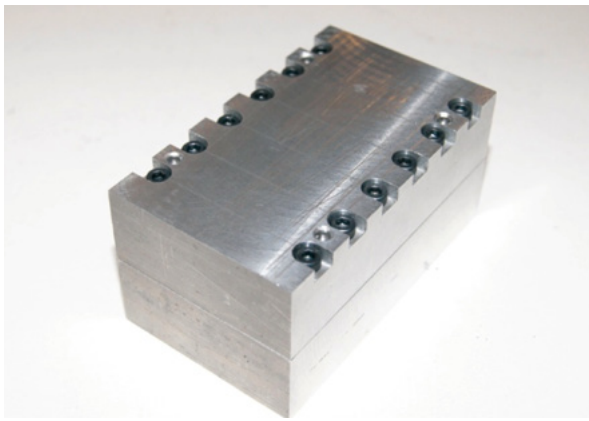


Bild 43: Kurbelgehäuse roh, verschraubt und verstiftet



Bild 44: Ausbohren des Kurbelgehäuses

Nachdem die beiden Gehäusehälften mit dem Spiralbohrer auf 30 mm Durchmesser ausgebohrt waren, wurde die Innenbohrung mit einem Bohrstaß auf 32^{H6} aufgebohrt. Diese relativ enge Toleranz (+0,016/+0) wird benötigt, um das Mittenlager sicher zu klemmen und zugleich die Lagerflansche sauber zu zentrieren. In der gleichen Spannung wurden auch die Nuten für die Pleuelhauptlager eingestochen. Damit die Bohrungen der Zylinder exakt dem Teilungsmaß der Kurbelwelle entsprechen, wurde der Maschinenschraubstock mit einem Anschlag versehen und auf den Fräsmaschinentisch gespannt. Wichtig ist hierbei die genaue, rechtwinklige Ausrichtung des Schraubstocks zu den Maschinenachsen. Das immer noch verschraubte Kurbelgehäuse wurde anschließend eingespannt, und nachdem die Außenkanten ($x = 0$; $y = 0$) des Kurbelge-

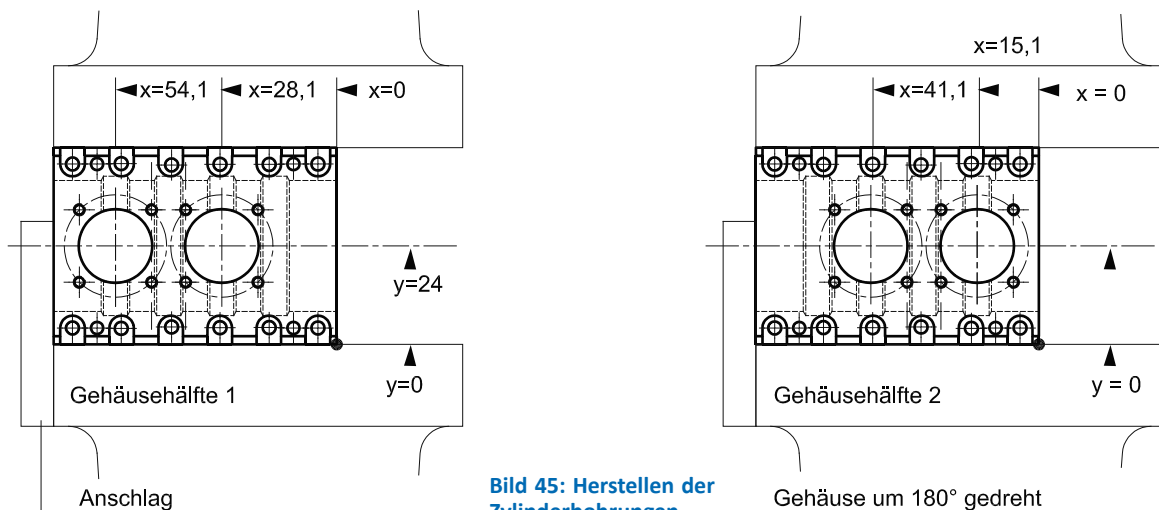


Bild 45: Herstellen der Zylinderbohrungen

häuses angetastet und die Messeinrichtung „auf null“ gesetzt war, konnten die Zylindermitten angefahren und gebohrt werden.

Die Gewindebohrungen für die Zylinderanker wurden ebenfalls mit Hilfe einer Vorrichtung vorgebohrt und anschließend mit M3-Gewinde versehen.



Bild 46: Vorbohren der Gewindelöcher

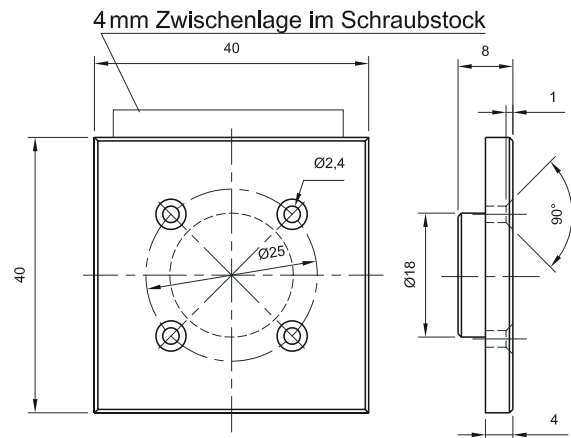


Bild 47: Bohrvorrichtung für Zylinderanker

Lagerflansche

Im nächsten Schritt wurden die Lagerflansche gefertigt. Als Rohmaterial diente ein 40-mm-Vierkant-Aluminium AlMgSi 0,5. Beide Flansche wurden im Vierbackenfutter gedreht, wobei darauf zu achten war, dass der Zentrieransatz zum Kurbelgehäuse und die Lagerbohrung in einer Spannung hergestellt wurden. Der steuerseitige Lagerflansch wurde nach Fertigstellung des Zentrieransatzes und der Lagerbohrung mit 2 mm Übermaß abgestochen. Da dieser Lagerflansch auch die Zentrierung der Riemenspanner übernahm, wurde er mit dem Zentrieransatz aufgenommen, ausgerichtet und fertiggedreht. Die zusätzliche Rotgussbuchse auf dem Zentrieransatz der Riemenspanner soll den Verschleiß zwischen Flansch und Riemenspannern in Grenzen halten.

Riemenspanner

Die Riemenspanner bestehen aus kugelgelagerten Spannrollen, die mit Stahlbolzen in ein CNC-gefrästes Aluminium-Trägerblech eingeschraubt wurden. Wichtig ist hierbei, dass die Stahlbolzen mit Schraubensicherung eingesetzt werden. Damit sowohl die entstehende Biegebelastung als auch die Spannungsspitzen in den Gewindebohrungen keinen Schaden anrichten, wurden die Trägerbleche aus AlCuMgPb F38 gefertigt.



Bild 48: Lagerflansche



Bild 49: Riemenspanner