

# PICKUP, Zündverstellung und das Drumherum.

Über die Jahre gesehen konnte man mit den La Strega-Heften ein beachtliches "Morini-Fachwissen" sammeln. Es wurden in La Strega schon fast alle Besonderheiten und Schwächen unserer Morinis zum Teil genauestens unter die Lupe genommen. Nur der Zündgeber oder auch PICKUP genannt, der fehlt noch. Auch wenn der PICKUP noch so sehr nervte (Bericht von R.Hoersch in LS15/S.4, übrigens ein sehr lesenswerter Bericht), konnte man meist nur erfahren: PICKUP defekt - Abhilfe: austauschen. Über das Wieso und Warum wurde meines Wissens in La Strega noch nichts geschrieben.

Der PICKUP ist Teil der vollelektronischen Morini-Zündung (Ein- und Zweizylindermodelle ab Jahrgang 1973). Er ist zuständig für den richtigen Zündzeitpunkt und die drehzahlabhängige Zündzeitpunktverstellung (Frühzündung). Er ersetzt die früher üblichen Unterbrecherkontakte sowie den Fliehkraftregler und war damals in den 70er-Jahren richtig moderne high-Tech. Zu finden ist der PICKUP (in der Folge abgekürzt durch "PU") an der Nockenwelle auf der linken Motorseite hinter dem kleinen Deckel. Der PU besteht aus einer Kunststoffform, in der das elektrische Innenleben positioniert und vergossen ist. Am Kunststoff sind zwei Laschen mit Langlöchern, die eine Befestigung durch 2 Schrauben und ein Einstellen der Zündzeitpunkte durch Verdrehen ermöglichen. Der Verstellbereich beträgt ca. 35°. Ach ja, alle hier gemachten Winkelangaben beziehen sich auf die Kurbelwelle!

Wichtig ist der Zentrierring an der Rückseite des PUs. Dieser sollte möglichst genau in das Motorgehäuse passen, so daß die Anordnung perfekt zentrisch zur Nockenwelle liegt. Warum die Zentrierung so wichtig ist, beschreibe ich später. Außerdem befindet sich im Kunststoff noch ein Pfeil (fehlt an den neuesten PUs), der mit einer Markierung am Motorgehäuse eine grobe Einstellhilfe darstellt.

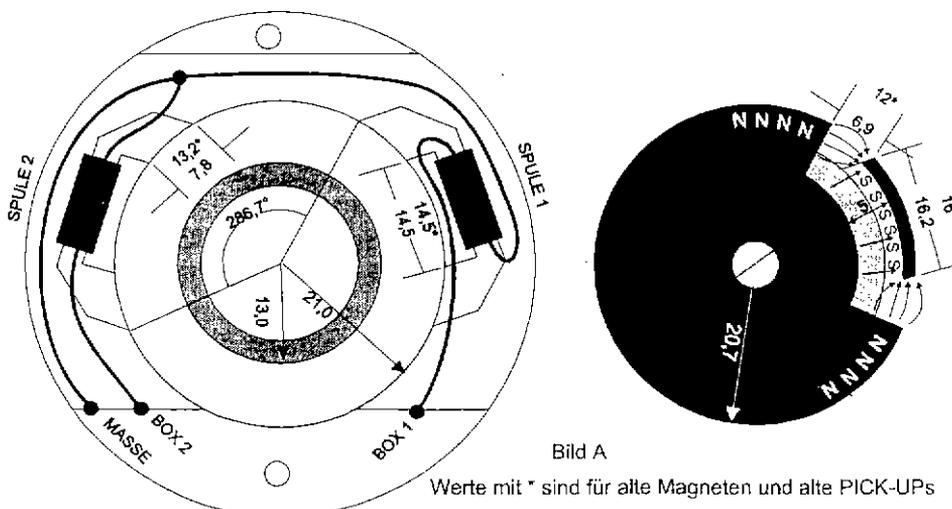
In den Zweizylinder-PUs sind zwei Spulen mit Spulenkernen vergossen. Die Spulenkern bestehen aus je einem Paket von fünf übereinandergeschichteten, U-förmig gestanzten Eisenblechen.



**Kernbleche der Pickupspulen im Maßstab 2:1 (roter PU ältester Bauart). Auf den dünnen Steg wird die Spule aufgebracht. Die gerundeten Polschuhe sammeln das Feld des Magneten und leiten es durch die Spule.**

Auf diesen ferromagnetischen Blechpaketen ist eine Spule aus Kupferlackdraht gewickelt. Die Enden der U-Blechpakete (die sog. Polschuhe) kann man an der Innenseite der PUs erkennen.

Der Unterschied zwischen dem alten PU mit rotem Gehäuse und der neueren Ausführung mit schwarzem Gehäuse liegt im elektronischen Innenleben. Im roten PU sind zusätzlich 2 Dioden (1N4007) und 2 Widerstände (560Ω) enthalten, während der schwarze PU lediglich die nackten Pickupspulen beinhaltet. Die wichtigsten Abmaße und der prinzipielle Aufbau der PUs sind in Bild A zu sehen.



Zum PU gehört der Magnet, der auf der Nockenwelle montiert ist und im Inneren des PUs rotiert. Die Drehrichtung sollte bei Draufsicht gegen den Uhrzeigersinn sein, sonst ist an Deiner Morini etwas Gravierendes faul. Magnete gibt es in 2 Versionen: Die ältere Bauform ist eckiger und sieht wie aus dem Vollen gefräst aus. Die neueren sehen wie in eine Blechdose gepresst aus, sind abgerundet und haben eine gelbliche Färbung. Hier sei auf die guten Bilder der

Magneten in der Ausgabe LS41/S.7 hingewiesen.

**Wichtiger Hinweis: Zu den alten Magneten passen nur die roten PUs ältester Bauart, in denen die Polschuhe der Spulen im PU etwas breiter ausfallen (sichtbare Länge: ca. 13,2mm). Alle anderen PUs (rote und schwarze) sollten eine sichtbare Polschuhlänge von ca. 7,8mm haben und nur mit den neuen Magneten gepaart werden.**

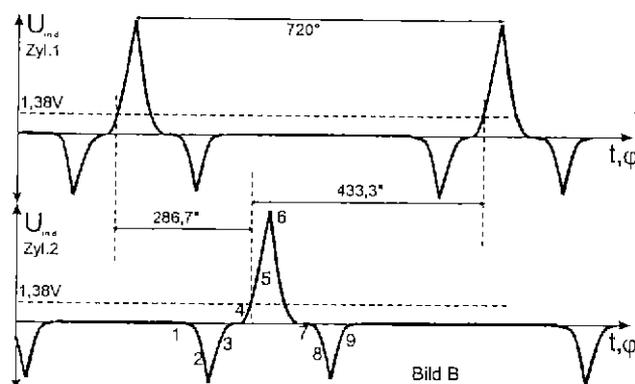
#### Zur Funktion:

Unsere Morinis haben eine Kondensator-Thyristorzündung. Der Zündfunke erfolgt, wenn in der Zündbox der Thyristor durchgeschaltet wird. Dazu müssen die PU-Spulen die nötige Spannung (bei meinen Zündboxen, neueste Art, grau/rund) ca. 1,3 V über die roten Kabel zur Zündbox liefern. Wir wissen aus LS 21/S.7, daß in einer Spule eine Spannung induziert wird, wenn die Spule von einem Magnetfeld durchsetzt wird (magnetischer Fluß durch die Spule) und dieser magnetische Fluß sich zeitlich in seiner Stärke ändert. Je schneller sich der magnetische Fluß durch die Spule ändert, desto größer ist die in der Spule induzierte Spannung.

Das Magnetfeld wird von dem Permanentmagneten, der auf der Nockenwelle rotiert, erzeugt. So ein Magnet hat immer zwei Pole (Nord- und Südpol), zwischen denen sich das Magnetfeld ausbildet und ein magnetischer Fluß stattfindet. Um sich ein Bild von Verlauf und Stärke eines Magnetfeldes zu machen, hat man sich als Darstellungsform sogenannte Feldlinien, die den magnetischen Fluß im Raum repräsentieren, einfallen lassen (Versuch mit den Eisenfeilspänen aus dem Physikunterricht). Nun muß dieser magnetische Fluß durch unsere PU-Spulen geführt werden, und dazu verwendet man folgenden Trick: Ferromagnetische Werkstoffe (z.B. Eisen) haben die Eigenschaft, daß sie sehr gut Magnetfelder führen können (große Permeabilitätszahl, Permeabilität = Durchlässigkeit), sehr viel besser als beispielweise die Luft. Zwischen Nord- und Südpol geht der magnetische Fluß bzw. die Feldlinien natürlich den Weg des geringsten Widerstandes, und da Luft einen recht großen Widerstand für die Feldlinien darstellt, bevorzugen sie den Weg durch einen Ferromagneten wie z.B. die U-Bleche im PU. Dadurch kann mit den U-Blechen der größte Teil der Magnetfeldes so gebündelt werden, daß durch die Spule ein größerer magnetischer Fluß geleitet wird.

Damit in der Spule nun eine Spannung induziert wird, muß als letzte Bedingung sich das durch die U-Bleche gebündelte und durch die Spule geführte Magnetfeld in seiner Stärke ändern. Dies geschieht durch die Rotation des Magneten. Die induzierte Spannung kann zwischen den roten und dem schwarzen PU-Kabel mit dem Oszilloskop aufgezeichnet werden. Für einen schwarzen PU ohne angeschlossener Box

ergibt sich dann folgender Signalverlauf (der rote PU macht im Prinzip das gleiche, aber durch die interne Beschaltung mit Widerständen und Dioden sieht das außen meßbare Signal doch etwas anders ☺):



Oben ist das Signal für die Zündbox 1 dargestellt, unten, genau  $286,7^\circ$  versetzt das Signal für Zylinder 2. Nach 2 Kurbelwellenumdrehungen ( $720^\circ$ ) wiederholt sich die ganze Sache.

Wichtige Merkmale in diesen Kurven sind:

- Die Position 4, hier beginnt die Spannung positiv zu werden und dient als Bezugspunkt.
- Die 1,38V Marke, das ist etwa die Spannung, bei der der Thyristor in der Zündbox schaltet und der Zündfunke erfolgt (Bauteiltoleranzen  $>10\%$  möglich).
- Der Abstand bis der 2. Zylinder seine 1,38V Schwelle erreicht. Das sollte gemäß Zündfolge ca.  $286,7^\circ$  später sein.

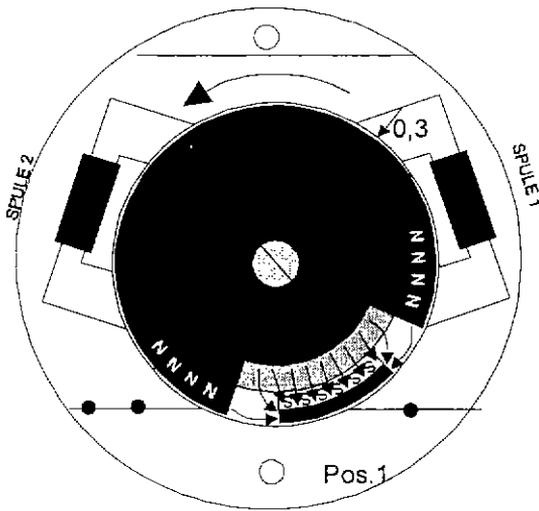
Bei 1000 U/min wäre der 2. Zylinder ca. 47ms später dran als der Erste, bei 10000 U/min (soweit sollte die Zündung mindestens laufen) wären es ca. 4,7ms. Kommt bei 5000 U/min die Zündung auch nur um 1ms falsch, so entspricht das schon ca.  $30^\circ$  Zündversatz!

Aber nicht nur der Zündzeitpunkt, sondern auch die automatische Frühverstellung liegen in diesem Signalverlauf begründet. Hat eine Morini nun in diesen Punkten Mängel (bei wem kommen schon beide Zylinder im richtigen Moment, und das über den ganzen Drehzahlbereich?) oder will jemand an der Frühverstellung optimieren (Frage: Warum wird die Frühzündung über 6000 U/min zurückgenommen?), dann muß eine andere Zündanlage her (Gunnar, was machen Deine Versuche mit der kontaktlosen prozessorgesteuerten Morinizündung?), oder dieser Signalverlauf muß geändert bzw. optimiert werden. Doch um darin erfolgreich zu sein, meine ich, muß der Bastler erst einmal verstanden haben wie es überhaupt zu diesem Signalverlauf kommt.

Also dann probiere ich mal ins Detail zu gehen, beginne mit dem Magneten und hoffe auf Freispruch durch die Lesergemeinde, wenn es dann, trotz größter Bemühungen und vieler Bilder, allzu unverständlich ist. (Wer sich dafür nicht interessiert, der kann ja bei \*\*\*\*\* wieder weiterlesen.)

Ich weiß jetzt nicht ob Euch die Funktionsweise und der Aufbau des Morini-PICKUP-Magneten bekannt ist. Auch hier wurde der pfiffige Trick mit den ferromagnetischen Werkstoffen angewandt. Am besten Ihr nehmt jetzt mal einen Magneten und einen PU zur Hand. Der Magnet selber ist die kreisrunde Scheibe (wie ein großes, dickes Geldstück). Die Polarität ist so, daß der eine Pol auf der Unterseite und der andere auf der Oberseite der Scheibe ist. Das kleine umgebogene Blech, das an der Unterseite angenietet ist, bündelt die Feldlinien des Südpols (Kompaßtest), der Blechtopf, der fast die gesamte andere Seite und die Ränder abdeckt, bündelt die Feldlinien des Nordpols.

Fast alle Feldlinien laufen dann über die Luftstrecke zwischen den Blechen, vom Nord zum Südpol. Die größte Feldliniendichte, also der größte Fluß, ergibt sich an der Strecke des kürzesten Luftspalts wie es die Zeichnung Pos.1 mit den Feldlinien zeigt.



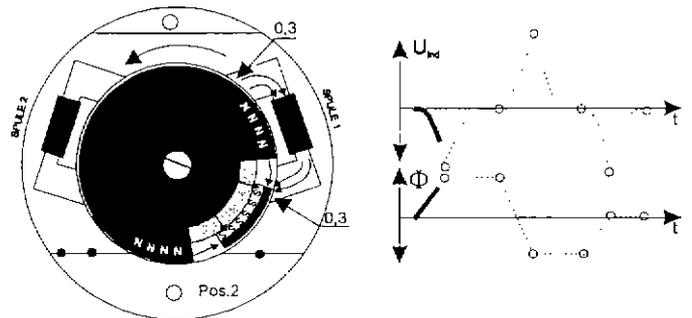
Zur weiteren Betrachtung benötige ich nun die mathematische Darstellungsform der Induktion. Wir hatten:

- Den magnetischen Fluß durch die Spule:  $\Phi$
- Zeit : t
- Änderung des Flusses pro Zeit:  $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$
- Anzahl der Spulenwindungen: N
- Induzierte Spannung:  $U_{ind} = -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$  (1)

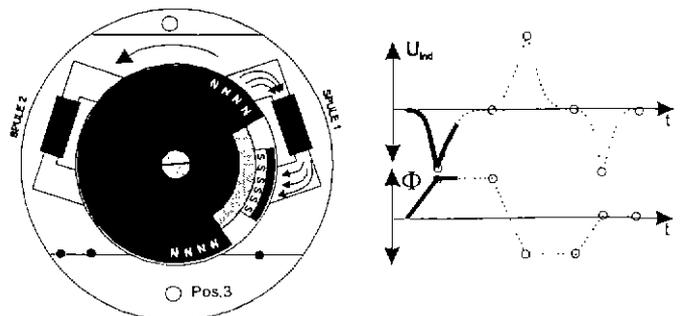
Der Signalverlauf, der sich ergibt, wenn der Magnet an der Spule vorbeirohrt, ist in Bild B dargestellt und läßt sich in 9 Phasen gliedern.

Hat der Magnet die Position 1 (Bild "Pos1") erreicht, dann gehen keine Feldlinien durch das U-Blech und der magnetische Fluß durch die Spule ist Null,  $\Phi=0$ . Außerdem ändert sich beim Weiterdrehen der magnetische Fluß durch die Spule vorerst mal nicht, also ist  $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = 0$  und nach Gleichung 1 wird keine Spannung induziert,  $U_{ind} = 0$ .

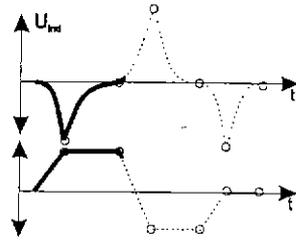
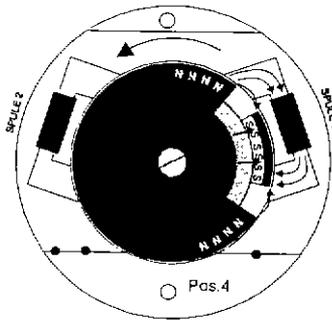
Dreht sich der Magnet weiter in Position 2, dann verlaufen die Feldlinien über den Luftspalt zwischen Magnet und PU (ca. 0,3mm), die ferromagnetischen U-Bleche der Spule und über den zweiten kurzen Luftspalt (nochmals ca. 0,3mm). Dieser Weg vom Nord- zum Südpol ist für die Feldlinien günstiger, als über die direkte Luftstrecke (5mm). Der magnetische Fluß  $\Phi$  durch die Spule steigt an, je weiter sich der Magnet dreht. Also ist  $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} > 0$  und es wird eine negative Spannung nach Gleichung 1 induziert.



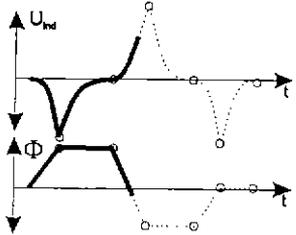
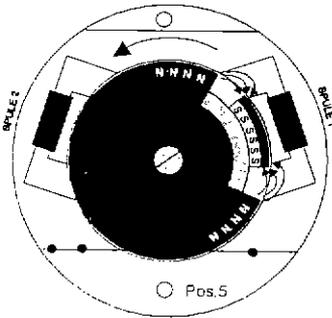
Erreicht der Magnet Position 3, dann gehen fast alle Feldlinien durch die Spule,  $\Phi$  ist maximal. Allerdings ändert sich in diesem Bereich der magnetische Fluß durch die Spule nicht mehr mit der Zeit, sondern bleibt fortwährend auf maximal stehen. Also ist  $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = 0$  und es wird keine Spannung mehr induziert.  $U_{ind}$  geht auf 0V zurück.



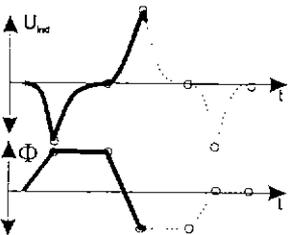
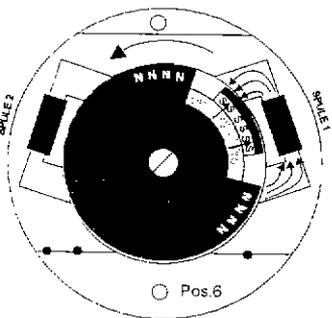
An Position 4 wird es dann wieder interessant, der Fluß durch die Spule hat immer noch Maximalwert.



Dreht sich der Magnet nun weiter, sinkt der Fluß durch die Spule und baut sich in umgekehrter Richtung wieder auf.



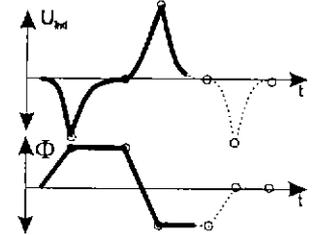
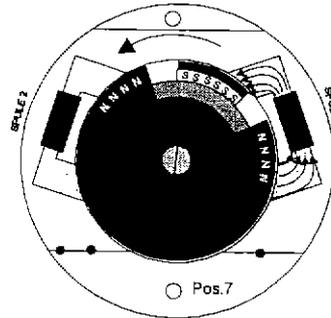
Nach nur 39° oder 7mm Drehweg des Magneten liegt der Nord- und Südpol vertauscht an den U-Blechen und der magnetische Fluß durch die Spule ist wieder maximal, allerdings aus der Sicht der Spule mit umgekehrter Flußrichtung.



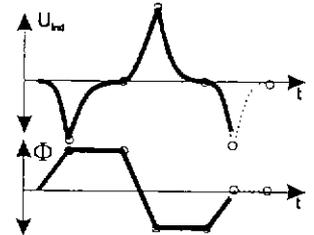
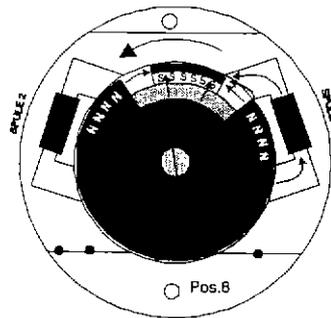
Dies entspricht einer großen Flußänderung in kurzer Zeit. Während sich der Magnet zwischen Position 4 und 6 bewegt, ist der Verlauf des Flusses durch die Spule streng monoton fallend, wie man im Signalbild zu Pos.6 zu sehen kann.

Also ist  $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \ll 0$  und es wird nach Gleichung 1 eine große positive Spannung erzeugt.

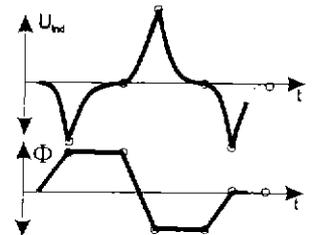
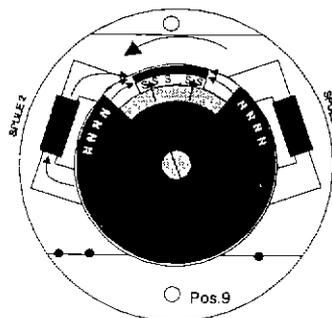
Danach erreicht der Magnet eine Position wie in Bild Pos.7. Der magnetische Fluß durch die Spule ist wieder konstant (umgekehrt zu Bild Pos.3) und ändert sich in diesem Bereich nicht mehr.  $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = 0$ , es wird keine Spannung induziert und  $U_{ind}$  geht wieder auf 0V zurück.



Bei Position 8 wird für die Feldlinien der Weg durch die U-Bleche immer ungünstiger, der Fluß durch die Spule nimmt ab,  $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \neq 0$  und es wird eine negative Spannung induziert.

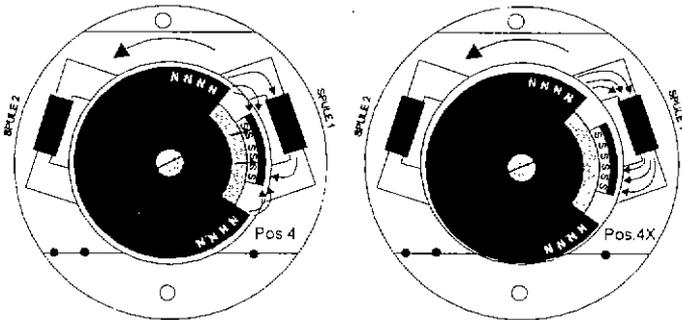


Danach fährt der Magnet in Bereich 9, fast alle Feldlinien gehen wieder über die lange Luftstrecke (5mm). In der Spule für Zylinder 1 tut sich nichts mehr, aber der gleiche Zyklus für Zylinder 2 beginnt.

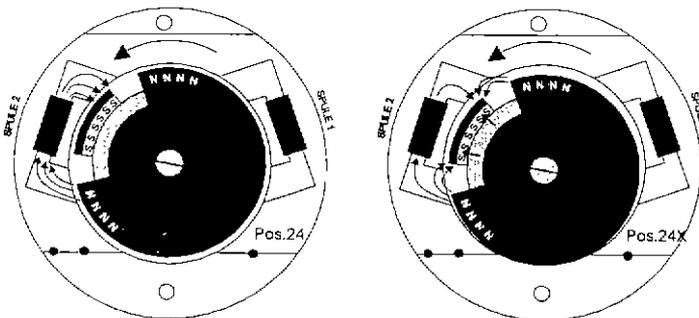


Nun will ich auf die anfangs angesprochene Problematik zurückkommen, wenn die Anordnung nicht perfekt zentrisch zur Nockenwelle liegt. Dazu die folgenden Bilder:

Zu erkennen ist die Nockenwellen-Position 4 mit exakt zentrierten PU und- bei selber Winkelstellung der Nockenwelle bzw. Kurbelwelle -die Anordnung mit dezentrierten PU (Bild Pos.4X, PU nach oben verschoben).



Es wird deutlich, daß die Position 4, bei der der magnetische Fluß durch die Spule abzusinken beginnt und die positive Spannungsflanke induziert wird, bei einer solchen Unwucht, später erreicht wird als im Normalzustand. Wird der Magnet um ca  $286^\circ$  (Kurbelwellengrade) weitergedreht, dann erfolgt für Zylinder 2 die positive Spannungsflanke und somit auch die Zündung früher als es sein sollte (s. Bild Pos.24 und Bild Pos.24X).

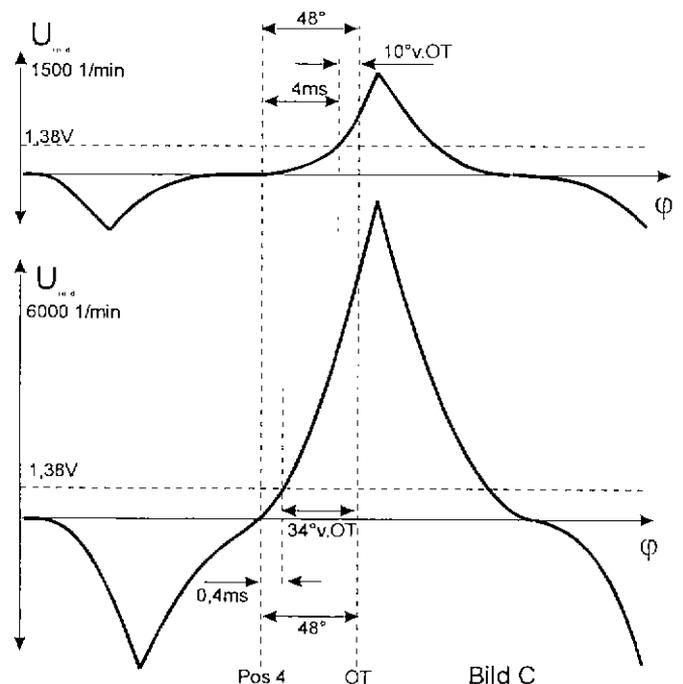


Die Zündwinkel  $286,7^\circ$  und  $433,3^\circ$  bzw. die Zündzeitpunkte können so etwas verschoben werden, was ja eigentlich nicht sein sollte. Also achtet auf den zentrischen Einbau mit ca. 0,3mm Luftspalt! So, zum Ablauf und zum Zündzeitpunkt ist nun genug Theorie vorhanden.

Aber wie funktioniert die automatische Frühverstellung? Rotiert der Magnet schneller an der Spule vorbei, wird mehr Spannung induziert und am PU-Ausgang steht mehr Energie zur Verfügung (wie bei der Lima). So wird die Zündspannung von ca. 1,38V eher erreicht und die Zündung erfolgt früher. Dies wird vielleicht deutlich in Diagramm Bild C. Angezeigt ist der Signalverlauf im Standgas (1500 U/min),

wo die Zündung ca.  $10^\circ$  vor OT, bei normal eingestellter Zündung, erfolgen sollte und der Signalverlauf bei 6000 U/min, wo die Zündung ca.  $34^\circ$  v.OT erfolgen sollte. Der dynamische Bereich, ich nenne ihn einfach mal so, beträgt also etwa  $24^\circ$ . Zu beachten ist, daß die Spannung über den Kurbelwellendrehwinkel  $\phi$  und nicht über der Zeit aufgetragen ist, so meine ich, können die Kurven besser verglichen werden.

Zur Erklärung, warum die Frühverstellung über 6000 U/min bei  $34^\circ$  v.OT stehenbleibt, ja sogar etwas zurückgeht, ist es hilfreich, wenn man sich die Verhältnisse zwischen den zwei festen Bezugspunkten näher betrachtet. Ein Bezugspunkt ist der OT des Kolbens. Der andere Bezugspunkt ist die Position 4 des Magneten, dort wo der PU beginnt eine positive Spannung zu induzieren. Diese Bezugspunkte sind durch die Justage des PUs und der Zahnriemenstellung fest gekoppelt. Dreht sich der Motor, kann und sollte irgendwann zwischen diesen Bezugspunkten die Zündung erfolgen: Bei 1500U/min ca  $10^\circ$  vor OT und ca.  $38^\circ$  (4ms) nach Position 4, bzw bei 6000 U/min ca.  $34^\circ$  v.OT und ca.  $14^\circ$  (0,4ms) nach Bezugspunkt Position 4. Die Zündangaben v.OT sind aus der Moriniliteratur bekannt, die Zeitangaben vom Beginn der positiven Spannungsflanke bis zum Erreichen der 1,38V-Marke sind Labormesswerte von verschiedenen PUs. Daraus folgt, daß der Magnet ca  $48^\circ$  v.OT die Position 4 erreichen sollte.



Bei etwa 6000U/min ist der Punkt erreicht, bei der die Spannung so steil ansteigt, daß die 1,38 V-Marke nicht mehr schneller (oder nur unwesentlich schneller) erreicht werden kann. Dann ist die Frühverstellung am Anschlag. Nun kann auch bei höherer Drehzahl die Spannung des PU nicht mehr

schneller ansteigen. Also erfolgt die Zündung immer etwa 0,4ms nach Erreichen des Magnets von Bezugspunkt Position 4.

Soll auch bei beispielsweise 8000 U/min die Zündung etwa 34 ° oder besser 40° oder eventuell noch früher vor OT erfolgen, dann müsste die Zündung bei 0,3ms bzw. 0,16ms nach Position 4 oder weitergedacht sogar vor Erreichen des Magnets von Position 4 erfolgen, und das geht einfach nicht. Da sind die mechanischen und elektrischen Grenzen dieser PICKUP-Magnet-Anordnung erreicht.

Die 2.Ursache ist, daß der Signalverlauf vom negativen Impuls (vor Position 4) noch nicht auf 0V entspannt ist. Dann muß der positive Impuls, der nach Position 4 vom PU induziert wird, erst diese negative Ladung umladen, bevor die Spannung Richtung 1,38V-Marke ansteigen kann. Das dauert einfach seine Zeit. Dies sind die Gründe, weshalb die Zündung über 6000 U/min immer zu spät ist bzw. sich zurückstellt.

\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*

Wie jetzt hoffentlich verständlich geworden ist, ist das mit dem PICKUP, der Zündverstellung und dem Drumherum gar nicht so schwierig. Ja, es ist geradezu einfach und primitiv und doch irgendwo genial, mit welchem geringen Aufwand nach den einfachsten physikalischen Gesetzmäßigkeiten, diese Zündgeber funktionieren. Diesen Anflug von Genialität kann man an den Morinis auch in anderen Details erkennen. Das schätze ich an der italienischen Ingenieurkunst und an unseren Morinis.

Nun ja, leider hat diese Zündung auch einige Nachteile. Mir fallen da drei Punkte ein:

- A) über 6000 U/min geht die Zündung zurück.
- B) die Zündung steht nicht stabil, sondern zappelt beim Abblitzen.
- C) mechanische Probleme beim Justieren und Nichteinhaltung der Zündfolge (286°, 433°)

zu A:

Das Problem ist oben beschrieben und erklärt. Zum jetzigen Zeitpunkt habe ich dafür noch keine "schöne" Lösung, wenn der PU in seiner jetzigen Form weiterverwendet werden soll. Im Moment kann ich da nur zu einer modernen prozessorgesteuerten Zündanlage raten, obwohl mir das persönlich nicht gefällt, da diese stets Batteriestrom benötigt.

Zu B:

Das Phänomen, daß der Zündzeitpunkt beim Abblitzen hin und her springt, ist wohl jedem schon mal aufgefallen. Ich sehe dafür zwei Ursachen. Erstens, Toleranzen und Schwingungen im Zahnriemen-

antrieb. Die lassen sich gut beobachten, wenn man mit der Stroboskoplampe mal nicht aufs Polrad, sondern auf den Zahnriemen abblitzt. Wer das noch nicht gemacht hat...sehr interessant, was da so schwabbelt. Mich wundert's, daß es bei Lastwechseln nicht öfters zum Ventil-Kolbencrash kommt. Auf jeden Fall sehe ich das als Hauptgrund an, daß der Magnet nicht immer die gleiche Position zur Kurbelwelle hat und somit der Zündzeitpunkt zappelt. Als zweiten Grund sehe ich den doch sehr runden Signalverlauf der steigenden Spannungsflanke des PUs an (Bild C). Exakter wäre eine steil ansteigende Flanke, wie dies bei digitalen Schaltungen üblich ist. Da wird dem Thyristor ganz klar mitgeteilt, wann er durchzuschalten hat und wann noch nicht. Bei dem Analogsignal, das unsere PU-Magnet-Anordnung erzeugt, liegt die 1,38V-Schaltswelle des Thyristors gerade jedoch in dem Bereich, wo die Spannung noch nicht sehr steil ansteigt und deshalb ist der Thyristor in der Zündbox reichlich unentschlossen, ob er nun durchschalten soll oder vielleicht noch einen Moment warten sollte. Dadurch kann sich der Zündzeitpunkt schon um ein paar Grad verschieben. Abhilfe:

- Irgend etwas am Zahnriemenantrieb ändern, aber da gebe ich jetzt keine weiteren Vorschläge, weil ich mich nicht mit der Maschinenbauerzunft aus unserer Leserschaft anlegen will.
- Die Schaltswelle des Thyristors vielleicht von 1,38V auf 3V durch einen Spannungsteiler hochlegen.

Aber Vorsicht beim dimensionieren des Spannungsteilers. Zu hochohmig bekommt der Thyristor nicht genug Strom zum Schalten, zu niederohmig kann der PICKUP die Last nicht treiben. Auf jeden Fall ändert sich durch eine Impedanzänderung auch der dynamische Bereich der Zündverstellung, ansonsten frohes Ausprobieren. Es kann eigentlich nichts kaputtgehen!

Zu C:

Wie man den PICKUP und den Magneten zentrisch, mit ca.0,3mm Luftspalt anordnet ist schon oft genug beschrieben worden. Da hat wohl jeder seine Tricks und seine Mühen, daß der Magnet nicht am PU schleift. Aber neuerdings sind PUs im Umlauf, wo die Spulen und Blechpackete schon total daneben vergossen wurden (man kann das schon mit der Schieblehre abschätzen, daß da was im Vergleich zum korrekten PU nach Bild A nicht stimmt). Von wegen Zündfolge 286° und 433°! Ich habe einen, da kommt der Zylinder 2 locker 25° zu früh, und dieser PU ist kein Einzelstück! Mit einer Kompromißlösung, der eine Zylinder etwas früh und der Andere viel zu spät fährt das Ding, aber schön ist das nicht. Ich kann allen nur raten, die in den letzten 3 Jahren einen defekten PU hatten und ihn durch einen Neuen ersetzt haben, diesen durchzuprüfen, und mal beide Zylinder auf Exaktheit abzublitzen. Kleinere Unstimmigkeiten

kann man ja mit den altbekannten Methoden wie Boxentausch, oder indem man wie vorher beschrieben den PU aus dem Nockenwellenzentrum rückt, vielleicht beheben.

Ist der Versatz größer als  $10^\circ$ , dann muß schon tiefer in die Trickkiste gegriffen werden. Vor drei Jahren ist mir mein bester PU kaputtgegangen, er spielte perfekt mit meinen grauen Boxen zusammen. Dann kam dieser schwarze "Totaldaneben-PICKUP", der zudem noch ein tiefes Loch in meine Studentenkasse riß. Seitdem beschäftige ich mich mit den PUs und dem Drumherum. Nach viel Tüfteln und Ausprobieren fand ich eine Möglichkeit, den einen Zylinder etwa  $20^\circ$  später zu zünden, indem ich *passend dimensionierte Widerstände und Dioden in die rote Leitung* zwischen Geber und Box bastelte. Das stimmte bei höheren Drehzahlen ganz gut, allerdings war das Ankickverhalten nicht das beste. So konnte ich den "Totaldaneben-PU" wenigstens fahren. Ein paar Sommermonate und ca. 8000km später fand ich eine Möglichkeit, meinen alten PU zu reparieren (Fräsmaschine, Lötkolben, Kunstharz) und fahre nun wieder mit der alten Kombination. Mit dem Kauf meiner Zweitmorini erwarb ich wieder einen Ausschuß-PU. Nun bin ich wieder am Basteln und versuche mit möglichst geringen Mitteln, ganz ohne Digitaltechnik und Prozessoren, den Zündzeitpunkt eines Zylinders so zu verstellen, daß man über den gesamten Drehzahlbereich zufrieden sein kann.

Ich bin noch in der Testphase, aber soviel kann ich schon sagen: Es gibt Lösungen! Werft bitte keine kaputten oder dejustierten PUs weg, die kriegen wir vielleicht wieder flott. Wenn ich dann gesicherte Ergebnisse habe (hoffentlich bald) kann ich ja diesen Bericht in einer der nächsten Ausgaben mit Bastelvor schlägen und einer PU-Reparaturanleitung ergänzen. Solltet Ihr noch Fragen oder Ideen haben oder Euch einfach mal darüber unterhalten wollen...warum nicht, meine Adresse in der Pannenliste ist korrekt.

*Franz Grabowski*

### **Nockenwellenlagerung und Zündstabilität**

Über den Schwachpunkt Zündstabilität (Flattern) sind sicher schon viele von euch gestolpert. Ich möchte an dieser Stelle, ohne die grundlegende Arbeit von Franz zu berühren, einige praxisbezogene Tips aus der Mechanik-Ecke beisteuern.

Wenn ihr das nächste Mal einen Motor zusammenbaut, ersetzt die C3-Lager der Nockenwelle durch solche mit Normaltoleranz (6202). C3-Lager (erhöhte Lagerluft) sind an der Nockenwellenlagerung völlig fehl am Platze! Besser noch und nicht wesentlich teurer als Standardlager sind Lager der Toleranzklasse P6 (ca. 10 DM/Stück).

Manchmal läßt sich die Nockenwelle in den Lagern ohne nennenswerten Druck um bis zu einem Millimeter axial verschieben. Dann sollte man die Nockenwelle im Innenring des linken Lagers mit etwas Loctite 243 festlegen (Lagerkleber 648 wäre besser, erschwert aber unnötig die Demontage).

Die Laufgenauigkeit der Nockenwelle läßt sich deutlich verbessern, indem man die Lager gegeneinander anstellt, also vorspannt. Die Lagerkugeln laufen dann in den Schultern der Laufflächen, wodurch die Lagerluft eliminiert wird und alle Kugel gleichzeitig tragen. Die Vorspannkraft - sie soll zwischen 20 und 40 N betragen - wird üblicherweise durch Tellerfedern oder Wellscheiben erzeugt, die speziell zu diesem Zweck von verschiedenen Firmen angeboten werden (Ringspann; TPC; Febrotec u.a.). Ein Vorspannen über den Lager-Außenring würde ein Bearbeiten des Gehäuses erfordern, bleibt nur das Vorspannen über den Innenring. Serienmäßig paßt nur eine ganz dünne Wellscheibe auf die Nockenwelle. Wer eine Drehbank hat, kann vom rechten Bund der Nockenwelle einige Millimeter abnehmen und die Vorspannung durch zwei gegen-einander angestellte Tellerfedern, ggf. auch eine Flachdraht-Schraubenfeder erzeugen

Es schadet nicht, die Nockenwelle vor dem Einbau auf Rundlauf zu kontrollieren. Ich habe auch schon Pickup-Rotoren gesehen, bei denen sich die Vernietung der Flußeitbleche gelockert hat, sie verdrehen sich dann und können die Zündung gehörig durcheinanderbringen.

Viele Morinis fahren mit unnötig schlabberigem Zahnriemen herum. Ihr solltet versuchsweise mal den nächstkleineren Riemen aufziehen, also z.B. A statt B. Läßt sich dieser problemlos montieren und mit den Fingern noch leicht etwas zusammenbiegen, sollte man es probieren, den Motor damit knallheiß fahren und sofort noch einmal die Riemenspannung kontrollieren. Der Riemen darf nicht spannen (Wärmedehnung des Gehäuses)!

Etwas Grundsätzliches zum Schluß: Es macht vermutlich einen Unterschied, ob man die Zündung im Stand (also quasi im erhöhten Leerlauf) oder unter realen Lastbedingungen abblitzt. Wichtig ist, wie exakt die Zündung bei *Vollast* ist, im Teillast- oder Schiebetrieb kann einem der Zündversatz ziemlich egal sein. Das aber das könnte man nur auf einem Prüfstand herausfinden (hat jemand Gelegenheit?).

Wie auch immer: Morinis sind Bauernmotorräder, die nehmen das (zum Glück) nicht so genau! Laßt euch durch meßtechnische Effekte nicht unnötig den Spaß verderben, denn neben dem wünschenswerten Ziel totaler Präzision gilt es auch Aspekte wie Einfachheit, Wartungsfreundlichkeit und Übersichtlichkeit zu bewerten.

*JSf*