

# OLDTIMER – ELEKTRIK

leicht verständlich,  
unter besonderer Berücksichtigung des Motorrades

dritte, überarbeitete Auflage

---



---

HUBERT SZAMEIT - 2011

Telefon: 02407 - 5681243

## Inhaltsverzeichnis

<b>VORWORT</b>	<b>2</b>
<b>ERSTER TEIL: DIE LICHTMASCHINE</b>	
<hr/>	
<b>1 EINLEITUNG</b>	<b>3</b>
1.1 Gleichstrom oder Wechselstrom?	5
<b>2 LICHTMASCHINENARTEN</b>	
2.1 Gleichstrom erzeugende Lichtmaschinen	6
2.2 Wechselstrom erzeugende Lichtmaschinen	8
<b>3. WIRKUNGSWEISE DER LICHTMASCHINE</b>	
3.1 Grundlagen	11
3.2 Die Lichtmaschine im Betrieb	14
<b>4. FEHLER DER LICHTMASCHINE</b>	
4.1 Allgemeines	16
4.2 Arbeiten an der Lichtmaschine	17
<b>5. DER MECHANISCHE REGLER</b>	
5.1 Typen – Überblick	21
5.2 Aufgaben des Reglers	22
5.3 Wirkungsweise des Reglers	23
5.4 Arbeiten am Regler	28
5.5 Einstellen von Spannung und Ladestrom am Regler	29
5.6 Zusammenfassung	32
<b>6. ELEKTRONISCHE REGLER</b>	<b>33</b>

## ZWEITER TEIL: DIE ZÜNDUNG

---

<b>7.</b>	<b>EINLEITUNG</b>	<b>34</b>
<b>7.1</b>	<b>Die Entwicklung der Zündung</b>	<b>34</b>
<b>7.2</b>	<b>Zündungsarten</b>	<b>35</b>
<b>8.</b>	<b>DER WEG ZUR HOCHSPANNUNGSZÜNDUNG</b>	
<b>8.1</b>	<b>Niederspannungszündung</b>	<b>37</b>
<b>8.2</b>	<b>Hochspannungszündung mittels Zündmaschine</b>	<b>37</b>
<b>8.3</b>	<b>Hochspannungszündung mittels Akku und Bordnetz</b>	<b>38</b>
<b>9.</b>	<b>WIE FUNKTIONIERT DIE ZÜNDUNG?</b>	
<b>9.1</b>	<b>Allgemeines</b>	<b>39</b>
<b>9.2</b>	<b>Was bewirkt der Kondensator?</b>	<b>40</b>
<b>10.</b>	<b>DIE BATTERIEZÜNDUNG IN DER PRAXIS</b>	
<b>10.1</b>	<b>Allgemeines</b>	<b>42</b>
<b>10.2</b>	<b>Unterbrecherkontakt</b>	<b>42</b>
<b>10.3</b>	<b>Zündspule</b>	<b>43</b>
<b>10.4</b>	<b>Zündverstellung</b>	<b>43</b>
<b>10.5</b>	<b>Schließwinkel</b>	<b>44</b>
<b>11.</b>	<b>DIE MAGNETZÜNDUNG</b>	
<b>11.1</b>	<b>Allgemeines</b>	<b>47</b>
<b>11.2</b>	<b>Magnetzündler mit Hufeisenmagnet</b>	<b>48</b>
<b>11.3</b>	<b>Arbeitsweise des Zünders</b>	<b>51</b>
<b>11.4</b>	<b>Leistungsanforderungen an den Zünder</b>	<b>53</b>
<b>11.5</b>	<b>Zünder mit eingegossenen Magneten</b>	<b>53</b>
<b>11.6</b>	<b>Zünder mit rotierenden Magneten</b>	<b>54</b>
<b>12.</b>	<b>KOMBINIERTER MASCHINEN</b>	
<b>12.1</b>	<b>Allgemeines</b>	<b>55</b>
<b>12.2</b>	<b>Lichtmagnet – Zünder</b>	<b>55</b>
<b>12.3</b>	<b>Lichtbatterie – Zünder</b>	<b>56</b>
<b>12.4</b>	<b>Schwunglichtmagnet – Zünder</b>	<b>57</b>
<b>13.</b>	<b>PROBLEME MIT DER ZÜNDUNG</b>	
<b>13.1</b>	<b>Allgemeines</b>	<b>58</b>
<b>13.2</b>	<b>Probleme mit der Batteriezündung</b>	<b>58</b>
<b>13.3</b>	<b>Probleme mit der Magnetzündung</b>	<b>59</b>
<b>14.</b>	<b>DIE ZÜNDKERZE</b>	<b>64</b>
<b>15.</b>	<b>VERGLEICH: BATTERIE – UND MAGNETZÜNDUNG</b>	<b>66</b>

**SCHLUSSWORT**

## ERSTER TEIL: DIE LICHTMASCHINE

---

### *Verwendete Begriffe:*

<i>Dynamo:</i>	<i>Elektrischer Wechselstromgenerator ohne Regelung</i>
<i>Lichtmaschine („LIMA“):</i>	<i>Elektrischer Gleichstromgenerator; meist mit Regler</i>
<i>Regler:</i>	<i>hält die Spannung des Gleichstromgenerators konstant</i>
<i>Schwunglichtmagnetzündler:</i>	<i>Wechselstromgenerator mit integriertem Zünder</i>
<i>Batterie:</i>	<i>nicht aufladbarer Stromspeicher;</i>
<i>Akkumulator („AKKU“):</i>	<i>wiederaufladbarer Stromspeicher; im Jargon auch fälschlich „Batterie“ genannt</i>

---

## 1. EINLEITUNG

In der Anfangszeit des Motorrades, das heißt in den ersten 20 Jahren des vorigen Jahrhunderts, waren Lichtmaschinen am Motorrad praktisch unbekannt. Zur Zündung wurden die von Robert Bosch um die Jahrhundertwende erfundenen Magnetzündler verwendet. Das Motorrad war damals eher ein Spielzeug für Wohlhabende, und wer unbedingt nachts fahren und dabei etwas sehen wollte, griff zu einer Karbidgas – Anlage, die meistens als Zubehör angeboten wurde.

Als das Motorrad sich in den Zwanziger Jahren als Nutzfahrzeug etablierte, gab es bald auch elektrische Beleuchtung. Man baute zunächst die vom Fahrrad bekannten einfachen, etwas vergrößerten Dynamos an, die mittels Reibrolle vom Vorder – oder Hinterrad angetrieben wurden, wie wir es von den alten DKW's kennen. Oder kleine Maschinen, die am Rahmen befestigt und mittels eines dünnen Rundriemens oder durch ein Reibrad von der Kurbelwelle bzw. vom Schwungrad angetrieben wurden.

Der Läufer dieser Dynamos enthalten einen Dauermagneten; sie erzeugen in der außen befindlichen Wicklung Wechselstrom, dessen Spannung und Frequenz von der Drehzahl abhängt. Bei normaler Fahrt weisen sie eine Leistung von etwa 10 – 12 Watt auf, worauf die Verbraucher (Vorder – und ggf. Rücklicht) abgestimmt sein müssen. Sie kommen daher ohne Regelung aus. Ein Akku kann mit dieser Wechselfspannung nicht geladen werden und muß entfallen; das Licht brennt somit nur während der Fahrt und verändert im unteren Drehzahlbereich die Helligkeit. Wenn ein Birnchen durchbrennt, steigt die Spannung an und das andere brennt auch durch. Der Betrieb einer elektrischen Hupe war nicht möglich; man griff zur Ballhupe.

Dynamos sind überlast – und kurzschlußfest, pflegeleicht und somit kaum zu zerstören. Lediglich die Lagerung des Magnetrotors, meist noch als Gleitlager ausgeführt, kann durch Schmiermangel Spiel bekommen.

Das Prinzip der Wechselstrom – Selbstregelung wird bis in die Neuzeit noch in den sogenannten Schwunglicht – Magnetzündern angewendet, die man vorwiegend in Mopeds, Rollern und Leichtmotorrädern findet, auch mit nachgeschaltetem Gleichrichter zur Batterie-ladung. Ebenso finden wir sie bei den Wechselstromanlagen verschiedener englischer Motorräder der Fünfziger Jahre. Darauf wird weiter unten in dem entsprechenden Abschnitt näher eingegangen.

Wenden wir uns jetzt den verschiedenen Arten der eigentlichen Lichtmaschinen zu, die wir in gleichstromerzeugende und wechselstromerzeugende Maschinen unterteilen wollen. Beide Arten existierten von Anfang an nebeneinander; die größere Verbreitung hat aber in den uns interessierenden Oldtimern die Gleichstromlichtmaschine gefunden, und zwar überwiegend als Rundlichtmaschine, so wie wir sie sicher alle kennen. An deutschen Nachkriegsmotorrädern findet man aber auch häufig die Kurbelwellenlichtmaschine. Erst später, als es brauchbare Gleichrichter gab, begann der Siegeszug der leistungsstarken sogenannten Drehstromlichtmaschinen.

Deshalb wollen wir uns den Gleichstrommaschinen besonders gründlich widmen. Aber auch die anderen Maschinen werden behandelt.

Zunächst fragen wir uns aber: Wieso Gleichstrom – Maschinen? Und warum keine Wechselstromdynamos?

-----

## 1.1 GLEICHSTROM ODER WECHSELSTROM?

Den Unterschied zwischen Gleichstrom und Wechselstrom, korrekt ausgedrückt „Gleichspannung“ und „Wechselspannung“, wird als bekannt vorausgesetzt. Nur soviel: Galvanisches Element, d. h. Batterie oder Akku: Die absolute Gleichspannung! Steckdose zu Hause: Synonym für Wechselspannung (die, die aus dem Kraftwerk kommt!). Somit ist auf natürlichem Wege erzeugte Spannung (chemisch; elektrostatisch) stets Gleichspannung, während umlaufende Maschinen grundsätzlich nur Wechselspannung erzeugen können. Deren Frequenz (die Anzahl Wechsel zwischen positiver und negativer Halbwelle) hängt von der Polzahl und von der Drehzahl des Läufers ab. Selbst die sogenannte Gleichstromlichtmaschine erzeugt zunächst Wechselspannung, die erst an ihrem Kollektor gleichgerichtet wird. Wechselstromgeneratoren, die mit Akkus zusammenarbeiten, benötigen stets einen Gleichrichter.

Wir haben gesehen, daß die ersten Stromerzeuger unserer Fahrzeuge Wechselstromgeneratoren waren, da dies die einfachste, aber auch effektivste Art der Stromerzeugung ist. Nicht zuletzt aus diesem Grund erzeugen unsere Kraftwerke schließlich Wechselspannung!

Den Glühlampen unserer Motorräder ist es zwar egal, womit sie gefüttert werden. Aber das Problem ist der Akku, der als „statische“ Stromquelle Gleichspannung führt. Wechselspannung und Akku vertragen sich nicht; mit Wechselspannung ist keine Akkuladung möglich. Akkus wollte und will man aber haben, um auch bei stehendem Motor „Strom“ zu haben. Kleine, effektive Gleichrichter, die heute für die Umwandlung von Wechsel – in Gleichspannung verwendet werden, waren noch nicht erfunden. Deshalb war man froh, auf die aufwendige und weniger effektive Gleichstromlichtmaschine zurückgreifen zu können, da deren Kollektor ein mechanischer Gleichrichter ist. Die erzeugte Gleichspannung ist zwar je nach Ankerspulen – und Polzahl mehr oder weniger wellig. Das interessiert den Akku aber nicht, er glättet sogar die Spannung. Hauptsache ist, daß die Polarität nicht geändert wird.

Heutzutage, im Zeitalter der Elektronik, gibt es nur noch Wechselspannungsgeneratoren in den Fahrzeugen. Hochleistungs – Gleichrichterdiode zusammen mit elektronischer Regelung sorgen für ein optimales Zusammenspiel mit der Batterie, man spricht vom „Batterie – Management“.

Aber ohne Gleichstrom geht es auch heute nicht, weil unsere Akkus ihn immer noch benötigen, ebenso wie die Motorsteuerung - Computer und alle anderen elektronischen Bauteile und - Geräte im Fahrzeug.

-----

## 2. LICHTMASCHINENARTEN

### 2.1 GLEICHSTROM ERZEUGENDE LICHTMASCHINEN

#### 2.1.1 Rundlichtmaschinen

Gleichstromlichtmaschinen werden etwa seit Anfang der Dreißiger Jahre in all diejenigen Motorräder eingebaut, die über einen Akku verfügen. Der Akku ist ein Stromspeicher; man braucht ihn, wenn die Elektrik auch bei stehendem oder langsam laufendem Motor funktionieren soll. Hat das betreffende Fahrzeug keinen Magnetzündler, sondern Spulenzündung, auch „Batteriezündung“ genannt, so ist ein stets geladener Akku unerlässlich.

Die sogenannte „Lichtmaschine“ an unseren Oldtimern heißt korrekt „Rund – bzw. Walzenlichtmaschine“. Bei deutschen und italienischen Motorrädern ist sie fast immer zweipolig mit asymmetrisch angeordnetem Anker und nur einer Feldspule; der zugehörige Regler steckt unter der hinteren Blechkappe. Bei englischen Maschinen ist sie manchmal symmetrisch mit zwei Feldspulen und weggebautem Regler.

Unsere Lichtmaschinen sind durchweg spannungsgeregelt. Das bedeutet, daß die von der Lichtmaschine abgegebene (Gleich-) Spannung mit Hilfe des Reglers in gewissen Grenzen konstant gehalten wird. Das heißt aber auch, daß Lichtmaschine und Regler eine untrennbare Einheit bilden; ohne Regler wäre die abgegebene Spannung viel zu hoch, Maschine und Akku wären bald zerstört. Der Regler in seiner ursprünglichen Form ist ein elektro-mechanisches Verschleißteil und bereitet gewöhnlich die meisten Probleme. Deshalb wollen wir uns intensiv mit dem Zusammenspiel zwischen Maschine und Regler befassen.

Amerikanische Fahrzeuge gab es damals auch mit „stromregelnden“ Lichtmaschinen, die statt eines Spannungsreglers eine dritte Bürste auf dem Kollektor aufweisen, die die Erregerspannung für die Feldspule abnimmt. Lediglich ein Rückstromschalter (siehe unten) ist nötig. Diese sind jedoch von fragwürdiger Funktion; der Ladestrom in den bereits vollen Akku steigt bei höherer Drehzahl stark an, was nicht erwünscht ist.

Bei Motorrädern sind sie äußerst selten und sollen deshalb nicht weiter erwähnt werden.

#### 2.1.2 Kombinierte Maschinen

Es gibt eine ganze Reihe von Oldtimermotorrädern, die mit kombinierten Maschinen ausgerüstet sind. Gleichstromlichtmaschine und Magnetzündler befinden sich hier in einem gemeinsamen Gehäuse und werden auch gemeinsam angetrieben. Man spricht von „Lichtmagnetzündern“, beispielsweise die Typen D und E von Bosch, die in großen Stückzahlen hergestellt wurden und damals das Nonplusultra der Fahrzeugelektrik darstellten. Für deren Lichtmaschinenteil gelten die folgenden Ausführungen über die Walzenlichtmaschine unverändert.

Weiterhin gab es sogenannte Lichtbatteriezünder, zum Beispiel die Bosch – Type B 142. Diese enthalten eine Gleichstrom - Lichtmaschine wie oben beschrieben, aber statt des Magnetzünders einen Unterbrecherkontakt für die Batteriezündung. Für den Lichtmaschinenteil gilt ebenfalls das über die Walzenlichtmaschine gesagte.

Typisch für Lichtbatteriezünder ist ein eingebauter Umschalter, mit dem man eine etwa leere Batterie zunächst abschalten und das Fahrzeug durch Anschließen nur mit der Lichtmaschine starten kann.

Bei beiden Maschinentypen muß der Zünderteil, so wie jeder andere Magnetzünder oder Unterbrechernocken auch, wegen des Zündzeitpunktes mit Nockenwellendrehzahl bzw. bei Zweitaktern mit Kurbelwellendrehzahl angetrieben werden. Da diese Drehzahl für den Lichtmaschinenanker aber zu niedrig ist (die abgegebene Spannung steigt proportional mit der Drehzahl), muß innerhalb der Maschine zwischen Zündanker bzw. Unterbrecherwelle und Lichtanker eine Zahnradübersetzung vorgesehen werden, damit dieser mit entsprechend höherer Drehzahl läuft, bei der er seine Nennleistung entfalten kann. Über den Zünderteil wird ausführlich im Kapitel über die Magnetzünder berichtet.

Zurück zur Rund – bzw. Walzenlichtmaschine: Sie ist bei unseren Motorrädern meist in einer entsprechenden Mulde auf Motor oder Getriebe aufgesetzt und mit einem Spannband gehalten. Es ist stets eine Übersetzung vorgesehen; sie läuft etwa 1,5 bis 2 mal schneller als der Motor, je nach dessen Drehzahl. Der Antrieb erfolgt entweder durch eine Kette (z. B. BMW) oder durch ein Zahnrad, welches in das große Zahnrad des Primärantriebs eingreift (z. B. Moto Guzzi). Wegen der asymmetrischen Ankerlage kann man durch Verdrehen der Maschine die Antriebskette spannen bzw. die Zahnräder korrekt aufeinander einstellen. Der Antrieb ist hier gekapselt und wird vom Motoröl geschmiert; es gibt aber auch offene Riemenantriebe (z. B. EMW).

Für die kombinierten Maschinen, die einen flachen Boden haben, wurde am Motor eine Montageplattform vorgesehen. Ein Verdrehen der Maschine ist demnach hier nicht möglich.

### **2. 1. 3 Kurbelwellenlichtmaschinen**

In den Motorrädern der frühen Nachkriegsjahre stieg die Motorleistung, die Motoren drehten höher. Durch die höheren Drehzahlen war es möglich geworden, die Lichtmaschine direkt von der Kurbelwelle anzutreiben, man konnte sich dadurch den Antrieb einer außenliegenden Maschine sparen. Der höhere und schmälere Anker wurde direkt auf den Kurbelwellenstumpf gesetzt, bekam aber zum Erreichen der nötigen Magnetkraft mehr Feldspulen, weil auch an die elektrische Leistung höhere Ansprüche gestellt wurden. Man legte die Spulen in Gruppen zu 4 oder 6 Stück mitsamt Regler meist unter die rechte Motorabdeckung. Dadurch war die Lichtmaschine elegant gekapselt und kaum sichtbar. Die Kurbelwellenlichtmaschine ist somit vier – oder sechspolig, die Spulen sind in Reihe geschaltet. Für die folgende Funktionsbeschreibung der Lichtmaschinen spielt das aber keine Rolle.

-----



### **2. 1. 4 Dynastarter**

Dynastarter sind ebenfalls kombinierte Maschinen; hier sind Lichtmaschine und Anlasser zusammengefaßt. Sie waren zu ihrer Zeit von fragwürdiger Funktion, u. a. auch deshalb, weil damals an der Größe der Akkus gespart wurde. Sie kommen bei Motorrädern nur äußerst selten vor. Sie wurden in den Vierziger und Fünfziger Jahren vorwiegend in Kleinstmobile eingebaut; bei Motorrollern findet man sie noch heute.

## **2. 2 WECHSELSTROM ERZEUGENDE LICHTMASCHINEN**

### **2. 2. 1 Schwunglichtmagnetzündler**

Diese sind auch den kombinierten Maschinen zuzurechnen, da auch hier Stromerzeugung und Zündung zusammengefaßt sind. Sie erzeugen eine Wechselspannung, deren Frequenz von der Drehzahl abhängt. Sie stellen eine starke Vereinfachung der elektrischen Anlage dar, und wurden und werden fast ausschließlich in Kleinfahrzeuge wie Mopeds, Roller und Leichtmotorräder eingebaut. Auch sie sollen hier kurz beschrieben werden.

Zu den bisher besprochenen Maschinen gibt es einige Unterschiede: Erstens sind hier die Wicklungen, in denen die Licht – und Zündspannung erzeugt werden, im Gegensatz zum sich drehenden Anker der anderen Maschinen fest auf einer großen runden Grundplatte konzentrisch um den Kurbelwellenstumpf montiert. Die Enden der Spulenkern zeigen radial nach außen. Über dem Ganzen wird ein topfförmiges Rad gestülpt, das auf dem Kurbelwellenstumpf montiert ist, zusammen mit der Kurbelwelle rotiert und welches gleichzeitig als Schwungrad dient. In den inneren Rand dieses sogenannten Magnetrades sind Dauermagnet – Platten eingegossen. Wenn die Magnetplatten sich durch die Motordrehung über die Spulenkern bewegen, wird in den Spulen ein Wechselstrom einer bestimmten Leistung erzeugt, wobei diese Leistung durch entsprechende Dimensionierung der Verbraucher (Licht) auch abgenommen werden muß, wodurch man sich einen Regler spart, genau wie beim alten Dynamo. Soll ein mit Schwunglichtmagnet ausgerüstetes Motorrad einen Akku haben, was es bei einigen besseren Kleinmotorrädern gibt, benötigt man zu dessen Ladung eine weitere Spule (die sog. Ladespule) mit nachgeschaltetem Gleichrichter.

Die Leistungsabgabe dieser Maschinen regelt sich bei steigender Motordrehzahl wie bei allen Wechselstrom erzeugenden Maschinen von selbst. Die Spulen entwickeln nämlich einen speziellen inneren Widerstand, den sogenannten „Blindwiderstand“, der mit steigender Frequenz, also mit steigender Drehzahl, zunimmt. Durch diesen Effekt kann die Spannung beispielsweise bei eingeschaltetem Fahrlicht nicht übermäßig ansteigen. Fällt allerdings die Scheinwerferbirne aus oder gibt es eine Leitungsunterbrechung, so schießt die Spannung in die Höhe, so daß das Rücklicht gleichzeitig durchbrennt.

Über den Lichtschalter ist die Stromversorgung so geschaltet, daß während der Fahrt das Fahrlicht aus zwei parallel geschalteten „Lichtspulen“ mit Wechselspannung versorgt wird, während die eventuelle „Ladespule“ über den Gleichrichter den Akku lädt.

Nach Umschalten wird das Standlicht bei stehendem Motor dann aus der Batterie versorgt. Die Gleichstrom – Hupe wird ebenfalls vom Akku gespeist. Die Zündung erfolgt durch die ebenfalls unter dem Magnetrad liegende „Zündspule“ nach dem Prinzip des Magnetzünders.

Schwunglichtmagnetzündler sind robust und selten defekt. Wenn man das Magnetrad abziehen muß, ist Vorsicht geboten, damit man die dahinter liegenden Spulen und den in der Mitte liegenden Unterbrecherkontakt nicht beschädigt. Am besten benutzt man die vom Werk vorgeschriebenen Abzieher. Aufmerksamkeit sollte man dem Licht/Zündschalter in der Lampe und den Kabelkontakten widmen. Kontaktmangel hat durchbrennende Birnen zur Folge!

Da die Magnete nach wiederholtem Abziehen des Schwungrades (bei Arbeiten am Motor nötig) an Magnetkraft verlieren, sollten sie vor dem endgültigen Zusammenbau aufmagnetisiert werden, damit die ursprüngliche Leistung der Licht/Zündmaschine wieder vorhanden ist. Mehr zum Aufmagnetisieren steht im Aufsatz über die Magnetzündler.

## 2. 2. 2 Wechselstrom – Lichtmaschinen höherer Leistung

Zwar erzeugen alle Lichtmaschinen zunächst Wechselstrom, wie wir gelernt haben. Maschinen, die die Bezeichnung „Wechselstrom – Lichtmaschine“ tragen, findet man in ihrer ursprünglichen Form an den großen englischen Maschinen der Fünfziger und Sechziger Jahre. Durch gestiegene Ansprüche an die Leistung der elektrischen Anlage reichten die alten Rundlichtmaschinen nicht mehr aus. Statt teurer Gleichstrom – Lichtmaschinen höherer Leistung und mit mehr Gewicht setzte man mit Hilfe der inzwischen erhältlichen besseren Magnetmaterialien einen starken Dauermagnet – Rotor auf die Kurbelwelle, im Gegensatz zum Schwunglicht – Magnetrad mit den Magnetpolen nach außen. Drumherum ordnete man auch hier Spulensätze an, die bestimmten Verbrauchern zugeordnet wurden. Man beachte, daß der umlaufende Magnetrotor „Läufer“ genannt wird, während die Gleichstromrotoren „Anker“ heißen.

Da auch hier der Blindwiderstand der Spulen mit steigender Motor – und damit Magnetläufer-Drehzahl ansteigt, gibt es den gleichen Selbstregel – Effekt wie beim Schwunglicht – Magnetzündler. Dadurch konnten aufwendige Regler entfallen. Der Akku bekam wieder eine Ladespule mit Gleichrichter. Das Ganze lief im Ölbad des Primärtriebs und war wartungsfrei und unempfindlich. An einigen englischen Motorrädern aus dieser Zeit sieht man unter dem Sattel den riesigen Selengleichrichter für die Batterieladung.

Die Japaner verfeinerten dieses Prinzip, indem sie die um den Magnetläufer liegenden Spulen sinnvoll zu Dreiergruppen zusammenfaßten, so daß Dreiphasen – Wechselstrom, volkstümlich „Drehstrom“ genannt, erzeugt wurde. Die nunmehr drei Ausgangsleitungen wurden gesteuerten Gleichrichterioden, sogenannten Thyristoren, zugeführt. Dadurch

bestand die Möglichkeit, ein elektronisches Regelgerät einzusetzen. Man hatte dadurch ein stabiles Gleichstrom – Bordnetz zur Verfügung mit Leistungen bis zu 300 Watt.

### 2. 2. 3 Drehstrom – Lichtmaschinen

Zum Schluß und der Vollständigkeit halber ein kurzer Blick auf die heute gebräuchlichen Dreiphasenwechselstrom – Lichtmaschinen, im normalen Sprachgebrauch „Drehstromlichtmaschinen“ genannt, wie sie seit den Siebziger Jahren an manchen „Yuongtimern“ vorkommen und heute üblich sind. Diese sind zwar auch irgendwo im Motorgehäuse versteckt, sind aber eigenständige Maschinen. Sie haben eine feststehende Dreiphasen – Wicklung wie soeben beschrieben. Der Magnetläufer ist jedoch kein Permanentmagnet, sondern mit einer Spule und für deren Speisung mit zwei Schleifringen mit Kohlen versehen. Dadurch kann die Leistungsabgabe der Maschine durch Verändern der Speisespannung der Läuferspule wieder ähnlich wie bei der alten Rundlichtmaschine geregelt werden, allerdings mit elektronischen Reglern. Die drei Ausgangsleitungen werden Gleichrichterioden zugeführt. Diese Maschinen bringen Leistungen von 200 bis 300 Watt; in Autos bis zu 2000 Watt und mehr.

---

### 3. WIRKUNGSWEISE DER LICHTMASCHINE



Marelli – Gleichstrom – Rundlichtmaschine  
 Type DN – 30/6/2000 - 6 Volt 30 Watt  
 Der Regler befindet sich unter der Abdeckkappe



Anker der Lichtmaschine:  
 links der Kollektor mit seiner „Laufpatina“  
 mittig das Blechpaket mit der Ankerwicklung  
 rechts der Antriebszapfen

#### 3.1 GRUNDLAGEN

Nach der Vorstellung der verschiedenen Lichtmaschinenarten kehren wir wieder zu den uns am meisten interessierenden Gleichstrom – Lichtmaschinen zurück und befassen uns jetzt damit, wie sie funktionieren. Das Prinzip ist bei allen oben aufgeführten Gleichstrommaschinen dasselbe. Deshalb genügt es, wenn wir zum Verständnis der Wirkungsweise unsere bekannte Walzenlichtmaschine heranziehen. Es ist allerdings sinnvoll, etwas Theorie einfließen zu lassen.

Wer darauf keine Lust hat, liest im Kapitel 4 weiter!

##### 3.1.1 Magnetische Induktion

Die Lichtmaschine ist wie bereits erwähnt ein elektrischer Generator. Generatoren (und auch Elektromotoren) arbeiten nach dem Gesetz der elektrischen Induktion. Für Nichtelektriker deshalb hier ein Kurzlehrgang über dieses interessante Thema:

Wenn ein Draht zwischen den beiden Polen eines Magneten (man stelle sich einen hufeisenförmig gebogenen Magneten vor), also durch ein magnetisches Kraftfeld, bewegt wird, entsteht an den Drahtenden eine elektrische Spannung, die sich beim Umkehren der Bewegungsrichtung ebenfalls umkehrt. Das Magnetfeld schiebt die freien Elektronen im Draht durch die Bewegung quasi auf eine Seite, wo sie sich stauen. Verbindet man die Drahtenden miteinander, strömen die Elektronen zu der anderen, elektronenarmen Drahtseite zurück; es fließt ein Strom. Dabei spielt es keine Rolle, ob man den Draht durch das

Magnetfeld bewegt oder das Magnetfeld über den Draht. Die Höhe der im Draht erzeugten Spannung hängt von der Stärke des Magnetfeldes und der Bewegungsgeschwindigkeit ab. Dieses Prinzip ist auch umkehrbar. Schickt man einen Gleichstrom durch einen Draht, der sich in einem Magnetfeld befindet, so wird der Draht aufgrund seines eigenen Magnetfeldes, das sich um ihn herum bildet, aus dem Feld herausgedrückt; die Felder stoßen sich gegenseitig ab; es entsteht eine mechanische Kraft. Demnach kann jeder Generator also auch als Motor arbeiten und umgekehrt.

Die Gesetzmäßigkeit der magnetischen Induktion macht man sich bei allen elektrischen Maschinen zunutze, so auch bei der Lichtmaschine. Da man für eine brauchbare elektrische Leistung neben einem starken Magnetfeld auch viele bewegte Drähte braucht, sind diese in in sinnvoller Anordnung auf einem aus einzelnen Blechen zusammengesetzten, genuteten Rundkörper, dem sogenannten Anker, aufgewickelt. Die in jedem einzelnen Draht erzeugte Spannung multipliziert sich mit der Anzahl Windungen einer Ankerspule.

Der Anker ist zwecks Leistungsgewinn auf seinem Umfang nun wiederum mit einer Anzahl Spulen versehen, die man sich vereinfacht als parallelgeschaltet vorstellen kann. Damit jetzt Magnetkraftlinien geschnitten werden können, rotiert der Anker in einem runden, rohrartigen Gehäuse aus Eisen, in dem seitlich die sogenannte Feldspule angeordnet ist. Diese wird von der vom Anker erzeugten Spannung gespeist. Indem folglich Strom durch die Spule fließt, erzeugt ihr Eisenkern entsprechend der Stromstärke ein Magnetfeld und somit einen der beiden Magnetpole. Der andere Pol bildet sich gegenüber in der Einsenkung des Maschinengehäuses. Die Bewegungsgeschwindigkeit ergibt sich aus der Drehzahl des rotierenden Ankers mit seinen Spulen. Da diese wechselweise am „Nordpol“ und am „Südpol“ des Gehäuses vorbeigeführt werden, fließt der Strom einmal in die eine, dann in die andere Richtung; es entsteht zunächst „Wechselstrom“.

Da man aber aus den oben erwähnten Gründen Gleichstrom haben will, werden die Spulenenden an den sogenannten „Kollektor“ (zu deutsch: Sammler) geführt. Dies ist ein Rundkörper, der aus voneinander isolierten Kupferlamellen besteht. Man benötigt mindestens so viele Lamellen wie Ankerspulen; meist findet man doppelt so viele.

Der Anfang der einen und das Ende der folgenden Spule sind jeweils in eine Lamelle eingelötet, bis der Kreis sich schließt. Am Kollektor wird jetzt durch zwei gegenüberliegende Schleifkohlen, den sogenannten „Bürsten“, die erzeugte Spannung abgegriffen. Die Position der Bürsten auf dem Kollektor ist so gewählt, daß eine der beiden Bürsten nur die positive Halbwelle der Wechselspannung abgreift und die andere nur die negative Halbwelle. Dadurch tritt ein Gleichrichtereffekt auf, so daß an den Bürsten „plus“ und „minus“ erscheint und die gewünschte Gleichspannung anliegt; bei geänderter Drehrichtung kehrt sich die Polarität um. Je mehr Spulen der Anker aufweist, um so „glatter“ und somit „akkuähnlicher“ ist die abgegriffene Spannung.

### 3. 1. 2 Das dynamoelektrische Prinzip

Jetzt müssen wir noch kurz auf das „dynamoelektrische Prinzip“ eingehen, das 1866 von Werner von Siemens entdeckt wurde. Er erfand die sogenannte „Selbsterregung“, ohne die eine rationelle Elektrizitätserzeugung ohne Dauermagnete nicht möglich ist.

Man stelle sich vor, daß an einer neuen, noch nie gelaufenen Lichtmaschine die beiden Anschlüsse der Feldspule direkt an die beiden Bürsten angeschlossen sind. Läßt man diese Maschine anlaufen, so passiert nichts, da kein Magnetismus da ist. Tippt man aber mit den Drähten einer Gleichspannungsquelle, und sei es auch nur einer Taschenlampenbatterie, kurz an die Enden der Feldwicklung, so entsteht *und verbleibt* in ihrem Eisenkern ein minimaler Magnetismus. Läuft die Maschine jetzt wieder an, so schneiden die Ankerspulen einige wenige „Kraftlinien“; es entsteht eine minimale Spannung an den Bürsten. Diese wird der Feldspule zugeführt, sie wird dadurch stärker magnetisch, es steigt die „Erregung“ der Maschine, wie es fachmännisch heißt. Damit wird wieder mehr Spannung erzeugt und so weiter, bis der Spulenkern magnetisch „gesättigt“ ist und eine endgültige, maximale Spannung anliegt. Da ab jetzt immer ein Restmagnetismus im Eisenkern der Feldspule zurückbleibt, wiederholt sich dieser Vorgang in Sekundenbruchteilen jedesmal aufs neue, wenn wir unser Fahrzeug starten und die Lichtmaschine sich zu drehen beginnt.

-----

### 3.2 DIE LICHTMASCHINE IM BETRIEB

Nun ist es allerdings so, daß wir nicht irgendeine maximale Spannung brauchen, die ohne Last leicht 30 Volt und mehr erreichen kann und bei der die Feldspulen bald heiß werden und verbrennen würden. Sondern die unserem Akku entsprechende Spannung von 6 (oder 12) Volt; und das bei verschieden großer Belastung sowie bei unterschiedlichen Drehzahlen. Dadurch soll unsere Lichtmaschine sich ja vom primitiven Dynamo unterscheiden. Also muß die abgegebene Spannung unserer Maschine irgendwie geregelt werden. Da wir bei der Drehzahl des Ankers von der Motordrehzahl abhängig sind, bietet sich für eine Regelung die Feldspule an. Wir haben gelernt, daß die Induktion und damit die abgegebene Leistung unserer Lichtmaschine auch von der Stärke des magnetischen Feldes abhängt. Was liegt also näher, die Spannung, mit der die Feldspule gespeist wird, zu variieren und damit die Kraft des Magnetfeldes. Also führen wir die vom Anker erzeugte Spannung nicht komplett, sondern „dosiert“ den Feldspulen zu, je nach Leistungsbedarf.

Ferner haben wir gelernt, daß Lichtmaschinen auch als Motor arbeiten, wenn ihnen Spannung zugeführt wird. Wäre der Akku stets fest mit der Lichtmaschine verbunden, dann würde sie bei stehendem Motor als Elektromotor laufen wollen, wäre aber blockiert und würde den Akku in kürzester Zeit entleeren. Ferner muß man natürlich auch eine Strombegrenzung vorsehen, damit die Maschine nicht überlastet wird und verbrennt.

Für all dies ist der sogenannte „Regler“ zuständig. Lichtmaschine und Regler gehören deshalb, wie in der Einleitung schon gesagt, untrennbar zusammen. Wie der Regler arbeitet, sehen wir gleich in einem gesonderten Kapitel.

Die erreichbare Leistung der hier beschriebenen Lichtmaschinen, die bis zu Beginn der sechziger Jahre verbaut wurden, liegt normalerweise zwischen 30 und 45 Watt, das heißt, es können im Falle unserer 6 Volt – Anlage ca. 5 – 8 Ampere entnommen werden. Spannung, Leistung und die nötige Mindestdrehzahl einer solchen Lichtmaschine gehen aus der Typenbezeichnung hervor und sind meistens auf dem Gehäuse eingeschlagen. Beispiel bei Bosch: Die Aufschrift RD 6/45/2000 besagt: Nennspannung 6 Volt; Leistung 45 Watt; Mindest- Drehzahl, um 6 Volt zu erzeugen: 2000 U/min. Die volle Leistung dieser Maschine ist dann oberhalb 3000 U/min zu erwarten; die Maximaldrehzahl liegt bei etwa 6000 U/min.

Lichtmaschinen (kurz „LIMA“) arbeiten grundsätzlich in beiden Drehrichtungen, wobei sich bei Drehrichtungsumkehr die Polarität ändert. Ist die Drehrichtung nicht markiert, muß man darauf achten, daß am Plusausgang auch „Plus“ erscheint. (Voltmeter!) Wenn nicht, muß umgepolpt werden. Dazu später mehr.

Wenn unter dem hinteren Deckel der Rundlichtmaschinen der Regler angeordnet ist, was in 80 Prozent aller unserer Oldtimer der Fall sein dürfte, spricht man vom Einbauregler. Sitzt der Regler getrennt am Rahmen, oft bei „Engländern“ zu sehen, so ist er „weggebaut“. Am Deckel oder dem Reglergehäuse finden wir auch die Anschlußklemmen. Diese tragen, sofern es sich um eine deutsche oder nach deutschem Muster gefertigte Maschine handelt, genormte Kenn – Nummern. Der geregelte Plus – Ausgang, der mit Akku und Bordnetz verbunden wird, ist bei älteren Maschinen und bei den Lichtmagnet – bzw. Lichtbatteriezündern zweigeteilt mit den Nummern 30 und 51. Ausgang 30 gehört an den Akku, Ausgang 51 an das Bordnetz (Eingang „Zündschalter“). Ein Anschluß für eine Ladekontroll – Leuchte ist hier nicht vorgesehen, da sich in den zeitgenössischen Lampen keine solche befand. Will man sie trotzdem haben, wird sie zwischen Akku – Plus und LIMA – Plus angeschlossen.



Bei „jüngeren“ Maschinen, für eine Ladekontroll – Leuchte vorgesehen, gibt es nur den Ausgang 51. Die Verbindung zwischen LIMA, Bordnetz und Akku wird auf einem Klemmbrett, meist im Scheinwerfer, hergestellt. Hier gibt es eine weiteren Ausgang Nummer 61. Dieser kommt unter Umgehung des Reglers direkt von der Plusbürste und führt zur Ladekontrollleuchte. Ihrer Funktion ist ein besonderes Kapitel gewidmet.

Der Minuspol des Lichtmaschinenankers, das heißt die Minusbürste, ist mit dem Maschinengehäuse verbunden und nicht weiter bezeichnet. Das Gehäuse ist dann die „Masse“. Sie wird auf den Maschinenrahmen übertragen (auf guten Kontakt des Maschinengehäuses mit dem Rahmen – bzw. Motormetall achten!). Am Rahmen sind dann auch die Minusdrähte des Akkus und des Bordnetzes befestigt.

Achtung bei englischen und tschechischen Maschinen! Hier liegt in der Regel nicht Minus, sondern Plus an Masse! Verwirrend, funktioniert aber genau so und ist völlig legal. Die Pole der Maschine sind lediglich durch unsere Meßinstrumente definiert; Der „Bezugspol“, d. h. der Pol, der an Masse liegt, ist zwischen Plus und Minus frei wählbar!

-----

## 4. FEHLER DER LICHTMASCHINE

### 4.1 ALLGEMEINES

Wenn am Fahrzeug einmal der Strom ausfällt und der Akku nicht mehr geladen wird, ist meistens erst einmal nicht die Lichtmaschine schuld, sondern der Regler. Dieser kann anschließend jedoch die Lichtmaschine ruinieren, nämlich wenn er auf „volle Erregung“ hängen bleibt. Dann schießt die Maschinenspannung unkontrolliert in die Höhe; Anker und Feldspule können verbrennen; vorher wird der Akku durch Überladung „totgekocht“.

Abgesehen davon kann die Lichtmaschine, wenn sie keine Leistung mehr bringt und der Akku leer bleibt, folgende Fehler aufweisen; stets vorausgesetzt, daß alle Kabel richtig und fest angeschlossen sind und eine gute Masseverbindung besteht:

- a) *Die Ladekontroll – Leuchte flackert und leuchtet bald dauernd:*  
Die Kohlebürsten sind verschlissen. Sie sitzen mit ihrer Anschlußblitze in der Führung auf; der Kollektor zeigt schwarze Brennflecken.  
*Abhilfe:* Kohlen wechseln und Kollektor mit feinem Schmirgel überpolieren.
- b) *Die Ladekontroll – Leuchte beginnt bei höheren Drehzahlen zu leuchten; Akku wird leer, Kohlen feuern:*  
Unrunder Kollektor; bzw. verschlissene Kurbelwellenlager bei Kurbelwellenmaschinen. (letzteres führt auch zu einer verölten Lichtmaschine)  
*Abhilfe:* Kurbelwellenlager instand setzen; Kollektor überdrehen. LIMA entfetten.
- c) *Kaum noch Batterieladung; Licht dunkel, Ladekontrolle leuchtet nicht.*  
Die Anschlußdrähte am Kollektor sind teilweise ausgelötet durch Überlastung und anschließender Überhitzung des Ankers.  
*Abhilfe:* Reglerproblem! Drähte neu einlöten lassen. Anker testen lassen.  
Dann Regler überprüfen!
- d) *wie oben:*  
Die Ankerwicklung und/oder die Feldspule ist verbrannt. Typischer Geruch.  
*Abhilfe:* Ebenfalls Reglerproblem. Lichtmaschine muß instand gesetzt (d. h. neu gewickelt) werden.

Um aus diesen Fehlern Rückschlüsse auf deren Ursache ziehen zu können, sind verschiedene Meßgeräte erforderlich, die natürlich nicht jeder hat. Andererseits sind die heutigen KFZ – Elektrowerkstätten inzwischen kaum noch in der Lage, diese alten Maschinen zu reparieren, weil die Fachleute von damals nicht mehr da sind und die Betriebe dank Elektronik nur noch Komponenten tauschen können. Man kann aber durch Selbsthilfe doch manchen Fehler eingrenzen und sogar beheben, wenn man sich entschließt, mindestens ein Universal – Meßgerät mit Volt -, Ampere – und Ohm – Meßbereich anzuschaffen. Es genügt ein preiswertes Gerät aus dem Baumarkt, welches über einen Strommeßbereich von mindestens 6 Ampere verfügt. Somit ist man nicht gleich auf die wenigen, teuren Oldtimerwerkstätten angewiesen.

## 4.2 ARBEITEN AN DER LICHTMASCHINE

### 4.2.1 Überprüfung

Im Prinzip ist die Lichtmaschine, ob nun von Bosch, Marelli, Lucas oder anderen Herstellern pflegeleicht und sehr robust, vorausgesetzt, sie arbeitet mit einem intakten Regler zusammen. Hier ein paar Pflegearbeiten, die jeder selber machen kann:

An der eingebauten Lichtmaschine kontrolliert man den Verschleißzustand der Kohlebürsten und den Zustand des Kollektors. Sind Kollektor und Kohlen verölt, was gern bei Kurbelwellenmaschinen mit defektem Simmerring auftritt, so reinigt man großzügig mit Waschbenzin oder Entfetterspray. Den Kollektor in diesem Fall nicht schmirgeln; die bläuliche sogenannte „Laufpatina“ soll erhalten bleiben. Gut trocknen lassen! Geschmirgelt wird erst bei schwarzen Brennflecken; was man aber besser bei zerlegter Maschine macht. Wenn die Anschlußlitze der Kohlen weniger als 2 mm von ihrer Tasche im Kohlenhalter entfernt ist, sollte man wechseln. Dann kontrolliert man alle Schraubanschlüsse auf festen Sitz und die Leitungen auf Isolationsfehler. Ersatzkohlen sind für die meisten Maschinen auf größeren Oldtimermärkten erhältlich.

Am Regler sollte man im eingebauten Zustand der Maschine nach Möglichkeit nichts verändern, da man die Auswirkungen der Änderung nicht beurteilen kann. Ist der Regler einsehbar, sieht man lediglich nach, ob bei stehendem Motor der Schaltkontakt offen ist. Läuft der Motor, muß er schließen. Zum Regler aber gleich mehr.

Schließlich nimmt man das Universalmeßgerät zur Hand, stellt es auf „Strommessung 6 Ampere“ (oder mehr) ein, nimmt den abgehenden Draht an der Klemme 51 ab und schließt dort die Plusleitung (rot) des Instrumentes an. Die Minusleitung (schwarz) klemmt man an den abgehenden Draht. Bei stehendem Motor darf kein Strom angezeigt werden! Läßt man den Motor mit etwa 2000 U/min laufen, so sollten ohne Licht etwa 1 - 2 Ampere, mit Licht etwa 6 Ampere aus der Lichtmaschine kommen. Gerät wieder abklemmen; abgehenden Draht wieder anschließen. Meßgerät auf „Spannungsmessung 12 Volt (oder mehr) einstellen. An der Klemme 51 bzw. an Akku – Plus (= identisch) soll bei stehendem Motor die Akkuspannung (6 bis 6,5 Volt); bei laufendem Motor ein Wert zwischen 7 und 8 Volt angezeigt werden. Dann wären Lichtmaschine und Regler in Ordnung.

Ist dies trotz der erwähnten Pflegearbeiten nicht der Fall, so muß die Lichtmaschine ausgebaut werden. Da Lichtmaschinenprobleme fast immer mit Reglerproblemen einhergehen, wäre es am besten, die ausgebaute Maschine mitsamt ihrem Regler beim Fachmann auf einen Prüfstand zu stellen, weil nur hier eine genaue Fehlerdiagnose möglich ist.

#### 4. 2. 2      **Ausbau und Demontage**

Zunächst wird der Akku abgeklemmt, damit das Bordnetz stromlos ist, dann die Maschinenanschlüsse. (Beschriften nicht vergessen).

Hat unsere Lichtmaschine einen außenliegenden Antrieb mittels Riemen o. ä., so ist der Ausbau einfach. Bei innenliegendem Antrieb ist er u. U. kompliziert. Manchmal muß das Schwungrad abgenommen werden, um an die Schrauben des Gehäusedeckels zu kommen, hinter dem der Antrieb liegt. Man löst die Zentralmutter des Lichtmaschinen – Antriebsrades einige Gänge, lockert dann das Spannband der Maschine und schlägt mit Hammer und Messingdorn gegen die Mutter. Dadurch springt die Antriebswelle aus dem Konus des Zahn – bzw. Kettenrades; man nimmt sie nach hinten heraus. Den kleinen Keil der Antriebswelle nicht verlieren!

Wer sich zutraut, die Maschine selbst zu zerlegen, nimmt nach gründlicher Außenreinigung die hintere Abdeckkappe ab. Hier befindet sich bei den beschriebenen Maschinen der Regler. Da wir erst die Maschine selbst überprüfen wollen, muß er abgenommen werden. Wir machen eine Skizze oder ein Foto und markieren jeden Draht, der aus der Maschine zum Regler oder an Masse führt; es werden so etwa 4 – 5 Stück sein. Erst jetzt klemmen wir die Drähte ab und lösen die Befestigungsschrauben der Regler – Trägerplatte. Anschließend ziehen wir die Kohlebürsten aus ihrer Führung und lassen sie herunterhängen.

Die Maschine selbst wird durch zwei lange Schrauben zusammengehalten, deren Köpfe man im antriebsseitigen Lagerschild findet. Man dreht die Schrauben heraus und zieht vorsichtig das hintere Lagerschild ab. Jetzt kann man den Anker herausnehmen. Das vordere Lagerschild klopft man mit dem Hammerstiel heraus.

Kurbelwellen – Lichtmaschinen kann man nur im eingebauten Zustand testen. Man kann zwar den Anker von der Kurbelwelle abziehen und den Spulenkranz abnehmen zur Kontrolle der Verbindungen und zum statischen Testen. Da die Maschine aber nicht eigenständig ist, sondern ihre Komponenten am Motorgehäuse montiert sind, kann man sie nur laufen lassen, wenn alle Teile an ihrem Platz sind und der Motor läuft.

#### 4. 2. 3      **Reparaturhinweise**

Nach gründlicher Reinigung aller Teile in Waschbenzin (kein Fahrbenzin nehmen; giftig!) schaut man zuerst den Anker an: Ist der Kollektor rund und schimmert bläulich? Oder ist er ganz oder teilweise schwarz? Sind Drähte der Wicklung schwarz statt goldbraun? Wenn ja, besteht Verdacht auf Windungsschluß.

Sind die Drahtanschlüsse am Kollektor ausgelötet, ist Zinn umhergespritzt? Ein Zeichen von Überlastung. Man kann versuchen, wieder einzulöten. Ist aber nicht einfach!

Ist der Kollektor eingelaufen oder unrund, so muß er auf der Drehbank zwischen Spitzen und mit scharfem Stahl mit hoher Drehzahl überdreht werden.

Anschließend muß die Isolation zwischen den Lamellen mittels Spezialwerkzeug ausgekratzt werden. Die Kanten sind zu entgraten und abschließend ist zu polieren.

Feldspule (sitzt im Innern des Maschinengehäuses): Ist die Isolierung hell, oder ist sie dunkel verbrannt? Typischer „Brenngeruch“? Dann wäre eine neue Feldspule fällig.

Bei der Mehrzahl der beschriebenen Lichtmaschinenfehler ist man mit der Selbsthilfe am Ende. Anker und Feldspule müssen mit speziellen Meßgeräten auf Widerstand, Masse – und Windungsschluß überprüft und je nach Befund repariert bzw. ausgetauscht werden. Das Neuwickeln eines verbrannten Ankers beispielsweise erfordert Fachwissen und Gerätschaften und ist auch für den gewieften Bastler quasi unmöglich.

Scheint aber alles in Ordnung, so baut man die Maschine wieder zusammen, nachdem man noch die Kugellager geprüft, gereinigt und mit neuem Heißlagerfett geschmiert hat. Nicht zu viel schmieren, und keinesfalls Molykote – Fett verwenden! Die Lager, sogenannte Schulterlager, sind bei seriösen Oldtimer - Elektrowerkstätten noch erhältlich. Manchmal reicht auch ein Satz neuer Kugeln ((Zollmaß; Fahrradgeschäft!).

Kurbelwellenlichtmaschinen haben keine eigenen Lager, da deren Anker ohne weitere Lagerung auf dem Kurbelwellenzapfen steckt. Für den sauberen Lauf des Ankers sind hier die Kurbelwellenlager verantwortlich.

#### 4. 2. 4 Testen

Wer sich traut, kann seine Maschine jetzt selber testen:

Zum Testen - zunächst ohne Regler – muß die Maschine laufen, am besten auf einem Prüfstand. Den hat man aber nicht. Also wird sie provisorisch eingebaut.

Man legt das „kalte“ Ende der Feldwicklung (hoffentlich vor der Demontage markiert) an die entsprechende Bürste: War ein F – oder GA – Regler montiert, an Minus, beim G – Regler an Plus (die genauen Zusammenhänge stehen im Regler – Kapitel), das andere Ende entsprechend an der anderen Bürste, so daß an der Feldspule die volle, unregelmäßige Ankerspannung anliegt. (die Feldspule hat einen Widerstand von etwa 3 Ohm; ein weiterer möglicher Draht höheren Widerstandes gehört zum Regelwiderstand und bleibt zunächst offen).

Dann startet man den Motor (bei „Batteriezündung“ den vollgeladenen Akku anschließen!) und läßt ihn mit etwa 2000 U/min laufen. Das an die Bürsten der Lichtmaschine angeschlossene Universalmeßgerät (Einstellung: 30 Volt) muß jetzt zwischen 20 und 30 Volt anzeigen. Hat man einen Belastungswiderstand von rund 2 Ohm (etwa 2 parallelgeschaltete 12 Volt - Glühlampen), so sollten 5 – 8 Ampere Strom fließen, die Spannung wird auf 10 – 8 Volt absinken. Nicht zu lange testen, da die Feldspule hierbei stark überlastet wird. Wird keine Spannung angezeigt, so muß man die Feldwicklung kurz an den Akku anschließen (Polarität beachten), um die Maschine neu zu polarisieren. Schlägt das Meßgerät falsch herum aus bzw. zeigt „Minus“ an, so sind die Feldanschlüsse vertauscht. Bei 12 Volt – Maschinen sind die Spannungswerte zu verdoppeln und die Stromwerte zu halbieren.

Werden die erwähnten Werte ohne erhebliches Bürstenfeuer erreicht (leichtes „Fünkeln“ ist tolerabel), so dürfte die Maschine selbst in Ordnung sein. Man schließt den Regler wieder an, verbindet die Maschine mit dem Bordnetz und kontrolliert bei abgeklemmtem Akku, ob am Reglerausgang (Klemme 51) ohne Licht knapp 8 Volt und mit Licht etwa 6,5 bis 7 Volt erreicht werden. Dann schließt man den (geladenen) Akku an, der bei eingeschaltetem Licht mit etwa 0,3 bis 0,5 Ampere geladen werden sollte; man prüft, ob nach Abstellen des Motors die rote Ladekontrolleuchte angeht bzw. der Schaltkontakt im Regler öffnet. Ist die Stromversorgung immer noch gestört, dürfte der Regler defekt sein.

#### 4. 2. 5 Noch ein paar Hinweise

Außer in England und in Tschechien haben alle Maschinen Minus an Masse. Das heißt, daß der Halter der Minusbürste direkt auf das Metall des Lagerschildes genietet ist; die Anschlußlitze liegt ebenfalls an Masse. Der Plusbürstenhalter hingegen ist isoliert aufgebaut. Dadurch sind Minus – und Plusbürste gut zu unterscheiden. Sind ausnahmsweise beide Bürstenhalter isoliert, so schaut man nach, welche Anschlußlitze wo untergeklemmt ist. Hier ist es im Prinzip gleich, welche Bürste wir zur Plusbürste erklären; Anker und Feldspule müssen dann so geschaltet sein, daß bei der richtigen Drehrichtung die richtige Polarität an den Ausgangsklemmen erscheint. Bei Kurbelwellenmaschinen mit mehreren Polen gilt das Gesagte paarweise entsprechend der Polzahl. Eine vierpolige Maschine hat zum Beispiel zwei Minuskohlen und zwei isolierte Pluskohlen oder aber nur zwei Kohlen, die im Winkel von 90 Grad zueinander stehen.

Kommen aus einer Feldwicklung statt der zu erwartenden zwei Drähte drei oder gar vier, so gehören einer oder zwei zum Regelwiderstand, dessen Aufgabe wir noch kennenlernen. Hat man vergessen zu markieren, so mißt man den Widerstand bzw. die Stromaufnahme der Drähte. Findet man ein Drahtpaar, daß etwa 3 Ohm aufweist bzw. aus dem (6 Volt) – Akku 2 Ampere aufnimmt, so gehören sie zur Feldspule. Haben sie 6 oder gar 30 Ohm oder nehmen sie entsprechend weniger Strom auf (paarweise oder einer gegen Masse), so ist es der Widerstand. Kommen nur zwei Drähte aus der Spule, so befindet sich der Widerstand direkt am Regler (elektronische Regler brauchen keinen Widerstand!). Wo die einzelnen Drähte hingehören, lernen wir neben vielen anderen interessanten Dingen im nun folgenden Regler – Kapitel.

-----

## 5. DER MECHANISCHE REGLER

Zuleitung von Lichtmaschine D+ Ableitung Kl. 51



Spule - Ankerflügel - Schaltkontakt - Regelkontakt

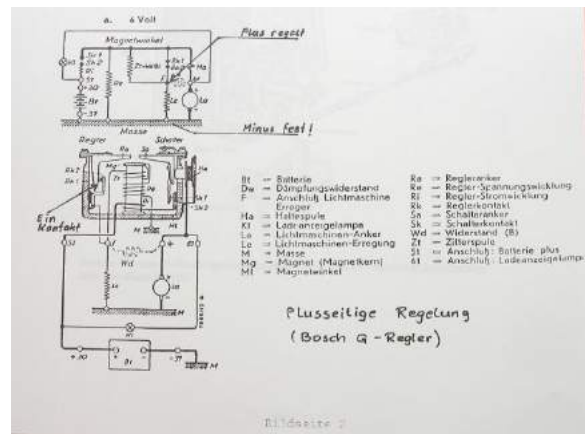
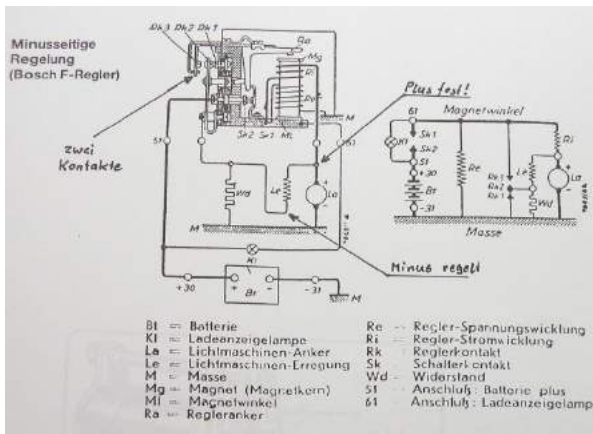
Regler Type F  
(in Bosch - Maschinen)

Zuleitung D+ Ableitung Kl. 51



Spule - Doppel-Ankerflügel - Schaltkontakt  
Regelkontakt unten, hier nicht sichtbar

Regler Type G  
(gern von Marelli verwendet)



Die beiden am häufigsten vorkommenden Reglertypen

### 5.1 TYPEN - ÜBERBLICK

Wie eingangs bereits mehrfach erwähnt ist die Aufgabe des Reglers die Dosierung der elektrischen Energie, die der Feldspule der Lichtmaschine zugeführt wird, damit deren abgegebene Spannung konstant bleibt. Unser Hauptinteresse gilt dabei den mechanischen Reglern mit Magnetspulen und Kontakten, wie sie noch bis in die Sechziger Jahre verwendet wurden.

Es gibt eine Reihe von Reglerbauarten, die bei Bosch je nach Alter und Verwendungszweck durchgängig mit den Buchstaben A bis Z gekennzeichnet sind. Der Reglertyp A, einer der ersten, arbeitete beispielsweise mit Kohlegranulat, welches sich in einer Dose befand und von dem Eisenkern einer Magnetspule zusammengepreßt bzw. wieder gelockert wurde. Das Granulat änderte dadurch seinen Widerstand und somit den Feldspulenstrom. Diese Regler, falls noch irgendwo vorhanden, sind meist defekt und nicht zu reparieren. Die Regler B bis E waren sogenannte Patronenregler. Sie arbeiteten bereits „proportional“ (was das ist, kommt gleich!) mit Kontakten. Die Spulen waren in runden, „patronenartigen“ Gehäusen untergebracht. Im Spulenkern befand sich ein Eisenstift, der die jeweils oben und unten angebrachten Kontakte betätigte. Patronenregler sind äußerst schwierig instand zu setzen und erfordern Spezialwerkzeug. Man findet sie unter anderem in den Bosch – Lichtmagnetzündern der Type E.

Der Durchbruch bei den Reglern kam um 1930 mit der Bosch – Type F. Hier sind die Spule und die Kontakte in einem kleinen, offenen Metallwinkel untergebracht; man spricht hier vom „Flachregler“. Alle weiteren Typen, die danach folgten, arbeiten nach dem gleichen Prinzip; auch diejenigen anderer Hersteller. Deshalb reicht es uns, die zwei gängigsten Bosch – Typen, F und G, zu betrachten. Die Type H ist ein Regler höherer Leistung für PKW's; die anderen sind für LKW's und Bahnfahrzeuge gedacht. Die Type Z ist ein einfach gehaltener Nachkriegsregler ohne Einstellschrauben. Einen ähnlich simplen Regler findet man an den MZ – Maschinen aus Ostdeutschland.

In den Lichtmaschinen unserer Motorräder findet man am häufigsten die Type F; selterer die Type G. Die Firma Bosch hat auch auf dem Gebiet der Regler Pionierarbeit geleistet; sie wurden jedoch von diversen Lizenznehmern nachgebaut. Marelli baute stets den konstruktiv leicht abgewandelten G – Regler in ihre Lichtmaschinen ein. Weitere Regler (und LIMA-) Hersteller waren z. B. Fenag, Noris und Siemens in Deutschland, Lucas und Miller in England, Ducellier in Frankreich und Delco – Remy in USA, um nur die bekanntesten zu nennen. DKW und später auch MZ stellten die komplette Motorradelektrik selber her.

Die Type F ist ein sogenannter „Zweikontakt – Negativregler“, während der Typ G ein „Einkontakt – Positivregler“ ist. Was man darunter versteht, sehen wir gleich.

Da man zu den Zeiten, als unsere Motorradveretanen entstanden, noch nichts von Elektronik und Transistoren wußte, arbeiten unsere Lichtmaschinenregler wie bereits angedeutet elektromechanisch. Das bedeutet, daß man von einer kleinen stromdurchflossenen Spule mit Eisenkern, die ja bekanntlich ein Magnetfeld erzeugt, ein schwenkbar gelagertes Eisenblech, den sogenannten Ankerflügel, gegen die Kraft einer Feder anziehen und wieder abfallen läßt. Dieser Ankerflügel wird je nach Höhe der an der Spule anliegenden Spannung und somit je nach Stärke des Magnetfeldes mehr oder weniger in Richtung Eisenkern gezogen, während die Spule von der Lichtmaschinenspannung gespeist wird. Diese Bewegung nutzt man mittels eines Umlenkhebels zum sinnvollen Schalten von Kontakten.

-----



## 5.2 AUFGABEN DES REGLERS

Das Teil, das wir normalerweise als „Regler“ bezeichnen, besteht aus zwei Teilen, nämlich dem Schalter und dem eigentlichen Regler. Es hat somit zwei Aufgaben: Erstens soll die Lichtmaschine erst dann mit dem Akku und dem Bordnetz verbunden werden, wenn der Motor und damit auch die Lichtmaschine eine Drehzahl erreicht hat, daß zumindest die Akkuspannung, in der Regel 6 Volt, erzeugt werden. Dies ist bei etwas über Leerlaufdrehzahl, also zwischen 1000 und 1500 Umdrehungen des Motors, der Fall. Würde die Lichtmaschine ständig mit dem Akku verbunden sein, so würde bei niedrig drehendem oder gar stehendem Motor ein kräftiger Strom aus dem Akku in die Lichtmaschine fließen und diesen in kürzester Zeit entladen. Dies verhindert der Schalterteil.

Die zweite Aufgabe besteht darin, die Spannung der Lichtmaschine bei den verschiedenen Belastungen konstant zu halten und – im Falle eines völlig leeren Akkus, was für die Lichtmaschine praktisch ein Kurzschluß bedeutet - dessen Stromaufnahme zu begrenzen, damit die Maschine nicht überhitzt und verbrennt. Dafür ist der Reglerteil zuständig.

## 5.3 WIRKUNGSWEISE DES REGLERS

### 5.3.1 Spannungsregelung:

Die zwei Reglertypen, die wir hier betrachten wollen, verfügen über eine gemeinsame Magnetspule für Schalten und Regeln. Es gibt aber auch Regler mit zwei oder gar drei getrennte Spulen für Schalten, Regeln und Strombegrenzung, z. B. die Typen R und H von Bosch. Diese Regler verfügen über eine bessere Regelcharakteristik, über die weiter unten noch zu berichten sein wird. Sie bauen aber erheblich größer als unsere Motorradregler; sie würden nicht in den Lichtmaschinendeckel passen und kommen somit nur in Autos vor.

Schalter und Regler kann man sich jeweils als ein Relais vorstellen. Sie bestehen aus einer Spule mit Eisenkern mit einem bzw. zwei Ankerflügeln mit zugehörigem Kontakt.

Beim Anlaufen der Lichtmaschine wird mit steigender Spannung zunächst der *Schalterflügel* angezogen und verbindet durch *Schließen* des vorher offenen Schaltkontaktes die Lichtmaschine mit dem Akku. Die Spannung, bei der der Kontakt schließt, nennt man die *Einschaltspannung*, die in etwa der Akkuspannung entsprechen soll. Den genauen Schaltzeitpunkt kann man durch Justieren der Rückzugsfeder des Ankerflügels einstellen.

Der *Reglerflügel* wird von dieser Spannung noch nicht angezogen; der Reglerkontakt, an dem die „heiße“ Zuleitung zur Feldspule angeschlossen ist, lag vorher und liegt noch immer am *heißen* Kontakt, das heißt, die Feldspule der Lichtmaschine ist direkt mit den Plus – und Minus – Bürsten verbunden, so daß die Maschine sich „selbsterregen“ kann und die Spannung schnell ansteigt. Diese will natürlich über die Akkuspannung hinaus weiter ansteigen. Dadurch wird aber jetzt auch der Reglerflügel angezogen.

Der Regelkontakt *öffnet* bei Erreichen einer bestimmten, ebenfalls durch die Rückzugsfeder bestimmten Spannung und hebt den Kontaktfinger vom *heißen* Kontakt ab. In diesem Zustand wird der Regelwiderstand wirksam. Er liegt jetzt mit der Feldspule in Reihe, wodurch der Erregerstrom sinkt und die Maschinenspannung weniger weitersteigt oder auf ihrem Wert verharrt. Steigt die Spannung trotzdem weiter, etwa, weil die Maschine nicht belastet ist (kein Licht; voller Akku), zieht der Reglerflügel weiter an und legt jetzt die Rückseite des Kontaktfingers an den *kalten* Kontakt. Da damit beide Enden der Feldwicklung am gleichen Potenzial liegen, findet überhaupt keine Erregung mehr statt und die Lichtmaschinenspannung will zusammenbrechen.

In diesem Moment bekommt aber auch die Reglerpule weniger Spannung. Dies läßt den Reglerflügel sich wieder lösen, er hebt vom *kalten* Kontakt ab und die Feldspule bekommt wieder Spannung, erst über den Regelwiderstand und ggf. sogar vom *heißen* Kontakt wie zu Anfang.

Dieses Spiel zwischen voller, halber und keiner Erregung wiederholt sich etwa 100 – 200 Mal pro Sekunde; der Kontaktfinger schwirrt zwischen seinen Gegenkontakten hin und her. Bei geringer Belastung der Lichtmaschine wird der Kontakt mehrheitlich zwischen *kalt*em Pol und der Mittellage schwingen; bei steigender Belastung mehr zwischen Mittellage und *heiß*em Pol. Die Feldspule bekommt demnach pro Sekunde etwa 50 – 100 Spannungsimpulse, die bei geringer Last schmal sind und bei zunehmender Belastung immer breiter werden. Man spricht von einer Proportional – Regelung. Würde man ein Voltmeter, dessen Zeiger ja träge ist, an die Feldspulendrähte anschließen, so könnte man entsprechend der gerade abgenommenen Lichtmaschinenleistung als Mittelwert aus den Impulsen eine Spannung von etwa einem Volt (geringe Last) bis zu fünf Volt (hohe Last) ablesen. Da der Kontaktfinger zwischen heißem und kaltem Kontakt hin und her schwingt, spricht man bei der F – Type von einem „Zweikontakt – Regler“. Beim „Einkontakt - Regler“ (Type G) entfällt der kalte Kontakt, deshalb ist hier der Regelwiderstand entsprechend größer dimensioniert.

Es ist sicher aufgefallen, daß bei den Reglerkontakten, die die Feldspule versorgen, von „kalt“ und „heiß“ und nicht von plus und minus die Rede war. Ursache: Beim Bosch F – Regler (das ist der mit nur einem gemeinsamen Ankerflügel) liegt die Feldwicklung mit ihrem positiven Ende direkt an der *Plusbürste*; zwischen dem negativen Ende (=heiß) und der Minusbürste liegt der Regelkontakt. Deshalb spricht man bei diesem „Zweikontakt“ - Regler von *negativer* Regelung.

Anders beim G – Regler: (eine Spule, aber zwei getrennte Ankerflügel): Bei diesem Regler liegt das negative Feldende fest an der *Minusbürste*. Das positive Ende (=heiß) läuft hier sinngemäß über den Regelkontakt. Bei diesem Regler entfällt außerdem der „kalte“ Gegenpol an der Reglerzunge, hier ist der Regelwiderstand entsprechend hoch dimensioniert, damit bei abgehobenem Kontakt nur noch ein Minimum an Erregung übrig bleibt. Das hängt mit dem konstruktiven Aufbau des Reglers zusammen; man spricht vom „Einkontakt“ – Regler und von positiver Regelung. In der Wirkungsweise unterscheiden sich beide Reglerarten nicht. Der Regelwiderstand, der bei abgehobenem Regelkontakt in Aktion tritt, liegt demnach beim F – Regler mit seinem einem Ende an Minus und beim G – Regler an Plus; das andere Ende jeweils am Kontaktarm.

Beim G – Regler befindet sich auf dem Spulenkörper neben der bereits bekannten Strom – und Spannungswicklung noch eine dritte Wicklung, die sogenannte Zitterspule. Bei Marelli – Reglern liegt sie außen am Reglergehäuse. Diese Spule dient dazu, die Schaltfrequenz des Reglers heraufzusetzen und dadurch die Regelwirkung zu beschleunigen. Auf die grundsätzliche Funktion hat sie keinen Einfluß. Der Regelwiderstand ist ebenfalls auf den Spulenkörper gewickelt (der „blanke“ Draht); beim F – Regler befindet er sich wie beschrieben auf der Feldspule oder separat unter dem Regler.

Noch ein bedeutender Unterschied zwischen den Reglertypen: Der G – Regler mit seinen zwei Ankerflügeln arbeitet wie oben beschrieben: Erst zieht der Schaltflügel an und schließt den Schaltkontakt; dann der Reglerflügel. Beim F – Regler, den man am häufigsten findet, ist es kompliziert: Da dieser Regler nur einen einzigen Ankerflügel hat, sind die Funktionen „Schalten“ und „Regeln“ zeitlich hintereinandergeschaltet. Der mit steigender Spannung anziehende Ankerflügel schließt zuerst den innerhalb des Metallwinkels liegende Schaltkontakt. Dann drückt ein Verbindungsbolzen durch eine Bohrung im Metallwinkel auf den außen liegenden Kontaktfinger, der wie beschrieben am „heißen“ Kontakt anliegt – hier Minus – und für volle Erregung sorgt. Bei weiterem Anziehen des Ankerflügels wird er abgehoben und wandert über die Zwischenstellung – Regelwiderstand aktiv – zum „kalten“ Kontakt; hier Plus. Feldspule liegt jetzt mit beiden Enden an Plus – keine Erregung mehr. Jetzt stellt sich das oben beschriebene schnelle „Hin-und-her-Schwingen“ ein, welches die Regelung bewirkt. Der Schaltkontakt ist von dem Schwingen des Ankerflügels nicht betroffen, bleibt geschlossen und öffnet erst wieder, wenn die Maschinenspannung deutlich unter Akkuspannung abfällt (Leerlauf; Abstellen des Motors) Die Einschaltspannung ist durch Verbiegen des Kontaktanschlags, die Regelspannung durch eine Stellschraube einstellbar. Diese Einstellung ist aber schwierig und nur auf einem Prüfstand mit geeigneten Meßgeräten zu bewerkstelligen.

### **5. 3. 2 Stromregelung**

Betrachtet man den Regler, so fällt auf, daß auf der Magnetspule auch einige Windungen dicken Drahtes liegen, durch die der von der Lichtmaschine kommende Strom geleitet wird. Diese sogenannte Stromwicklung hat zwei Aufgaben:

#### **5. 3. 2. 1 Rückstrom**

Die erste Aufgabe ist das Verhindern von übermäßigem „Rückstrom“. Unter Rückstrom versteht man Strom, der vom Akku zurück in die Lichtmaschine fließt. Dies geschieht bei langsamem Lauf des Motors oder im Stillstand, immer dann, wenn die Lichtmaschinenspannung unter die Akkuspannung absinkt. Dieser Strom würde den Akku in kurzer Zeit entleeren und muß daher mittels des Schaltkontaktes des Reglers verhindert werden. Bezüglich des Trennens der Lichtmaschine vom Akku müssen wir kurz den Begriff „Hysterese“ erläutern:

Der Ankerflügel, der den Schalterkontakt unseres Reglers betätigt, wird bei einer bestimmten Spannung angezogen, um Lichtmaschine und Akku miteinander zu verbinden, sagen wir, wenn 6 Volt gerade überschritten werden. Das heißt aber nicht, daß der Ankerflügel wieder abfällt und damit der Kontakt öffnet, wenn 6 Volt gerade unterschritten werden. In unserem Fall würde der Ankerflügel auf Grund der Hysterese, die man als „magnetische Trägheit“ ansehen kann, erst bei einer Spannung von weit unter 5 Volt wieder abfallen. Da außerdem der Akku noch immer mit der Lichtmaschine verbunden ist und somit die Spannungsspule des Reglers weiter mit 6 Volt versorgt wird, müßte dessen Spannung genau so weit abfallen, damit der Schalter öffnet, was einige Minuten dauern würde und wodurch er total leer wäre. Aber Akkuentleerung durch die Lichtmaschine wollen wir ja gerade verhindern.

Hier setzt nun die Wirkung der Stromspule ein. Da bei sinkender Generatorspannung ja jetzt zunächst ein Strom in die Maschine hineinfließt, wird der Magnetkern der Reglerspule von der dicken Stromwicklung andersherum, also *entgegen* der Wirkung der Spannungsspule, magnetisiert mit dem Erfolg, daß dessen Magnetismus zusammenbricht und in kürzester Zeit der Ankerflügel des Schalters freigegeben wird. Der Schaltkontakt öffnet beizeiten und trennt Akku und Lichtmaschine.

Ein gewisser Rückstrom im Grenzfall, beispielsweise bei niedrig eingestelltem Leerlauf, ist bei den mechanischen Reglern natürlich nicht zu vermeiden. Es gilt, Motorleerlauf und Abschaltspannung so aufeinander abzustimmen, daß entweder der Schaltkontakt rechtzeitig öffnet (zu erkennen am Aufleuchten der Ladekontrolle) bzw. der Rückstrom möglichst gering gehalten wird. Mit einem Universal – Meßgerät (Strommessung 6 Ampere) kann man die Leerlaufdrehzahl so einregulieren, daß der Strom (ohne Licht messen!) gegen Null geht.

### 5. 3. 2. 2 Strombegrenzung

Die zweite Aufgabe der Stromwicklung ist die Strombegrenzung für die Lichtmaschine. Wenn aus irgend einem Grund (z. B. vergessen, das Licht auszumachen) der Akku total leer ist, das heißt, daß seine Spannung ohne Last nur noch 5 Volt oder weniger beträgt, geht sein Innenwiderstand gegen Null. Wenn man jetzt den Motor starten würde und die Lichtmaschine zu arbeiten beginnt, wäre der Akku für diese quasi ein Kurzschluß; der Strom wäre für die ersten 10 bis 20 Minuten, bis der Akku wieder etwas Ladung annimmt, extrem hoch und in der Lage, den Kollektor der Lichtmaschine auszulöten oder die Wicklungen zu verbrennen. Da die Ladekontrolleuchte hier nicht anspricht, würde der Fahrer erst dann etwas merken, wenn es bereits zu spät ist.

Dieser zunächst hohe Strom fließt aber auch durch die Stromwicklung, und zwar diesmal andersherum *im Sinne* der Spannungsspule. Er unterstützt deren Wirkung; der Ankerflügel wird kräftig durchgezogen, hebt folglich durch Umlegen des Regelkontaktes auf den „kalten“ Pol die Felderregung auf und senkt dadurch die Maschinenspannung und damit den abgegebenen Strom auf ein Maß weit unter dem regulären Wert, so daß er der Maschine nicht schadet. Wenn nach einiger Zeit der Akku wieder mehr geladen ist, geht dessen Stromaufnahme zurück und die Wirkung der Stromwicklung reduziert sich wieder.

### 5. 3. 3 Nachteile:

So weit, so genial. Die Tatsache jedoch, daß die Stromwicklung direkt auf die Spannungsspule gewickelt ist, hat aber einen Pferdefuß: Die Strombegrenzung ist bei den hier besprochenen Reglern mit sogenannter „nachgiebiger Spannungsregelung“ nämlich dauernd wirksam, das heißt, der von der Lichtmaschine gelieferte Strom wird auch dann schon begrenzt, wenn man es noch gar nicht haben will, beispielsweise bei voller Lichtbelastung und halbleerem Akku. Andersherum ausgedrückt, ist es mit dieser Art Regler nicht möglich, den Akku bei eingeschaltetem Licht selbst bei Langstreckenfahrt komplett voll zu laden, da der nötige Strom zu früh begrenzt wird. Würde man aber eine höhere Spannung einstellen, so würde ein vollgeladener Akku, möglicherweise tagsüber ohne Lichtlast, zuviel Ladestrom abbekommen und in kürzester Zeit überladen; „totgekocht“. Eine gewisse Abhilfe schafft eine Einstellung für ständiges Fahren mit Licht, wie es ja heutzutage vorgeschrieben ist (siehe Kapitel 5.5).

Diese Unzulänglichkeit wurde damals bei Motorradreglern hingenommen, da diese ja klein und einfach, sprich „billig“ zu sein hatten. Die Autohersteller akzeptierten ein solches Regelverhalten nicht. Für diese baute Bosch dann die Reglertypen R und H. Diese Regler verfügen über drei getrennte Magnetspulen, eine für den Schaltkontakt, und je eine für Spannungsregelung und Strombegrenzung, wobei die Kontakte für Spannung und Strom in Reihe geschaltet sind. Diese Regler gestatten die volle Leistungsabgabe der Lichtmaschine bis zur Leistungsgrenze, wo dann ziemlich abrupt abgeregelt wird. Dieses Verhalten nennt man „Knickregelung“; die Stromkurve neigt sich nicht, sondern knickt scharf ab. Diese Regler bauen aber größer, was bei Autos nicht stört, wo sie im Motorraum versteckt werden können.

Heutige elektronische Regler verfügen übrigens grundsätzlich über eine solche Knickregelung, auch diejenigen für Motorräder. Daher sind diese bei Reglerproblemen das Ersatzteil der Wahl, wenn man auf Originalität keinen Wert legt (siehe Kapitel 6).

#### 5.3.4 Ladekontrolle

Zum Lichtmaschinen – Regler – Kreis gehört auch die sogenannte Ladekontrolle – Leuchte, meist bei Motorrädern ab etwa Baujahr 1930 oben in der Lampe zu finden. Über ihre Bedeutung herrscht oft Unklarheit. Deswegen schauen wir uns die Wirkungsweise einmal etwas genauer an:

Kern der Leuchte ist eine kleine Glühbirne von 2 – 3 Watt. Diese ist einmal am Pluspol des Stromnetzes angeschlossen (Pluspol Akku), allerdings hinter dem Schalt/Zündschloß. Das andere Ende geht an die Plusbürste der Lichtmaschine (Klemme 61). Was passiert?

Bei ausgeschaltetem Schaltschloß nichts. Wird die „Zündung“ bei stehendem Motor eingeschaltet, bekommt das Birnchen Plus vom Schalt/Zündschloß, die andere Seite liegt über Klemme 61 – Plusbürste – Kollektor – Ankerwicklung – Minusbürste der Lichtmaschine an Masse. Da der Lichtmaschinenanker einen statischen Widerstand von weniger als 1 Ohm aufweist, kann der geringe Strom für das Kontrollämpchen ungehindert durchfließen; die Lampe leuchtet hell auf.

Wird der Motor jetzt angeworfen, so beginnt die Lichtmaschine mit der Spannungserzeugung, das heißt, die Plusbürste wird zunehmend positiv und die Kontrolleuchte zunehmend dunkler. Ist die Akkuspannung erreicht, schließt der Schaltkontakt des Reglers und die Lampe verlöscht vollends, da ja jetzt ihre beiden Anschlüsse an Plus liegen. Dreht der Motor langsam, etwa bei niedrigem Leerlauf, so sinkt die Maschinenspannung, der Schaltkontakt öffnet und die Lampe beginnt zu glimmen. Wird der Motor abgestellt, so leuchtet sie wieder hell.

Es wird hieraus klar, daß die Bezeichnung „Ladekontrolle“ zu viel verspricht. Die Lampe signalisiert durch ihr Verlöschen lediglich, daß die Lichtmaschine die Akkuspannung erreicht hat. Ob der Akku auch wirklich geladen wird, wozu die Höhe der Lichtmaschinenpannung etwa 2 Volt über der Akkuspannung betragen muß, weiß man nicht. Helles Aufleuchten bei abgestelltem Motor signalisiert allerdings das ordnungsgemäße Funktionieren des Schaltkontaktes im Regler; Dunkelbleiben der Leuchte heißt „Rückstrom“, somit Batterieentladung und Regleralarm!

Leuchtet die Lampe während der Fahrt auf, erzeugt die Lichtmaschine keine Spannung mehr. Jetzt lebt die Bordelektrik nur noch aus dem Akku. Hat man „Batteriezündung“, so schaltet man alle anderen Verbraucher ab. Dann kann man noch eine gewisse Strecke fahren je nach Ladezustand. Motorräder mit Magnetzündung könnten natürlich unbegrenzt weiterfahren, zumindest bis es dunkel wird. Da man aber nicht weiß, was da unten in der Lichtmaschine eigentlich los ist und dieselbe eventuell total ruiniert werden kann, sollte man zumindest die Kohlebürsten aus ihren Haltern ziehen und isolieren, dann kann bis zur Fehlersuche zuhause nichts mehr passieren.

## 5.4 Arbeiten am Regler

Arbeiten am Regler sind diffizil! Wenn man die Lichtmaschine wie oben beschrieben getestet hat und sicher sein kann, daß sie in Ordnung ist, montiert man den vorher abgenommenen Regler wieder und schließt ihn anhand der hoffentlich vorher vorgenommenen Markierungen wieder an. Die Plusleitung des Bordnetzes kommt an Klemme 51. Akku noch nicht anschließen. Voltmeter an Klemme 51 und Masse. „Zündschalter“ einschalten; Ladekontrolle brennt nicht. Motor starten. (Bei „Batteriezündung“ oder elektrischem Anlasser: erst starten, dann Akku abhängen):

**Fall 1:** Ohne Licht müssen im Leerlauf (nicht zu niedrig!) knapp 6 Volt da sein. Gibt man etwas Gas, darf die Spannung auf 7,5 bis maximal 8,2 Volt ansteigen und muß hier verharren. Licht einschalten: Spannung sinkt auf 7,5 bis 6,8 Volt. Geladenen Akku anschließen. Bei stehendem Motor brennt die Ladekontrolleuchte. Amperemeter zwischen Minuspol des Akkus und Masse schalten. (Geräte – Plus an Masse!) Es muß bei erhöhter Drehzahl ohne Licht etwa 2 – 3 Ampere, mit Licht 0,2 bis 0,5 Ampere anzeigen. Motor abstellen: Ladekontrolle leuchtet. - Dann wäre der Regler in Ordnung.

**Fall 2:** Akku abgehängt: Es zeigt sich überhaupt keine Spannung. Motoren mit „Batteriezündung“ gehen aus: In diesem Fall ist wahrscheinlich der Schaltkontakt verschmutzt oder verbrannt. Zu erkennen ist er daran, daß er *schließt*, wenn man auf den Ankerflügel drückt. Man kann zur Abhilfe vorsichtig feinen Schmirgel durch den Kontakt ziehen, während ein Helfer auf den Ankerflügel drückt. Ausblasen – testen: Ok?

Wenn das Bronze – Trägerblech des „beweglichen“ Schaltkontaktes durch Überlastung ausgeglüht und weich geworden ist, ist kein Kontaktdruck mehr da und der Regler ist schrottreif. Wenn man bei gedrücktem Ankerflügel den Kontakt mit dem Daumnagel anhebt und zurückspringen läßt, muß es „pingg“ machen. Wenn nicht – siehe oben.

**Fall 3:** Akku immer noch abgehängt: Spannung ist zu niedrig, zu hoch oder schwankt stark; starker Spannungsabfall bei Lichtzuschaltung: Jetzt ist wahrscheinlich der Regelkontakt schuld. Das ist der andere Kontakt, der in Ruhe geschlossen ist und beim Druck auf den Ankerflügel *öffnet*: Hier könnte ebenfalls vorsichtig geschmirgelt werden. Man kommt aber schlecht dran und muß aufpassen, um nichts zu verbiegen.

Wenn der Regler jetzt noch immer nicht oder nicht richtig funktioniert, muß er komplett zerlegt werden. Sind die Kontakte total abgebrannt oder sind die Trägerbleche ausgeglüht, so ist er wegschmeißreif. Ebenso, wenn (selten) die Spannungsspule verbrannt ist (durchmessen; Widerstand etwa 12 Ohm bei 6 Volt - Anlage). Wenn nicht, feilt man die jetzt frei liegenden Kontakte blank, reinigt alle Teile und baut den Regler wieder zusammen unter Berücksichtigung der verschiedenen vorgeschriebenen Spaltmaße. Dies ist aber eine Arbeit für „Edelbastler“, an die sich auch damals keine Werkstatt herantraute. Dem Laien ist hiervon abzuraten, da es ja doch nicht klappt, es sei denn, man landet einen Glückstreffer. Die endgültige Einjustierung des Reglers ist sowieso nur mittels genauer Anleitung auf einem Prüfstand möglich.

Noch ein paar Hinweise zur Reglermontage: Beim Wiedermontieren des abgebauten Reglers ist zu beachten, daß z. B. im Falle des Bosch F – Reglers zwei seiner Anschlußdrähte, der Spulenausgang und der Draht, der vom „heißen“ Kontakt kommt, an Masse gelegt werden müssen. Die beiden Kabelschuhe werden unter je eine der drei Befestigungsschrauben geklemmt. Beachte, daß der Reglerkörper an Plus liegt und von Masse isoliert sein muß!

Der Anschlußdraht des Regler - Kontaktfingers geht zur Feldspule, der dicke Draht auf der Magnetspule ist der Spannungseingang (Plusbürste), und die Schraubklemme beim Schaltkontakt geht zur Ausgangsklemme 51. Die Regler dürfen nur mit dem halbkreisförmigen Pertinax - Montageblech betrieben werden, da dies neben der Isolation Motorvibrationen fernhält.

## **5.5 EINSTELLEN VON SPANNUNG UND LADESTROM AM REGLER**

### **5.5.1 Überlegungen vorher:**

Wenn die Lichtmaschine ohne oder auch mit Belastung genau 6 Volt (bzw. bei der 12 Volt – Anlage 12 Volt) abgibt, ist uns damit nicht gedient. Man kann damit zwar Zündung und Licht betreiben, aber in den Akku wird nichts hineingeladen. Einen geladenen Akku brauchen wir aber dringend, wenn der Motor im Leerlauf läuft. Denn dann sinkt die Lichtmaschinen- spannung unter Umständen weit unter 6 Volt ab. Bei leerem Akku würde der Schaltkontakt im Regler öffnen; ein Motor mit Batteriezündung würde ausgehen.

Um die für die Akkuladung nötige Lichtmaschinen- spannung zu bestimmen, müssen wir einmal das Verhalten eines (Blei-) Akkus betrachten:

Mißt man an einem 6 – Volt – Akku (beim 12 Volt – Akku verhält es sich entsprechend) ebendiese 6 Volt, so ist er fast leer. Absolut leer ist er bei 5,5 Volt. Ein Akku, der weniger als 5 Volt aufweist, ist „tiefentladen“ und kann Schaden nehmen.

Ein soeben vollgeladener Akku (das ist er, wenn er deutlich hörbar gast) weist unter Ladung (Ladestrom stets ein Zehntel der „Kapazität“, seiner Amperestunden [Ah]!) eine Spannung von etwa 7,2 Volt auf, bei abgenommenem Ladegerät etwa 6,5 Volt, also etwa 2,2 Volt je Zelle. Um diese Ladung aufrecht zu erhalten, müssen wir während der Fahrt etwas Strom zuführen; dies nennt man „Erhaltungsladung“. Dazu muß aber die vom Regler eingeregelter Spannung mindestens bei etwa 6,8 Volt liegen; dabei würden etwa 0,2 bis 0,3 Ampere in den Akku hineinfließen. Damit würde dieser schön vollgeladen bleiben, wenn wir ohne Licht fahren würden. Wird aber jetzt das Fahrlicht eingeschaltet – eigentlich muß man ja immer mit Licht fahren, auch tagsüber – so bricht die Maschinenspannung durch diese Belastung von etwa 5 Ampere um mindestens 0,5 Volt zusammen, da unser Regler nicht in der Lage ist, diese Differenz aufzufangen.



Dies ist ein Dilemma aller mechanischen Regler mit „nachgiebiger“ Regelung und der schwach dimensionierten Lichtmaschinen und Akkus jener Zeit. Also bräuchte man jetzt schon ohne Last eine Spannung von 7,5 bis 8 Volt, um die Akkuladung sicherzustellen.

Schaltet man bei dieser Einstellung das Licht aber wieder aus, so sind diese 5 Ampere überflüssig; sie fließen in den vollen Akku hinein. Das führt dazu, daß dieser wegen Überladung wild zu gasen beginnt, seine Umgebung mit aggressivem Säurenebel besprüht und bald kein Wasser mehr hat; er wird „totgekocht“. Hinzu kommt noch, daß ein warmer Regler (heißer Motor; Sommer) 0,2 bis 0,3 Volt mehr einregelt als im kalten Zustand, bei dem man ihn gewöhnlich einstellt. Dieses Problem ist um so gravierender, je kleiner der Akku ist. Unsere üblichen Akkus mit 7 oder 8 Amperestunden (Ah) sind die absolut unterste Grenze für eine einigermaßen ausgewogene Stromversorgung. Ein größerer Akku (12 – 14 Ah) wäre wesentlich günstiger, da hier die Lade – und Entladevorgänge weniger hektisch ablaufen.

Man erkennt daraus, daß man sich beim Einregulieren der Spannung sein Fahrverhalten überlegen muß. Fährt man nie oder nur selten mit Licht, reichen 7,2 bis 7,4 Volt Maschinenspannung. Fährt man öfter im Dunkeln, dürfen es gern 7,6 bis 7,8 Volt sein, damit der Akku geladen bleibt. (stets reine Maschinenspannung; Voltmeter an Klemme 51 gegen Masse, Ableitung abgeklemmt). Möchte man vorschriftsmäßig immer mit Licht fahren, kommt man um 8,0 bis 8,2 Volt nicht herum. Dabei sollte man aber wie bereits erwähnt das Licht nicht mehr ausschalten.

Zum abschließenden Testen der Akkuladung nimmt man das Minuskabel, das zur Masse führt, vom Akku ab und schaltet das Universalinstrument dazwischen; Meßbereich 6 Ampere: Pluskabel des Meßgerätes an der negativen Akkuklemme, Minuskabel an Masse. Das Instrument wird mit Klebeband auf dem Tank befestigt. Man fährt ein längeres Stück und beobachtet jetzt die Akkuladung, die, wenn er vollgeladen ist (vorher laden!) zwischen 0,2 und 0,4 Ampere betragen soll. Wird er zwischenzeitlich etwas entladen (Leerlauf; Ampel etc.), so wird der Strom anschließend höher sein, um dann bei Weiterfahrt bald wieder auf obigem Wert abzufallen. Dann wäre die Stromversorgung in Ordnung.

Man erkennt auch, daß sich die persönliche Fahrweise auf die Akkuladung auswirkt. Fährt man gern niedertourig und schaltfaul, so muß man eine höhere Spannung einstellen, als wenn man gern am Gasgriff dreht. Den Motor - Leerlauf sollte man nicht zu niedrig einstellen, weil unter Umständen bei geringer Drehzahl der Rückstromschalter gerade noch nicht öffnet und inzwischen zusätzlich zur normalen Last unbemerkt ein munterer Rückstrom fließt, der beispielsweise bei einem längeren Ampelstopp kräftig an der Akkuladung zehrt.

Also: Amperemeter zwischen Klemme 51 und Bordnetz schalten und den Leerlauf (ggf. unter Verändern der Federspannung des Schaltkontaktes) so hoch einstellen, daß der Rückstrom 0,5 bis 1 Ampere nicht überschreitet oder aber so niedrig, daß der Schaltkontakt sicher öffnet. Damit wird der Stromfluß gestoppt. Gefährlich ist der Grenzfall, bei dem der Schaltkontakt dauernd hin und her schaltet! (zu erkennen an dessen Feuern und an der flackernden Kontroll -Leuchte). Das hält er nicht lange aus!

### 5. 5. 2 Wo dran drehen?

Das Einregeln der Spannung bei im Fahrzeug eingebauter Lichtmaschine ist schwierig. Die Abdeckkappe hängt vor der Lichtmaschine herum, man kommt schlecht dran, und das Schütteln des Motors tut ein übriges. Außerdem darf man mit dem Werkzeug nicht an Masse geraten, da der Reglerkörper und damit auch die Einstellschrauben an Plus liegen. Woraus hervorgeht, daß der ideale Ort dafür ein Prüfstand ist. Es kann je nach Reglertyp auch durchaus sein, daß man mit dem Werkzeug gar nicht an die entsprechende Stellschraube drankommt und den Regler eigentlich abnehmen müßte.

Für den, der es doch wagen will, hier die Anleitung:

An welcher Schraube man drehen muß, geht aus den Bildern hervor. Beim G – Regler lockert man die Kontermutter der Madenschraube mit einem schmal geschliffenen 5,5er Schlüssel und dreht an der Schraube, die die Federspannung des Regel - Ankerflügels reguliert, mit einem passenden Schraubendreher vorsichtig und ganz wenig hin und her, um zu sehen, wie die Spannung reagiert. Nicht mit der Schalter – Stellschraube verwechseln! Minimales Hineindreihen der Schraube erhöht die abgegebene Spannung; und umgekehrt.

Beim F – Regler ist es die etwas breitere 6 mm - Sechskantschraube unten am Kontaktfinger, die mit einem entsprechenden Schlüssel minimal verdreht wird. Auch hier erhöht Rechtsdrehen die Spannung; weil die Vorspannung der Rückzugsfeder heraufgesetzt wird und der Regelkontakt somit später abhebt. Der Motor sollte mit etwa 2000 U/min laufen.

Es gibt Regler, die überhaupt keine Einstellschrauben aufweisen, beispielsweise der Bosch – Z – Regler, an vielen BMW's zu finden. Hier wird die Spannung durch Verbiegen der Kontaktfingeranschlänge mittels Flachzange eingestellt. Guter Rat: Hände weg! Das klappt im eingebauten Zustand nie!

Das Universal – Meßgerät wird vor Beginn der Einstellung auf Volt – Messung eingestellt, dessen Plusleitung an Klemme 51 und die Minusleitung an Masse angeschlossen. Der Akku wird abgehängt. Für eine „Licht“ – Einstellung das Licht einschalten. Hat man eine passende Einstellung gefunden, beim G- Regler die Kontermutter anziehen. Werkzeug entfernen. Jetzt hat sich die Spannung wieder verändert; also nochmals nachstellen, bis der Spannungswert nach Wegnehmen des Werkzeugs stimmt. Man muß jetzt die Kontermutter endgültig anziehen und kann die Madenschraube mit etwas Loctite sichern. Achtung! Zu starkes Eindrehen der Einstellschraube bzw. Mutter kann dazu führen, daß der Regelkontakt nicht mehr arbeitet; er steht dann fest auf „volle Erregung“. Dies bedeutet höchste Gefahr für die Lichtmaschine durch Überlastung. Man merkt es daran, wenn bei Erhöhung der Motordrehzahl die Spannung (ohne Licht) nicht mehr bei spätestens 8,5 Volt (Regelgrenze!) begrenzt wird, sondern weit über 9 Volt hinaus weitersteigt. Einstellschraube sofort wieder zurücknehmen!

Wenn nach dem Abstellen des Motors die Ladekontroll – Leuchte nicht angeht, (gefährlich; Akkuentladung!), so muß man die Feder des Schaltkontaktes etwas strammer stellen: beim G - Regler durch Hineindreihen der Stellschraube am Schaltkontakt (einfach); beim F – Regler durch Verschieben des Halters der Rückzugsfeder des Ankerflügels oben auf dem Regler (kompliziert). Dazu die vorderen Schrauben lockern und Haltebügel nach vorn verschieben.

## 5.6 Zusammenfassung

Man erkennt, daß die alten elektromechanischen Regler problematisch sind und es immer waren. Sie weisen – wie jede andere Magnetspule auch – eine Hysterese auf, d. h. sie schalten später aus als ein. Die Regelung funktioniert nicht gleichmäßig über den gesamten Arbeitsbereich der Lichtmaschine und die Kontakte hängen an empfindlichen Federchen und müssen nachgestellt und gepflegt werden, bis sie dann irgendwann einmal verbrannt sind. Außerdem mußte früher gerade bei Motorrädern an allem gespart werden; die ohnehin recht simple elektrische Anlage wurde stets äußerst knapp bemessen.

Hinzu kommt noch, daß die Spannungsspule des Reglers beispielsweise 0,5 bis 0,7 Ampere aufnimmt, das sind immerhin mehr als 4 Watt, die an Lichtmaschinenleistung verloren gehen und Maschine und Regler unnötig aufheizen. Nur der Ehrgeiz nach absoluter technischer Originalität ist ein Anlaß, einen alten mechanischen Regler, der früher einmal 6 Mark kostete, zu restaurieren oder durch einen neuen zu ersetzen, die es tatsächlich bei Bosch noch gibt, jedoch zu inzwischen astronomischen Preisen! (für den Preis eines neuen F - Reglers zum Beispiel bekommt man etwa drei perfekte elektronische Regler!).

---

## 6. ELEKTRONISCHE REGLER

Elektronische Regler sind also das Ersatzteil der Wahl und von verschiedenen Anbietern erhältlich. Sie passen hinsichtlich Leistung, Größe und Lochmaß exakt zur 30 - bis 45 Watt – Lichtmaschine auf die Position des alten Reglers in der Lichtmaschinenkappe, wo man sie von außen sowieso nicht sieht.

Die Vorzüge sind gravierend: Absolute Spannungskonstanz bei allen vorkommenden Belastungszuständen und damit gesicherte Akkuladung, Überlastungsschutz mit Knick – Kennlinie, kein Rückstrom mehr bei niedrig drehendem Motor, keine Gefahr für die Lichtmaschine durch klebende Kontakte und schließlich so gut wie kein Eigenverbrauch. Das bedeutet, daß die 4 - 5 Watt Verbrauch des mechanischen Reglers jetzt dem Bordnetz zur Verfügung stehen (man könnte jetzt z. B. im Scheinwerfer eine 35 Watt – Birne einsetzen statt der originalen 25 Watt) bzw. die Lichtmaschine entlasten, zumal auch der Regelwiderstand wegfällt.

Man sollte beim Kauf des Reglers darauf achten, daß er mit einer integrierten Rückstromdiode ausgestattet ist. Ferner muß der Typ der Lichtmaschine angegeben werden, und welcher Typ Regler vorher montiert war (positive oder negative Regelung). Bei englischen Maschinen ist darauf zu achten, ob Plus oder Minus an Masse liegt. Bei der Montage ist darauf zu achten, daß die hintere Montageplatte guten Massekontakt hat wegen der Kühlung. Das Montagebrettchen aus Pertinax des alten Reglers fällt weg.

Es ist allerdings *streng* darauf zu achten, daß elektronische Regler - so wie grundsätzlich alle elektronischen Komponenten in Fahrzeugen – niemals ohne angeschlossenen Akku betrieben werden dürfen, da dieser die vom Lichtmaschinen – Kollektor verursachten Spannungsspitzen ausfiltert, die die Elektronik nicht verträgt.

Dank einer ausführlichen Beschreibung ist der Einbau auch für den Nichtfachmann kein Problem; es sind nur drei Kabel anzuschließen. Die Lichtmaschine selbst sollte allerdings vorher überprüft und in Ordnung sein! Wer sich den Reglertausch nicht zutraut oder unsicher ist, geht zum Fachmann - Siehe Schlußwort!



## ZWEITER TEIL: DIE ZÜNDUNG

---

### 7. EINLEITUNG

Nachdem wir jetzt genauestens wissen, wie die Lichtmaschinen unserer Oldtimer funktionieren, wenden wir uns der Zündung zu. Dieser Teil ist noch wichtiger als der vorherige, denn: Ohne Licht kann man notfalls fahren. Wenn die Maschine einen Magnetzündler hat, sogar ohne Akku. Ohne intakte Zündung allerdings nie!

Deshalb schauen wir jetzt, wie die Zündung eines Benzinmotors funktioniert, und wie man sich bei Fehlern oder völligem Ausfall selbst helfen kann.

Auch hier können einige Grundkenntnisse nicht schaden. Aber zuerst ein paar Worte zur Geschichte der Zündung:

(Keine Lust auf Historie und Theorie? →auf Seite 45 weiterlesen!)

#### 7.1 DIE ENTWICKLUNG DER ZÜNDUNG

Als in der Mitte des 19. Jahrhunderts der Verbrennungsmotor entstand, gab es viele bis dahin unbekannte Probleme zu lösen. Während die bisher als Kraftmaschine dienende Dampfmaschine ihr Arbeitsmedium fertig bezog, nämlich als Druckdampf aus einem Dampfkessel, mußte das Betriebsmittel des Verbrennungsmotors für jeden einzelnen Arbeitstakt im Zylinder selbst hergestellt werden. Das heißt, das Benzin als Energieträger mußte erst fein vernebelt werden, damit es zusammen mit der benötigten Luftmenge angesaugt werden, explodieren und damit Arbeit leisten konnte.

Das Hauptproblem war es, dieses vom Kolben angesaugte Benzin – Luft – Gemisch im richtigen Moment zu entzünden. Die Elektrotechnik steckte noch in den Kinderschuhen, und so wurden zur Entzündung des Gemisches zunächst abenteuerliche Methoden angewendet. Der Motorenpionier Nikolaus August Otto hat einmal gesagt, daß die Entwicklung des Verbrennungsmotors im Sande verlaufen wäre, wenn man nicht die elektrische Zündung erfunden hätte, und Gottlieb Daimler nannte die Zündung „das Problem der Probleme“.

Gelöst wurde das Problem nach vielen Versuchen und Fehlschlägen schließlich von Robert Bosch mit dem von ihm entwickelten Hochspannungs – Magnetzündler, mit dem wir uns gleich ausgiebig befassen werden.

#### 7.2 ZÜNDUNGSARTEN

Schauen wir uns jetzt einmal einige der vielen Stufen auf dem Weg zu unserer heutigen Zündung an:

### **7. 2. 1 FLAMMENZÜNDUNG**

Die allerersten Verbrennungsmotoren waren atmosphärische, das heißt kompressionslose Stationärmotoren, die mit Leuchtgas betrieben wurden und deren Arbeitshub durch das Vakuum im Zylinder nach der Explosion realisiert war. Zur Entzündung des Gases brannte in einer durch eine bewegliche Klappe verschlossenen Kammer neben dem Brennraum eine Gasflamme. Im oberen Totpunkt des Kolbens - das Gas wurde ja noch nicht komprimiert – wurde die Klappe über ein Gestänge geöffnet und das in den Zylinder hineingesaugte Gas brannte an der Flamme an. Die damit erreichbare Drehzahl ging nicht über 60 – 80 U/min hinaus. Eine Dampfmaschine drehte wesentlich höher!

### **7. 2. 2 GLÜHROHRZÜNDUNG**

Zum Einbau in ein Fahrzeug waren diese Motoren mit Flammenzündung natürlich nicht geeignet. Deshalb kam man gegen 1880 zur Glührohrzündung. Hier zweigte vom Brennraum ein hinten geschlossenes Röhrchen ab, welches von einem Benzinbrenner, einer Art Lötlampe, zur Rotglut gebracht wurde. Beim Kompressionshub – inzwischen wurde das angesaugte Gas zwecks Leistungssteigerung leicht komprimiert – wurde ein kleiner Teil davon in das heiße Röhrchen gedrückt. Dieser Teil entzündete sich im Innern desselben, die austretende Flamme dann das restliche Gas im Brennraum. Auch hier gab es ein Steuergestänge; die Motordrehzahl konnte 300 – 400 U/min erreichen. Die Sache funktionierte, auch im Fahrzeug, recht zuverlässig, solange der Fahrtwind nicht die Heizflamme ausblies.

### **7. 2. 3 ABREISSZÜNDUNG**

Eine erste elektrische Zündung gab es um 1885. Man ordnete im Brennraum einen isolierten, Metallstab an, der von einem von der Nockenwelle gesteuerten Hebel berührt wurde. Dadurch floß durch Stift und Hebel ein Strom. Im Moment der Zündung löste sich der Hebel vom Stift, und der Abreißfunke entzündete das Gasgemisch. Als Stromquelle benutzte man in Ermangelung von etwas Besserem Trockenbatterien, sogenannte „Galvanische Elemente“. Diese Art der Zündung funktionierte bei den niedrigen Drehzahlen so lange ganz gut, bis nach kurzer Zeit die Batterien leer waren und ausgewechselt werden mußten.

### **7. 2. 4 SUMMERZÜNDUNG**

Eine weitere frühe Zündungs - Variante war die Summerzündung. Man betrieb, ebenfalls von Trockenbatterien gespeist, im Brennraum einen Summer, genannt „Wagner´scher Hammer“, wie er sich im Prinzip an jeder Klingel befindet. Der Summer erzeugte einen permanenten Funkenstrom, am dem sich das Gasgemisch willkürlich entzündete. Aber auch dies war nicht die Lösung des Zündungsproblems.

-----



## **8. DER WEG ZUR HOCHSPANNUNGSZÜNDUNG**

### **8.1 NIEDERSPANNUNGSZÜNDUNG**

Der Elektro – Industrielle und Erfinder Robert Bosch erinnerte sich an das von Werner von Siemens erdachte dynamoelektrische Prinzip und entwickelte um 1890 eine elektrische Zündmaschine, nämlich den Magnetzünder. Dieser ist im Prinzip ähnlich wie unsere Lichtmaschine aufgebaut. Da hier aber keine kontinuierliche Spannung erzeugt wird, sondern nur Impulse, und keine Regelung nötig ist, wird das Magnetfeld statt durch Spulen mittels starker Dauermagneten erzeugt, die hufeisenförmig den rotierenden Anker umfassen. Dieser trägt nur eine Spule und hat keinen Kollektor, da nicht gleichgerichtet werden, sondern nur der Spannungsimpuls abgegriffen werden muß. Dazu wird das Ende der Spule auf einen Schleifring geführt, an den der Impuls gegen Masse abgenommen werden kann.

Der geniale Robert Bosch fand nun heraus, daß man die im rotierenden Anker erzeugte Spannung wieder auf die Ankerspule zurückführen, also praktisch einen Kurzschluß herstellen muß, so daß ein kräftiger Strom fließt. Unterbricht man diesen Strom jetzt im Moment der höchsten Stärke durch einen Schaltkontakt, so entsteht in der Spule durch deren Gegeninduktion eine Spannungsspitze von mehreren hundert Volt. Durch einen auf der Zünderwelle angeordneten Nocken konnte man den Schalter in dem gewünschten Zündmoment öffnen.

Diese Spannung reichte natürlich nicht aus, um an einer Zündkerze einen Funken überspringen zu lassen. Man brauchte daher immer noch einen Mechanismus wie bei der Abreißzündung, nämlich das von der Nockenwelle betätigte Abreißgestänge. Im Zylinderkopf befand sich noch immer der sogenannte Zündflansch mit dem festen und dem beweglichen Abreißkontakt. Man war aber jetzt nicht mehr auf die mangelhaften Trockenbatterien angewiesen, und die Drehzahl der Motoren konnte auf über 1000 U/min gesteigert werden. Man spricht hier von der Niederspannungszündung, die im Laufe der Jahre noch weiter perfektioniert wurde und viele Jahre im Einsatz war.

### **8.2 HOCHSPANNUNGSZÜNDUNG MITTELS ZÜNDMASCHINE (volkstümlich: „Magnetzündung“)**

Der nächste Schritt auf dem Weg zu unserer heutigen Zündung war der Wunsch der Motorenbauer, auf das drehzahlbegrenzende Zündgestänge verzichten zu können. Als Idealfall wurde ein zwischen zwei unbeweglichen Elektroden überspringender Funke von ausreichender Wärmemenge angesehen. Dieser mußte so viel Energie aufweisen, daß er das Benzin – Luft – Gemisch in allen Situationen und unter hohem Kompressionsdruck sicher entzünden konnte. Auch sollte natürlich der Zündzeitpunkt vorverstellbar sein, unerlässlich bei höheren Drehzahlen.

Diese Wünsche der Industrie veranlaßten Robert Bosch, sich mit der Entwicklung eines Hochspannungszünders zu befassen. Sein ebenfalls genialer Werkmeister Gottlob Honold entwickelte in kurzer Zeit eine Hochspannungs – Zündmaschine. Dazu nahm er den Anker eines Niederspannungszünders und brachte auf dessen Spule mit „dickem“ Draht eine zweite Wicklung aus vielen Windungen dünnen Drahtes auf. Diese begann am Ende der ersten Wicklung, die zum Unterbrecher führt, und endete wiederum am Schleifring, von wo aus die Hochspannung zur „Zündkerze“ geführt wurde, die er ebenfalls entwickelt hatte. Wurde jetzt der Stromfluß in der Spule „dicken“ Drahtes unterbrochen, so gab es eine Transformatorwirkung, die Spannungsspitze am Ende der dünnadräftigen Spule betrug tatsächlich einige tausend Volt. Wenn man jetzt noch einen Kondensator über den Unterbrecherkontakt legte, erreichte die abgegebene Spannung einen Wert, der den geforderten Funken an der Zündkerze überspringen ließ.

Dies war der Durchbruch auf dem Gebiet der Zündung. Von nun an konnten kleine, schnellaufende Motoren hoher Leistung hergestellt und in die Fahrzeuge eingebaut werden. Da der Zündapparat vom Motor selbst angetrieben wurde, waren die Probleme der dauernd leeren Trockenbatterien oder der klappernden Zündgestänge gegenstandslos geworden; die Zündanlage arbeitete ohne bzw. unabhängig vom etwaigen Bordnetz.

### **8.3 HOCHSPANNUNGSZÜNDUNG MITTELS AKKU UND BORDNETZ (volkstümlich: „Batteriezündung“)**

Seit etwa ab 1920 die Fahrzeuge zunehmend mit Lichtmaschinen und zugehörigen Akkus ausgerüstet wurden, wollten manche Hersteller, vor allem in den USA, von den recht teuren Magnetzündern wegkommen (für die Bosch zunächst eine Art Monopol besaß). Es entstand die „Batteriezündung“, die nichts mit den weiter oben erwähnten Trockenbatterien der Abreißzündung zu tun hat. Mit „Batterie“ ist hier der von der Lichtmaschine geladene Akku gemeint.

Hier wird also der nötige Primär – Zündstrom, den es zu unterbrechen gilt, nicht von einem Generator geliefert, sondern dem Bordnetz entnommen. Statt des rotierenden Zündankers benötigte man eine Zündspule, die nichts anderes ist als ein Transformator, und die ebenfalls eine dickdräftige und eine dünnadräftige Spule enthält. Diese hat keine bewegten Teile; die Zündanlage benötigt allerdings einen stets vollgeladenen Akku, so wie wir es heute nicht anders kennen. Die Vor – und Nachteile beider Zündungsarten werden weiter unten ausführlich besprochen.

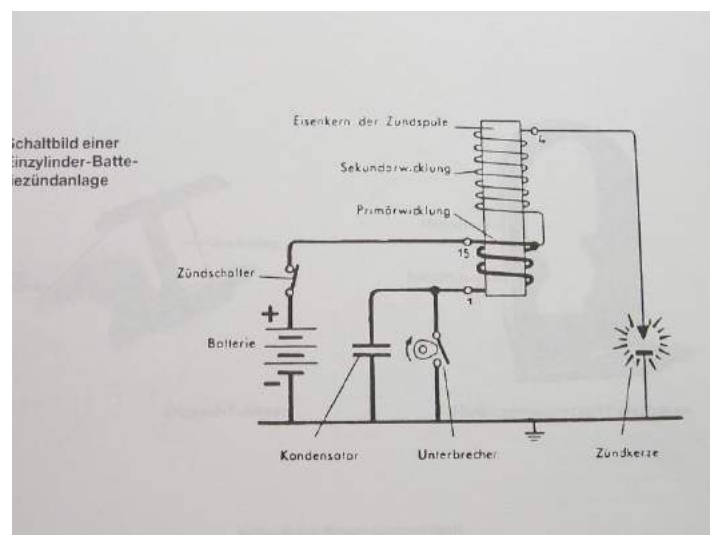
-----

## 9. WIE FUNKTIONIERT DIE ZÜNDUNG?

### 9.1 ALLGEMEINES

Da Magnet – und Batteriezündung das gleiche Funktionsprinzip aufweisen, zieht man zum Studium der Wirkungsweise am besten die Batteriezündung heran, da diese übersichtlich aufgebaut und leichter verständlich ist.

Es kommt nämlich erst einmal gar nicht darauf an, woher der Strom kommt, mit dem die Spule mit dem „dicken“ Draht gespeist wird, die wir ab jetzt sowohl bei der Zündspule wie auch beim Anker des Magnetzünders „Primärwicklung“ nennen wollen. Das darauf gewickelte Paket dünnen Drahtes heißt „Sekundärwicklung“.



Zur Wirkungsweise schaue man sich das Bild an: Eine Stromquelle (Batterie = Akku) liegt mit ihrem Minuspol an Masse. Der Pluspol wird über einen Schalter (=“Zündschalter“) an eine Seite der Primärwicklung der Zündspule geführt. Die andere Seite dieser Primärwicklung geht über einen vom Motor betätigten Unterbrecher – Kontakt, zu dem parallel ein Kondensator liegt, zur Masse zurück. Die Sekundärwicklung beginnt am Ende der Primärwicklung. Deren Ende wiederum führt über das Zündkabel zur Mittelelektrode der Zündkerze, deren Seitenelektrode ebenfalls an Masse liegt.

Was passiert, wenn wir den „Zündschalter“ einschalten? Bei offenem Unterbrecherkontakt garnichts, da der Kondensator keinen Gleichstrom durchläßt. Wird der Unterbrecherkontakt (durch Drehen des Motors) geschlossen, so beginnt ein Strom durch die Primärwicklung zu fließen und baut in ihr ein Magnetfeld auf. Weiter passiert nichts. Würden wir beim Schließen des Kontaktes das Zündkabelende in der Hand halten, würden wir allenfalls ein leichtes Kribbeln spüren.

Öffnet durch Weiterdrehen des Motors der Unterbrecherkontakt aber wieder, so bricht das Magnetfeld in der Spule, unterstützt durch den Kondensator, schlagartig zusammen. Dieser Zusammenbruch führt zu einem kräftigen Spannungsimpuls. Dieser wird in die Sekundärwicklung transformiert und läßt an der Zündkerze einen kräftigen Funken überspringen. Hätten wir das Zündkabel noch immer in der Hand, so würden wir ganz schön zusammenzucken. Dabei dienen die 12 – 15000 Volt, die die Zündspule erst einmal liefert, nur dazu, die Strecke zwischen den Elektroden der Zündkerze zu ionisieren, damit sie elektrisch leitend wird. Der eigentliche Strom, der die Zündung bewirkt und den wir als „Funke“ sehen, folgt erst danach. Das Ganze spielt sich in weniger als einer hundertstel Sekunde ab.

Der Zündfunke, das heißt der Lichtbogen zwischen den Kerzenelektroden, muß zum Zünden des Gas – Luft – Gemisches eine bestimmte Wärmeleistung erbringen, die sich aus der Überschlagszeit und der Höhe des fließenden Stromes ergibt und die mindestens etwa 100 Millijoule betragen muß.

An der Luft muß der Funke mindestens 6 mm überspringen, wenn unter Kompressionsbedingungen und eventuell verschmutzter Zündkerze der übliche Elektrodenabstand von 0,5 bis 0,7 mm sicher übersprungen werden soll. Die dazu benötigte Spannung beträgt mindestens 12000 Volt. An der Luft werden zum Überspringen eines Millimeters Funkenstrecke etwa 3000 Volt benötigt. Zwei Millimeter erfordern 5000 Volt, und für jeden weiteren Millimeter sind weitere 1000 Volt nötig.

Diese Erkenntnis kann man zur Prüfung der Leistung einer Zündanlage heranziehen, wie wir später noch sehen werden.

Es sei an dieser Stelle noch angemerkt, daß man vor einem elektrischen Schlag aus dem Zündkabel keine Angst haben muß. Die 10000 Volt einer Überlandleitung sind zwar fast immer tödlich. Die Leistung unserer Zündanlage hingegen ist so gering, daß die Spannung, bedingt durch den Körperwiderstand, auf ein für den Menschen ungefährliches Maß zusammenbricht. Bei den elektronisch gesteuerten „Gleitfunken“ - Zündanlagen moderner Autos, die mit Zündspannungen von 25000 bis 30000 Volt arbeiten, ist allerdings Vorsicht geboten.

-----

## 9.2 WAS BEWIRKT DER KONDENSATOR ?

Der Kondensator, der bei Batterie – und auch Magnetzündung stets parallel zum Unterbrecherkontakt geschaltet ist, hat die Aufgabe, die Unterbrechung des Primärstromes beim Öffnen des Kontaktes zu beschleunigen, da die erreichbare Hochspannung um so höher ist, je schneller das Magnetfeld in der Spule zusammenbricht.

Normalerweise entsteht beim Öffnen eines stromdurchflossenen Kontaktes sogenanntes Kontaktfeuer (die Abreißzündung basiert auf diesem Effekt!), besonders, wenn eine Spule, also eine Induktivität, abgeschaltet wird. Dieses Kontaktfeuer ist bei der Hochspannungszündung unerwünscht, da es den Öffnungsvorgang des Kontaktes verzögert, weil durch den entstehenden Lichtbogen immer noch Strom fließt, der erst „allmählich“ aufhört. Der leere Kondensator nun nimmt den noch fließenden Strom auf, indem er sich damit auflädt. Am Kontakt ist jetzt praktisch kein Feuer mehr zu sehen; man erreicht so das gewünschte schnelle Öffnen. Als nützlicher Nebeneffekt werden die Kontakte geschont und halten erheblich länger. Beim folgenden Schließen derselben wird der Kondensator dann entladen und steht beim nächsten Öffnen wieder als „Kontaktfunkenkiller“ zur Verfügung.

Der Kondensator muß natürlich eine bestimmte Größe, „Kapazität“, aufweisen, die auf die Spule abgestimmt sein muß. Außerdem muß er spannungsfest sein. Denn obwohl nur die „Niederspannung“ geschaltet wird, können die Spannungsspitzen beim Öffnen des Kontaktes mehrere hundert Volt betragen. Gängige Kondensatorgrößen sind Werte von 0,15 bis 0,3 Mikrofarad ( $\mu\text{F}$ ); entsprechend 150 – 300 Nanofarad (nF); bei mindestens 600 Volt Spannungsfestigkeit.

In der Frühzeit bestanden die Kondensatoren aus einzelnen Metallplättchen, die mit Glimmer voneinander isoliert und zusammengepreßt wurden. Sie waren kleine Kunstwerke, und die Herstellung war fast genau so teuer wie diejenige der Zündspule selbst. Sie waren nur bedingt feuchtigkeitsfest und empfindlich. Heutige Kondensatoren bestehen aus aufgewickelter Folie, die mit Aluminium bedampft ist. Sie sind in einem Kunststoff – oder Metallgehäuse eingekapselt; klein, preiswert und unverwüsthlich.



um 1920



heute

Kondensatoren

-----

## **10. DIE BATTERIEZÜNDUNG IN DER PRAXIS**

### **10.1 ALLGEMEINES**

Da wir schon einmal bei der Batteriezündung sind, schauen wir uns an, wie das denn in der Praxis aussieht:

Fahrzeuge mit Batteriezündung (zur Erinnerung: mit „Batterie“ ist hier der aufladbare Akku gemeint) müssen also auf jeden Fall mit einer elektrischen Anlage, bestehend aus Lichtmaschine und Akku, ausgerüstet sein. Der Akku muß die Zündung ja auch bei stehendem Motor versorgen können, damit man starten kann. Die Bestandteile der Zündung sind wie gesagt Zündschloß, Unterbrecherkontakt mit Kondensator, Zündspule und Zündkerze. Bei mehrzylindrigen Motoren käme noch der Verteiler hinzu.

### **10.2 UNTERBRECHERKONTAKT**

Der Unterbrecherkontakt wird von einem umlaufenden Nocken betätigt, der beim Viertaktmotor mit halber Kurbelwellendrehzahl umläuft wie die Nockenwelle, da wir ja hier nur alle zwei Umdrehungen ein Zündfunken brauchen. Beim Zweitakter, der bei jeder Umdrehung zündet, muß der Nocken mit Kurbelwellendrehzahl umlaufen. Die Anzahl „Höcker“ auf dem Nocken richtet sich nach der Zylinderzahl.

Der Kondensator liegt in unmittelbarer Nähe des Kontaktes, alles zusammen in einem Abteil seitlich am Motor, beim Auto im Verteilergehäuse. Der bewegliche Kontakt, der sogenannte „Hammer“, ist isoliert, federbelastet und mit einem Fiberklötzchen versehen, welches auf dem Nocken gleitet. Der feste Gegenkontakt, „Amboß“ genannt, ist mittels Langloch mit der an Masse liegenden Montageplatte verschraubt. Durch Verschieben des Kontaktes in diesem Langloch kann man den Abstand der Kontakte, der normalerweise etwa 0,4 Millimeter betragen soll, einstellen. Der Moment des Abhebens des Hammers beeinflusst den Schließwinkel und auch den Zündzeitpunkt, der aber normalerweise durch Verdrehen der Trägerplatte gegen den Nocken eingestellt wird. Dazu gleich mehr. Als Kontaktmaterial verwendete man ursprünglich Silber, das sich aber nicht bewährte. Danach wurden die Kontakte aus Wolfram oder aus Iridium gefertigt.

### 10.3 ZÜNDSPULE

Eine Zündspule hat drei Anschlüsse: Den Primär - Eingang für die positive Speisespannung (Klemme 15; vom Zündschloß), den Primär - Ausgang (Klemme 1) und oben in der Mitte den Sekundär - Ausgang (Klemme 4) für die Hochspannung, von dem das Zündkabel zur Zündkerze führt.

Der Ausgang 4 geht an den beweglichen Unterbrecherkontakt, dessen feststehender Gegenkontakt an Masse liegt, so daß bei geschlossenem Kontakt der Primärstrom fließen kann. Es wird also nicht die Plus - Zuleitung, sondern aus technischen Gründen die Minusleitung durch den Unterbrecher geschaltet.

### 10.4 ZÜNDVERSTELLUNG

Jetzt ist es auch an der Zeit, die Zündverstellung zu betrachten. Wozu Zündverstellung?

Wenn in einem geschlossenen Raum, zum Beispiel im Brennraum unseres Motors, ein Gas - Luft - Gemisch zur Explosion gebracht wird (und nur ein Gas - bzw. Benzin - Luftgemisch mit korrektem Mischungsverhältnis explodiert, niemals ein Gas oder Benzin allein, das brennt höchstens) explodiert dies nicht auf einmal. Es entzündet sich zunächst an der Zündkerze, sodann läuft eine „Flammenfront“ von dort bis an die Grenzen des Raumes mit einer zwar hohen, aber definierten Geschwindigkeit.

Auf den Brennraum des Motors bezogen heißt das, daß die Flammenfront, nämlich das „vor sich hin explodierende“ Gemisch, einige Millisekunden braucht, bis es komplett verbrannt ist, damit sich dann das heiße „Abgas“ ausdehnen, den Kolben niederdrücken und damit Arbeit leisten kann.

Da aber bei der Drehzahl unserer Motoren von mehreren 1000 Umdrehungen je Minute (bis zu 40 Umdrehungen je Sekunde) die Laufzeit des Kolbens beim Arbeitshub ebenfalls nur Millisekunden dauert, wie sich leicht ausrechnen läßt, muß man die Laufzeit der Flammenfront berücksichtigen, da die Explosionskraft ja exakt im oberen Totpunkt auf den Kolben wirken soll und nicht erst, wenn er schon wieder abwärts läuft. Denn damit würde man Kraft verschenken, abgesehen von der damit verbundenen Überhitzung. Stellt man also den Zündzeitpunkt genau auf die höchste Position des Kolbens, dem oberen Totpunkt (abgekürzt O.T.), so wird im Leerlauf und bei Drehzahlen von unter 1000 U/min die Sache noch funktionieren.

Dreht der Motor jetzt höher, so muß man den Zündzeitpunkt vorverlegen, damit der oben erwähnte Fall nicht eintritt. Das heißt, der Unterbrecher muß bereits öffnen, wenn der Kolben noch in der Aufwärtsbewegung ist, damit die Flammenfront pünktlich im O.T. beim Kolben ankommt. Würde man den Zündzeitpunkt aber fest auf „früh“ stellen, so trifft bei niedriger Drehzahl die Flammenfront auf den Kolben, wenn er noch im Hochlaufen begriffen ist. Dies gibt natürlich einen „Schlag in die falsche Richtung“, der sich durch unschöne Geräusche, dem Klopfen, bemerkbar macht und der Kolben und Lager bald zerstören würde.

Beim Antreten eines Motorrades unter Frühzündung würde der Starterhebel zurückschlagen, da er sich im Moment der Zündung noch im Eingriff befindet und durch den „rückwärts“ laufenden Kolben nach oben geschleudert würde. Bei falscher Zündeneinstellung hat sich dabei schon manch einer einen dicken Fuß geholt.

Der Zündzeitpunkt sollte entsprechend der Motordrehzahl kontinuierlich verstellbar sein von Null, das heißt O.T., bis etwa 40 Grad Kurbelwellenwinkel vor O.T., je nach Höchstdrehzahl.

Bei den alten Zündanlagen, etwa bis Ende der Dreißiger Jahre, mußte der Fahrer den Zündzeitpunkt selbst verstellen. Dies geschah beim Motorrad mit dem Fingerhebel, meist links am Lenker. Schieben des Hebels nach vorn bedeutete Frühzündung; Ziehen nach hinten Spätzündung, worunter Zündung im O.T. zu verstehen ist (noch später zu zünden wäre natürlich Unsinn). Wie erwähnt den Hebel beim Antreten stets auf „spät“ ziehen. Man kann ihn nach dem Anfahren auf „früh“ stellen und ihn da belassen. Man kann aber auch während der Fahrt je nach Motordrehzahl Zwischenwerte einstellen, wodurch man bei langsamer Fahrt einen ruhigeren Motorlauf erreicht.

„Moderne“ Zündanlagen, das heißt die bis in die Achtziger Jahre gebauten, passen den Verstellwinkel automatisch der Drehzahl an. Statt eines Handhebels verstellen hier Fliehkörper den Kontaktträger. Bei Autos erfolgte noch eine weitere Vorverstellung durch eine Unterdruckdose, die am Saugrohr angeschlossen war. Dadurch erfolgte die Zündverstellung nicht nur drehzahl-, sondern zusätzlich noch lastabhängig. (Absinken des Unterdrucks bei Öffnen der Drosselklappe).

Heute, im Zeitalter der Elektronik, gibt es keine Kontakte und Verteiler mehr. Sie sind durch elektronische Komponenten ersetzt. Mittels Druck – und Drehzahlsensoren errechnet der Bordcomputer für jeden einzelnen Zylinder und für jeden einzelnen Zündvorgang blitzschnell den optimalen Zündzeitpunkt; Klopfen oder Klingeln gibt es auch unter Extrembedingungen nicht mehr. Man spricht hierbei von einer „Kennfeldzündung“. Nur Zündspule und Zündkerze sind geblieben, wobei die „Zündspule“ inzwischen in den jeweiligen Kerzenstecker integriert ist und direkt vom Computer angesteuert wird, so daß es auch keine „Zündkabel“ mehr gibt.

## 10.5 SCHLISSWINKEL

Der letzte Begriff im Zusammenhang mit der Zündung ist der Schließwinkel. Wir haben gelernt, daß sich bei geschlossenem Unterbrecherkontakt in der Zündspule ein gesättigtes Magnetfeld aufbauen muß, damit es anschließend beim Wiederöffnen des Kontaktes zusammenbrechen kann. Dieser Feldaufbau geschieht aber auch nicht plötzlich, sondern er braucht ebenfalls eine zwar kurze, aber doch gewisse Zeit. Bloßes Antippen des Kontaktes reicht nicht; er muß schon eine Weile geschlossen bleiben. Daher ist die Öffnungserhebung des Nockens nicht spitz, sondern etwas in die Länge gezogen. Beim Einzylinder – Motor könnte man den Nocken als halb Berg/halb Tal ausbilden; der Schließwinkel berüge 180°, was nicht nötig ist. Beim Vierzylinder – Motor mit vier Erhebungen des Nockens wird es schon enger; hier beträgt der (theoretische) Schließwinkel  $360^\circ : 4 \text{ Zylinder} : \text{Auf/Zu} = 45^\circ$ . Bei sechs Zylindern wären es 30°, womit beispielsweise bei 6000 U/min. die Grenze erreicht ist.



Bei einem noch kürzeren Winkel käme die Zündspule nicht mehr in die magnetische Sättigung, und die Zündleistung würde rapide abnehmen. Deshalb benutzt man bei Motoren mit acht oder mehr Zylindern zwei getrennte, versetzt angeordnete Unterbrecher sowie zwei Zündspulen.

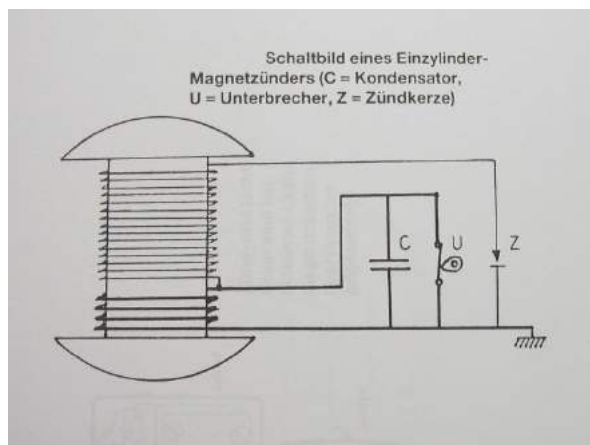
Der vom Werk geforderte reale Schließwinkel eines Motors wird im Versuch ermittelt und kann von diesen theoretischen Werten abweichen.

Letztendlich ist bei Motorrädern mit einem oder zwei Zylindern der Schließwinkel unproblematisch. Man sollte aber auf jeden Fall den vom Hersteller geforderten Kontaktabstand einhalten, da Schließwinkel und Kontaktabstand unmittelbar zusammenhängen: Macht man den Abstand der Unterbrecherkontakte groß, so werden sie nur kurz vom Unterbrechernocken gestreift; der Kontakt öffnet nur kurz, der Schließwinkel ist groß. Verkleinert man den Abstand, ist der Kontakt länger offen, der Schließwinkel ist klein.

Die meisten Hersteller geben den Kontaktabstand mit 0,4 mm an, was aber nur ein ungefähre Richtwert ist. Genauer ist es, zumindest bei Mehrzylindermotoren den vorgeschriebenen Schließwinkel mit einem entsprechenden Meßgerät, dem sogenannten Schließwinkelmesser, durch feinfühliges Verändern des Kontaktabstandes bei laufendem Motor einzustellen.

-----

## 11. DIE MAGNETZÜNDUNG



### 11.1 ALLGEMEINES

Nachdem wir am Beispiel der Batteriezündung den grundsätzlichen Aufbau und die Wirkungsweise einer Zündanlage kennengelernt haben, können wir uns jetzt dem Hauptthema, nämlich der Magnetzündung bzw. dem Magnetzündler, widmen.

Man kann davon ausgehen, daß der größte Teil unserer Oldtimermotorräder mit Magnetzündern bzw. mit Lichtmagnet – Zündapparaten ausgerüstet ist. Deswegen werden wir uns auch ausgiebig mit diesem Thema befassen.

Magnetzündler wurden überwiegend von der Firma Bosch hergestellt, von der sie ja auch entwickelt wurden. Später wurden die Zünder dann mit oder ohne Lizenz nachgebaut. Weitere deutsche Hersteller waren Eisemann, Noris, Siemens und Fenag. Marelli baute in Italien Zünder, die mit den Bosch – Produkten fast identisch waren. In England gab es Lucas und BTH, in Frankreich Ducellier, France und Novi, in den USA Delco-Remy und Splitdorf, und in der Schweiz Scintilla, um nur einige Zünderfirmen zu nennen.

Beginnen wir unsere Betrachtung bei den älteren Modellen mit Hufeisen – Magneten und dem klassischen Doppel – T – Anker, den bekanntlich das Logo der Firma Bosch zeigt. Hier erkennen wir auch gut die Wirkungsweise.



## 11.2 MAGNETZÜNDER MIT HUFEISEN – MAGNET (Bügelmagnet)



Bügelmagnet – Zünder  
(hier: Bosch Type FF 1)



Zündanker mit Schleifring



Magnetbügel



Nockenring



Kontaktrotor



Stromabnehmer

Um eine Spannungsspitze zu erzeugen, die hoch genug ist, um an der Zündkerze einen Funken überspringen zu lassen, braucht man einen starken Primärstrom, der unterbrochen werden kann, sowie die Zündspule, die aus Primär – und Sekundärwicklung besteht. Man kann dies wie oben beschrieben durch Strom aus dem Bordnetz erreichen, aber auch mittels eines elektrischen Generators, der den nötigen Strom im Bedarfsmoment erzeugt. So ein Generator ist unser Magnetzündler, der sich allerdings etwas von einem „normalen“ Stromerzeuger, wie z. B. der Lichtmaschine, unterscheidet.

### 11.2.1 Zündergehäuse

Dieser Generator von der Größe einer kleinen Lichtmaschine besteht in der Regel aus einem Leichtmetallgehäuse, in dessen Mitte ein Anker umläuft. Der Anker ist wie bei der Lichtmaschine vorn und hinten gelagert und besitzt einen Wellenstumpf zwecks Antrieb. In das Gehäuse sind seitlich zwei Polschuhe eingelassen, die aus einem Eisenblech – Paket bestehen. Diese Polschuhe sind innen gerundet, so daß sie nahe an den Anker heranreichen; der Luftspalt beträgt nur einige Zehntel Millimeter, da die meiste Magnetkraft dazu gebraucht wird, um diesen Luftspalt zu überwinden.

Außen sind die Polschuhe plan. Hier wird ein großer, kräftiger Hufeisenmagnet übergeschoben. Dieser soll das für die magnetische Induktion nötige Magnetfeld bereitstellen, so wie es bei der Lichtmaschine die Feldwicklung tut.

### 11. 2. 2 Zündanker

Der Zündanker hat grundsätzlich nur zwei Pole und trägt nur eine Wicklung, die wie bei der Zündspule aus der Primärspule mit dickem Draht und aus der Sekundärspule mit dünnem Draht besteht. Es handelt sich praktisch um eine Zündspule, die rotiert.

Das heißt, daß der Anker des Magnetzünders Stromerzeuger und Transformator in sich vereint. Das „Doppel – T“ des Ankers besteht genau wie ein Lichtmaschinenanker, Motoranker oder Transformator aus einem Paket dünner, voneinander isolierter Bleche, die etwa 0,5 mm dick sind. Die beiden gerundeten Seiten des Ankers bilden die beiden Pole; den Querbalken nennt man Ankersteg.

Wenn man den Anker statt aus diesen Blechen aus massivem Eisen herstellen würde, gäbe es eine „Induktion nach innen“ und damit so viel Wirbelstromverluste, daß er keine Leistung bringen, sondern nur heiß würde. Dies gilt für alle Komponenten, die in einer elektrischen Maschine ein magnetisches Wechselfeld übertragen müssen. Sie müssen „geblecht“ sein.

### 11. 2. 3 Ankerwicklung

Dieser „Doppel – T – Anker“ ist mit zwei Wicklungen versehen: Zuunterst liegt die „Primärwicklung“, bestehend aus etwa 180 bis 200 Windungen Kupferlackdraht von ca. 0,8 mm Durchmesser. Der Anfang dieser Wicklung liegt an Masse; das Ende wird an die isolierte Seite des Unterbrecherkontaktes geführt. Darüber liegt isoliert die „Sekundärwicklung“, die am Ende der Primärwicklung beginnt und ca. 10000 - 12000 Windungen Kupferlackdraht von 0,08 mm Durchmesser aufweist, etwa die Dicke eines Menschenhaares! Das Aufbringen dieser Wicklung ist eine sehr diffizile Arbeit, da nicht nur der dünne Draht ständig reißen kann, sondern auch darauf geachtet werden muß, daß die nach oben hin immer höher werdende Spannung nicht zum Ankermetall überschlagen kann. Das Ende der Sekundärwicklung wird schließlich an den Schleifring geführt. Hier müssen 12 – 15000 Volt isoliertechnisch beherrscht werden, und das in dieser Enge!

Der Anker erhält jetzt zwei runde „Endstücke“ aus Messing, die mit ihm verschraubt werden. Auf dem vorderen Endstück befindet sich das vordere Kugellager und der Antriebs – Wellenstumpf. In seinem erweiterten Innern liegt der Kondensator, der sich mit dem Anker mitdreht. Ein Kondensatoranschluß liegt an Masse, der andere geht an das Primärspulenende, das zum Unterbrecherkontakt führt. Somit liegt er parallel zu diesem. Das hintere Endstück, in dem in seltenen Fällen auch einmal der Kondensator liegen kann, ist meist dünner und trägt einen hohlen Wellenzapfen. Darauf wird der Schleifring aufgeschoben, der mit seiner Isolierhülle durch den Flansch des Endstückes ragt, um gut isoliert das Ende der Sekundärwicklung aufzunehmen. Hinter dem Schleifring kommt das hintere Kugellager mit seinen Distanzscheiben.

Im Innern des Wellenzapfens wird das Ende der Primärwicklung mittels einer Verbindungsschraube isoliert an den feststehenden Unterbrecherkontakt geführt. Der Anker ist damit zu einem zylinderförmigen Drehkörper geworden, der es der Spule ermöglicht, die Kraftlinien des Hufeisenmagneten im Zündergehäuse zwecks Spannungserzeugung quer zu schneiden.

#### 11. 2. 4 Schleifring

Mittels des Schleifringes wird die von der Zündwicklung erzeugte Hochspannung an den Stromabnehmer weitergeleitet. Der Schleifring besteht aus einem diaboloförmigen Rundkörper aus Bakelit oder Hartgummi, in dem mittig ein Metallring aus Messing eingelassen ist. Darin wird das Ende der Sekundärwicklung eingeschoben. Die Schleifkohle des Stromabnehmers läuft auf diesem Metallring; am anderen Ende des Stromabnehmers ist das Zündkabel befestigt, das zur Zündkerze führt.

Hat der Zünder einen Motor mit nur einem Zylinder zu versorgen, so ist der Metallring durchgehend, und es gibt nur einen Hochspannungsausgang; man nutzt nur einen der beiden erzeugten Spannungsimpulse je Umdrehung des Zünders. Bei zwei Zylindern braucht man zwei Ausgänge, die beim Boxermotor oder beim englischen „Twen“ gegenüber liegen (180 oder 360 Grad) oder bei V – Motoren unter 60 bis 90 Grad. Bei deren Zündern ist der metallene Messingring im Schleifring nicht durchgehend, sondern nur ein Segment, damit nur diejenige Zündkerze funkt, deren Zylinder „dran“ ist. Hier werden dann beide erzeugte Spannungsimpulse, der positive und der negative, genutzt, und das Schleifringsegment übernimmt die „Verteiler“ – Funktion. Da die Hochspannungs - Impulse in 180 Grad – Schritten auftreten, muß man bei Zweizylinder - Motoren mit „asymmetrischen“ Zylinderwinkeln (V – Motoren) zu konstruktiven Tricks greifen, um auch hier beide Zylinder versorgen zu können. Bei Motoren mit vier Zylindern (FN aus Belgien; US – Modelle) bedient man sich eines separaten oder im Zünder integrierten Verteilers.

Der Schleifring sowohl als auch der Stromabnehmer mit seiner Schleifkohle können isoliertechnische Probleme bereiten und sind ein erhebliches Manko dieser älteren Zünderbauart. „Moderne“ Zünder haben keine Schleifringe mehr, wie wir gleich sehen werden.

### 11. 2. 5 Nockenring

Zum Öffnen des Unterbrecherkontaktes benötigt jede Zündvorrichtung einen vom Motor angetriebenen Nocken, dessen Aufgabe im Kapitel „Batteriezündung“ schon beschrieben wurde.

Bei der Batteriezündung rotiert dieser Nocken. Beim Bügelmagnet - Zünder rotiert aber konstruktionsbedingt die „Zündspule“ und somit auch der Unterbrecherkontakt. Demnach muß hier der Nocken stillstehen. Man bedient sich eines Ringes, in dem der Kontaktrotor umläuft, dem sogenannten „Nockenring“. Dieser Ring trägt einen „Negativnocken“. Das heißt, an der Stelle, wo der Kontakt öffnen soll, beginnt ein etwa 1 mm hoher „Berg nach innen“, an dessen Ende der Kontakt wieder schließt. Wenn das Schleifklötzchen des Kontaktes diesen „Hügel“ erreicht, öffnet der Kontakt, wobei der Anlaufschräge des Hügels, die meist parabolisch geschliffen ist, eine besondere Bedeutung zukommt. Ist sie zu flach, d. h. verschliffen, so öffnet der Kontakt zu langsam; das Zusammenbrechen des Magnetfeldes wird verzögert, die Zündspannung ist nicht so hoch wie möglich. Ist sie zu steil, „prellt“ der Kontakt, das heißt, er hüpfert mehrmals auf und zu, was zu Mehrfach - Zündfunken und ebenfalls zu stark verringerter Zündleistung führt.

Da der Nocken den Kontakt im Moment des „Abrisses“ öffnen muß (was das ist, sehen wir gleich), muß der Nockenring natürlich in einer genau definierten Position fixiert sein. Zum Erreichen der „Frühzündung“ kann man ihn aber um etwa 20 Grad gegen die Drehrichtung des Zündankers verdrehen. Dazu befindet sich ein federbelasteter Hebel am Ring. Man zieht mittels Seilzug und Fingerhebel nach „früh“; die Feder führt den Hebel wieder nach „spät“, das heißt Zündung im O.T., zurück. Der Nockenring wird schließlich von einem belüfteten Abschlußdeckel verschlossen, der mit einem Spannhebel gehalten wird.

### 11. 2. 6 Kurzschlußknopf

Manche Nockenring - Abschlußdeckel haben im Zentrum einen Druckknopf aus Bakelit bzw. einen Kabelanschluß seitlich am Nockenring. Drückt man auf den Kurzschlußknopf bzw. bringt man den Anschluß an Masse, so verbindet man die zentrale Schraube, die den Unterbrecherrotor mit dem Ende der Primärwicklung verbindet, mit Masse. Damit wird die Primärwicklung kurzgeschlossen, der Zünder arbeitet nicht mehr. So kann man den Motor abstellen.

Ohne diese Vorrichtung kann man den Magnetzünder - Motor nur durch Abwürgen oder, falls vorhanden, durch Ziehen des Dekompressionshebels abstellen.

-----

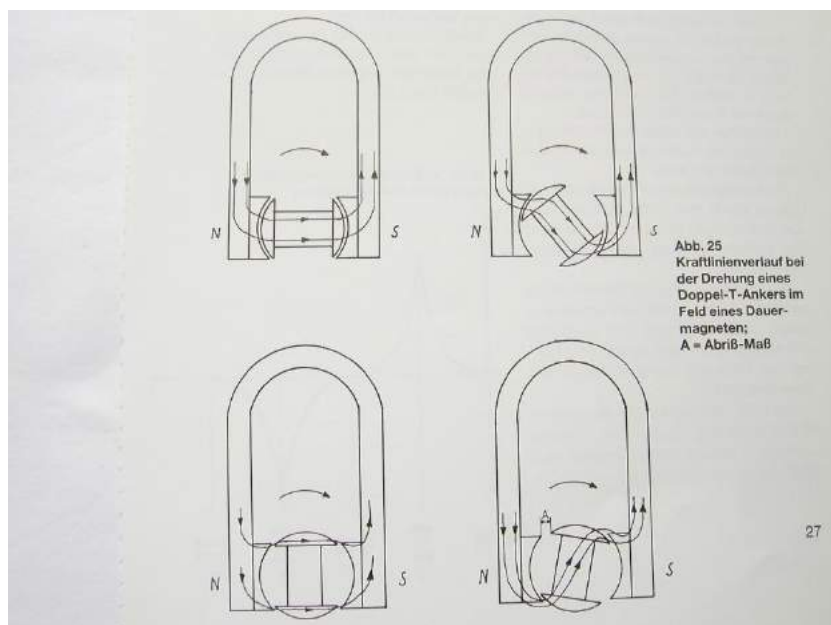
## 11.3 ARBEITSWEISE DES ZÜNDERS

### 11.3.1 Abriß

Der Zündapparat ist wie erwähnt eine Abart des elektrischen Dynamos. Auch hier wird durch das Bewegen eines elektrischen Leiters durch ein Magnetfeld wie bei jeder elektrischen Maschine eine Wechselspannung erzeugt. Tritt der sich drehende Anker und damit die darauf befindliche Spule in das Magnetfeld ein, so steigt die Spannung an, um in der Mitte des Feldes ihren Höchstwert zu erreichen. Danach fällt die Spannung wieder ab, geht in der waagerechten Lage der Spule durch Null und steigt wieder an, diesmal mit umgekehrtem Vorzeichen.

Der dazugehörige Strom, der von der Primärspule über den geschlossenen Unterbrecherkontakt wieder zur Spule zurück fließt, verhält sich anders. Er erreicht seinen Maximalwert später, und zwar dann, wenn die ablaufende Kante des Ankers um einige Millimeter das Magnetfeld des gerade passiertten Polschuhs verläßt und zum anderen Pol strebt, also wenn aus Sicht des Ankers das Magnetfeld abreißt und sich das neue, umgekehrt polarisierte Feld bilden will. Dieses Maß zwischen Polschuh – und Ankerkante, bei dem der höchste Strom fließt, nennt man den „Abriß“. Daß der Strom der Spannung „nacheilt“, hat mit der Induktivität der Spule zu tun und fällt unter „höhere Elektrotechnik“.

Im Moment des Abrisses, d. h. durch das „Umpolen“ des Magnetfeldes von „Nord“ auf „Süd“ oder umgekehrt, wird in der Primärwicklung des Zündankers bereits ein Spannungsstoß erzeugt. Läßt man in diesem Moment den mit dem Kondensator überbrückten Unterbrecherkontakt öffnen, sodaß der Strom schlagartig unterbrochen wird, erhält man eine kräftige Spannungsspitze von mehreren hundert Volt. Diese wird auf die Sekundärwicklung transformiert und erreicht an deren Ende, dem Schleifring, die gewünschte Zündspannung.



Diese Spannung von 12000 bis 15000 Volt dient auch hier zunächst dazu, die sogenannte Funkenstrecke (0,5 bis 0,7 mm) zwischen den beiden Zündkerzenelektroden zu ionisieren, das heißt, sie elektrisch leitend zu machen; das Gleiche, was bei einem Gewitter mit der Luft geschieht. Dann fällt die Spannung auf etwa 1000 Volt ab und schickt für eine hunderttausendstel Sekunde einen Strom von 100 bis 200 Ampere (!) über die Funkenstrecke. Und nur die Wärmemenge, die dieser Strom während des Funkenüberschlages erzeugt, entzündet unser Benzin – Luft – Gemisch.

### **11. 3. 2 Zündverstellung**

Wie bei der Batteriezündung muß auch der Magnetzünder bei steigender Drehzahl die Zündfunken vor Erreichen des oberen Totpunktes des Kolbens liefern können. Dazu sitzt der Nockenring, der für das Abheben des Kontaktes zuständig ist, in einer Längsnut. Die Endlage des Ringes in Drehrichtung des Zündankers ist die O.T. – Position; hier liefert der Zünder die stärksten Funken, die man bei niedriger Drehzahl zum Anwerfen des Motors benötigt. Verdrehen gegen die Ankerdrehrichtung ergibt die gewünschte Frühzündung bei höheren Drehzahlen. Der „Abriß“ des Ankers stimmt zwar jetzt nicht mehr genau, die abgegebene Zündspannung fällt aber wegen der höheren Zündanker – Drehzahl nicht ab.

Manche englischen Zünder haben keinen verstellbaren Nockenring; er ist fest auf „O.T. fixiert. Die Zündverstellung erfolgt hierbei im Antrieb des Zünders automatisch durch Fliehgewichte. Bei anderen Zündern wiederum ist der Nockenring frei drehbar. Seine Position wird durch den Betätigungszug und dessen Widerlager bestimmt.

### **11. 3. 3 Drehrichtung**

Magnetzünder arbeiten grundsätzlich in beiden Drehrichtungen. Die Drehrichtung, für die sie jedoch gebaut sind, wird vom Nockenring und dem Kontaktrotor bestimmt. Auf dem Gehäuse ist sie meist durch einen Pfeil markiert; der Rotor trägt z. B. bei Bosch die Buchstaben „R“ für rechts und „L“ für links. Ein Ändern der Drehrichtung ist also nur durch Tausch von Nockenring und Kontaktrotor möglich. Bei Typen mit automatischer Verstellung, Schnapper oder abgetrepptem Anker (V – Motor – Modelle) kann man die Drehrichtung nicht umkehren.

-----



## 11.4 LEISTUNGSANFORDERUNGEN AN DEN ZÜNDER

Möchte man einen Magnetzünder, aus welchem Grund auch immer, auf seine Leistungsfähigkeit hin überprüfen, so nützt es wenig, wenn man nachsieht, ob die herausgedrehte Zündkerze funkt. Das tut sie immer, wenn der Zünder nicht total defekt ist. Ein grober Test wäre, den Kerzenstecker vom Zündkabel abzdrehen und ein Stückchen Draht in die Zündkabel - Seele zu stecken. Wenn man das Drähtchen jetzt etwa 5 mm von Masse entfernt festhält (natürlich an der Isolierung anfassen!) und ein Helfer den Motor durchtritt, müssen knallende, helle Funken überspringen. Beim ausgebauten Zünder muß der gleiche Effekt erzielt werden, wenn man seine Antriebswelle in Drehrichtung von Hand kräftig durchdreht. Den Nockenring dreht man an den Anschlag in Ankerdrehrichtung (= spät).

Testet man einen Zünder professionell auf einem Prüfstand mittels einer sogenannten Testfunkenstrecke (früher „Funkenzieher“ genannt), so sollten bei 400 U/min. des Ankers mindestens 6 mm und bei 1000 U/min 8 mm über längere Zeit sicher und ohne Aussetzer übersprungen werden (Höchstgrenze: 10 mm). Der Zünder ist im Zuge des Testlaufs auf etwa 70 Grad zu erwärmen, um die normalen Betriebsbedingungen zu simulieren.

Läßt man einen Zünder drehen, ohne die Hochspannung abzunehmen, das heißt, ohne daß es zu einem Funkenüberschlag an Zündkerze oder Funkenstrecke kommt, so stellt dies eine enorme Beanspruchung der Isolation von Spule, Schleifring und Stromabnehmer dar. Die Spannung wird nicht begrenzt; ältere, nicht restaurierte Zünder können durchschlagen und damit endgültig verdorben werden.

Englische Lucas – Zünder (sowie alle Autozünder) weisen zur Spannungsbegrenzung sogenannte „Pickup's“ auf, das sind angespitzte Schrauben, die vom Gehäuse her etwa 8 mm über dem Schleifring stehen. Bei offenem Hochspannungsausgang dienen sie als Spannungsableiter. Bei der Demontage eines solchen Zünders müssen diese Schrauben unbedingt als Erstes ausgedreht werden, da sonst der Schleifring zerstört werden kann.

## 11.5 ZÜNDER MIT EINGEGOSSENEN MAGNETEN

Betrachtet man einen englischen Lucas – oder BTH - Zünder, wie er beispielsweise in BSA-, Norton-, Triumph – oder anderen Maschinen noch bis in die Fünfziger Jahre eingebaut wurde, so fällt das Fehlen des Magnetbügels auf. Das liegt daran, daß hier ein einzelner Magnetklotz im Aluminiumgehäuse steckt, eingegossen oder eingepreßt in einen geblechten Eisenring. Dies konnte man mit einem neuen Magnetmaterial realisieren, welches kurz vor dem Kriege den Engländern zuerst zugänglich war.

### 11. 5. 1 Magnetmaterialien

Ein wichtiger Faktor eines Zünders ist das Magnetfeld, das für die Stromerzeugung im Anker zuständig ist. Dieses muß hier mit Dauermagneten erzeugt werden, da die im Anker erzeugte Spannung nicht wie bei der Lichtmaschine für die Speisung einer Feldspule genutzt werden kann.

Zu Beginn der Zünderfertigung verfügte man nur über gehärteten Kohlenstoffstahl. Die Hufeisenmagnete mußten sehr groß und teilweise mehrfach vorhanden sein, um die nötige Feldstärke zu erreichen. Im Laufe der Jahre experimentierte man dann mit allerlei Legierungen, um Stahl „magnetischer“ zu machen. In den Dreißiger Jahren kam der Kobaltstahl. Damit konnte man die Größe der Magnetbügel bereits wesentlich reduzieren.

Trotzdem müssen alle Zünder mit Hufeisenmagneten von Zeit zu Zeit neu aufmagnetisiert werden, weil durch Wärme und Erschütterungen, vor allem jedoch beim Zerlegen des Zünders, die Magnetkraft nachläßt.

Kurz vor dem zweiten Weltkrieg wurden in Japan die AlNi – Magnete erfunden, eine Stahllegierung mit Aluminium und Nickel. Mit diesem hocheffektiven Magnetmaterial konnten die Zünder nicht nur kleiner und gefälliger werden, wie es die englischen Produkte waren. Auch das Nachmagnetisieren kann entfallen, da AlNi – Stahl seinen Magnetismus „fast unendlich lange“ beibehält.

Heute gibt es für die Herstellung von Permanentmagneten Eisenlegierungen mit Seltenerd - Metallen wie Neodym – Bor. Ein Stückchen davon, etwa so groß wie eine Ein – Euro – Münze, hat etwa die gleiche Magnetkraft wie ein riesiger Magnetbügel der Zwanziger Jahre!

## 11. 6 ZÜNDER MIT ROTIERENDEM MAGNETEN

Diese Entwicklung führte logischerweise zum Zünder mit rotierendem Magneten.

Es war den Zünderbauern, aber auch den Fahrzeugherstellern schon immer ein Dorn im Auge, daß bei den bisherigen Zündern ein Schleifring mit Stromabnehmer nötig war, um die Hochspannung zu entnehmen. Die damaligen Isoliermaterialien, Bakelit und Hartgummi, waren nicht feuchtigkeitsfest, und es gab immer wieder innere Überschläge, die zum Ausfall des Zünders führten. Auch ist sowohl der Nockenring mit Innennocken sowie auch der Kontaktrotor aufwendiger herzustellen als ein Positivnocken mit simplem Blechkontakt, wie wir ihn von der Batteriezündung kennen.

Da es jetzt die starken AlNi – Magnete gab, und weil es egal ist, ob die Spule durch die Kraftlinien oder die Kraftlinien über die Spule bewegt werden, entwickelte man den Magnetrotor. Anstelle des Zündankers mit seiner Wicklung ist jetzt ein Magnetklotz in den einfachen Rotationskörper aus Leichtmetall eingegossen; die Polenden schauen radial heraus.

Die feststehende Spule mit Primär – und Sekundärwicklung ist über dem Rotor angeordnet. Die magnetische Verbindung von den Polschuhen zur Spule erfolgt über ein entsprechend geformtes Blechpaket, welches seinerseits im Gehäuse eingegossen ist. Somit kann man die Hochspannung problemlos von der ruhenden Spule abnehmen. Der Unterbrechernocken befindet sich wie bei der Batteriezündung am Ende der Rotorwelle; der Kontakt auf einer Montageplatte am hinteren Gehäuseende.

Dadurch konnte man auch die Zündverstellung automatisieren, indem man den Nocken um die bekannten 20 Grad gegenüber der Zünderwelle verdrehbar machte. Das kontinuierliche Verdrehen erfolgte durch Fliehgewichte wie im Verteiler der Batteriezündung.

-----

## 12. KOMBINIERTE MASCHINEN

### 12.1 ALLGEMEINES



Lichtmagnet – Zünder  
oben Lichtteil – unten Zünderteil



Lichtbatterie – Zünder  
oben Lichtteil - unten Unterbrecherwelle



Getriebe mit Zwischenrad  
oben die Öler und der Schmierfilz

Im Kapitel über die Lichtmaschinen – Technik haben wir die kombinierten Maschinen, Lichtmagnet – Zünder und Lichtbatterie – Zünder, bereits kennengelernt, die vor dem Kriege in großer Zahl vor allem von Bosch, aber auch von Lucas und Miller, hergestellt wurden. Hier sind einmal Lichtmaschine und Zünder oder aber Lichtmaschine und Unterbrecher in einem gemeinsamen Gehäuse untergebracht.

### 12.2 LICHTMAGNET - ZÜNDER

Besprochen sei die Typenreihe „D“ von Bosch, die wohl am häufigsten vorkommende. Es gab sie für Ein – und Zweizylinder – Motoren und für Zwei – und Viertakter.

Das Gehäuse dieses Apparates, der zu seiner Zeit ein elektromechanisches Wunderwerk war, baut kaum höher als ein Zünder mit Bügelmagnet. Unten rotiert der Zündanker, wie wir ihn vom Bügelmagneten her kennen; mit allem Zubehör, von Nocken – oder Kurbelwelle angetrieben. Darüber befindet sich der Lichtanker mit seinem Kollektor, wie bei der Lichtmaschine.

Der Lichtanker muß natürlich wesentlich schneller als der Zündanker rotieren, um auf seine Leistung von 30 Watt zu kommen. Deshalb gibt es unter dem vorderen Deckel ein etwa 1 : 3 übersetztes Zahnradgetriebe, damit der Lichtanker bei beispielsweise 3000 Motor - Umdrehungen, entsprechend rund 1500 Zünderumdrehungen, auf seine 4000 – 5000 U/min. kommt, bei denen er seine volle Leistung abgibt. Bei Zweitaktzündern beträgt die Übersetzung entsprechend etwa 1 : 2. Für die Überbrückung des Abstandes von Zünd – und Lichtanker gibt es im Getriebe ein kleines Zwischenrad, wodurch beide Anker die gleiche Drehrichtung haben.

Diese Lichtmagnetzündler haben keinen Bügelmagnet, sondern auf beiden Seiten je eine Magnetplatte. Deren Magnetfeld versorgt nicht nur den Zündanker, es nimmt auch Einfluß auf die Arbeit des Lichtankers, obwohl dieser zwecks Spannungs - Konstanthaltung über eine vom Regler gesteuerte Feldwicklung verfügt. Beim Magnetisieren dieser Platten sind besondere Vorschriften einzuhalten, auf die später noch eingegangen wird.

Im Übrigen ist der Zünderteil mit Schleifring, Kontaktrotor, Nockenring mit Handverstellung und Stromabnehmer aufgebaut, wie wir es vom Bügelmagnet – Zünder kennen. Es gibt Apparate für Ein – und Zweizylindermotoren, auch für solche mit den verschiedensten Zylinderwinkeln. In der Kappe über dem Nockenring hinten befindet sich der F – Regler für die Lichtmaschine. Vorläufer des beschriebenen D – Zünders war der Typ E, klobiger und mit Patronenreglern ausgerüstet.

Die Firma Lucas in England baute dann den „MagDyn“, dessen Zünderteil bereits mit AlNi – Magneten ausgerüstet war. Zwar auch eine kombinierte Maschine, aber mit abnehmbarer, gegensinnig drehender Lichtmaschine und einer Rutschkupplung im Getriebe.

### 12.3 LICHTBATTERIE - ZÜNDER

Der Lichtbatterie – Zünder, beispielsweise die Type B von Bosch, weist im Oberteil ebenfalls den Lichtanker auf. Im unteren Teil befindet sich aber kein Zündanker, sondern die Antriebswelle für den hinten befindlichen Unterbrecherkontakt mit Kondensator. Dieser steuert dann die Batteriezündung. Die Zündverstellung erfolgt durch Verdrehen des Unterbrechergehäuses. Der Zahnradtrieb von der Kontaktwelle zum Lichtanker entspricht derjenigen des Lichtmagnetzünders.

Lichtbatterie – Zünder der Type B verfügen über einen Umschalter oben im Reglergehäuse. Damit kann man den Rückstromschalter überbrücken und gleichzeitig den Akku abhängen. Bei leerem Akku kann man nach Umlegen des Umschalters die Maschine durch kräftiges Anschieben direkt von der Lichtmaschine aus zum Laufen bringen, wonach dann zwecks Akkuladung wieder zurückgeschaltet wird.

Lichtmagnet – und Lichtbatterie – Zünder sind nach Bosch – Vorschrift regelmäßig zu schmieren, indem man „dickflüssiges“ Motoröl in einem der Öler über dem Zahnradgetriebe einfüllt, bis es am anderen Öler wieder austritt. Wenn man die Zahnräder nach einer Revision mit modernem Heißlagerfett schmiert, kann das Ölen entfallen.

-----

## 12.4 SCHWUNGLICHTMAGNET - ZÜNDER



Zündspule Ladespule  
Lichtspule - Unterbrecher - Lichtspule  
Kontakt - und Spulenplatte



Magnetrade

Zum Schluß ein kurzer Blick auf eine besondere, weit verbreitete Art des Lichtmagnet – Zünders, dem sogenannten Schwunglichtmagnet – Zünder. Wie bereits im Lichtmaschinen – Teil erwähnt, ist dies ebenfalls eine kombinierte Maschine, die wegen ihrer einfachen Konstruktion fast ausschließlich an kleinen Zweitakt – Fahrzeugen wie Mopeds und Roller Verwendung fand und immer noch findet.

Das sogenannte Magnetrade, das bei diesen Motoren gleichzeitig als Schwungrad dient, besteht aus Aluminium – Guß mit einer Stahlnabe, die als Nocken für den Unterbrecher ausgebildet ist. Innen im Umfang sind – je nach Polzahl – vier oder sechs Magnetstücke eingegossen. Diese werden durch die Drehung über festmontierte Spulen bewegt, deren Polschuhe radial nach außen zeigen. Neben Licht – und Ladespule, soweit vorhanden, laufen die Magnete auch über die Zündspule, die ebenfalls aus Primär – und Sekundärwicklung mit Eisenkern besteht.

Läuft eins der Magnetstücke über die Polschuhe der Zündspule, gibt es den erwähnten Abriß und damit den Hochspannungsimpuls, der direkt an der Spule abgenommen werden kann und auf kurzem Weg zur Zündkerze führt.

-----

## 13. PROBLEME MIT DER ZÜNDUNG

### 13.1 ALLGEMEINES

Jetzt wird es Zeit, zu dem Thema zu kommen, welches den Oldtimerfahrer am meisten interessiert, nämlich Hilfe und Tipps bei Zündungsproblemen. Es wird sowohl die Batteriezündung als auch die Magnetzündung betrachtet, obwohl die Magnetzündung bei unseren Oldtimern überwiegen dürfte. Schauen wir aber auch hier der Einfachheit halber zuerst auf die Batteriezündung.

### 13.2 PROBLEME MIT DER BATTERIEZÜNDUNG

Wenn ein Fahrzeug mit Batteriezündung nicht anspringt, heißt es meistens: „Akku leer“! Daß mit leerem Akku nichts geht, und wie man hier für Abhilfe sorgt, dürfte hinreichend bekannt sein. Glück hat der, der einen Lichtbatterie – Zünder am Motorrad hat!

Außerdem muß ein Motor natürlich technisch einwandfrei sein, ehe man nach Elektrikproblemen sucht. Bei vergammelten Ventilen, klappernden Kolben, verstellter Steuerung oder falsch reguliertem Vergaser kann man auch mit intaktem Akku kein problemloses Anspringen und Laufen erwarten.

Ist der Akku vollgeladen (wir erinnern uns: Spannung deutlich über 6 bzw. 12 Volt) und der Motor will nicht anspringen, so untersucht man zunächst die Benzinversorgung. Hat der Vergaser einen sogenannten „Tupfer“, so drückt man darauf, bis der obere Rand der Schwimmerkammer naß wird. Ist das ok, dann schraubt man die Zündkerze (n) heraus und schaut sich die Innenseite an: hell, trocken: eventuell Benzinmangel. Naß: Motor wahrscheinlich „versoffen“. Frage: Ist er versoffen, weil er nicht zündete? Oder zündet er nicht, weil er versoffen ist? Also: Zündkerze (n) trocknen und reinigen. Dann am Zündkabel anstecken, an Masse halten (nicht gerade in der prallen Sonne!), treten. Funkt die Kerze, ist die Zündung *wahrscheinlich* in Ordnung und der Fehler liegt woanders.

Funkt sie nicht, so ist die Elektrik verdächtig. Es ist immer gut, systematisch vorzugehen:

- a) Zu Voltmeter oder Prüflampe greifen. Minuskabel stets an Masse, andere Seite an Klemme 15 der Zündspule. Zündschalter Ein. 6 bzw. 12 Volt da?

**nein:** Zuleitungskabel vom Zündschloß und das Zündschloß selbst überprüfen. Lose Klemme? Die Zuleitung zur Zündspule ist normalerweise nicht abgesichert.

**ja:** Dann:

- b)** Voltmeter oder Lampe an Klemme 1 der Zündspule.  
Bei *langsamem* Durchdrehen des Motors (Zündkerze ausgeschraubt) muß die Spannung zwischen 0 und 6 Volt hin und her springen (bei 12 Volt entsprechend) bzw. die Prüflampe an und aus gehen im Takt des sich öffnenden und schließenden Unterbrecherkontaktes. (Kontakt offen: Lampe brennt bzw. Spannung da)
- ja:** Kontakt in Ordnung.  
**nein:** (Lampe geht nicht aus): Kontaktfehler. Dann:
- c)** Unterbrecherkontakt freilegen. Durchdrehen. Bewegt sich der Kontakt? Entspricht die Kontaktöffnung etwa „Postkartenstärke“ (0,4 mm)? Ist der Kontakt selbst schwarz verbrannt? Ist der Kondensatordraht unbeschädigt und am Unterbrecher angeschlossen? Beim geringsten Zweifel den Kontakt ersetzen und den korrekten Abstand einstellen.
- d)** Zündkabel gebrochen oder durchgescheuert? Kerzenstecker naß, verschmutzt oder mit Brenns spur? (reinigen, mit der Lupe untersuchen).
- ja:** Zündkabel und Kerzenstecker ersetzen.
- e)** Neue Zündkerze (n) des entsprechenden Wärmewertes beschaffen.

Wenn die Zündkerze jetzt noch immer nicht funkt, bleibt nur ein Kondensator – oder Zündspulendefekt. Dazu beide Teile ausbauen und in der Fachwerkstatt testen lassen.

### 13.3 PROBLEME MIT DER MAGNETZÜNDUNG

#### 13.3.1 Selber testen:

Das soeben zu etwaigen motortechnischen Problemen Gesagte gilt hier natürlich genauso. Der Akku und dessen Ladung spielt hier allerdings keine Rolle.

Springt ein Motorrad mit Magnetzündung nicht an und die motortechnischen Pannursachen sind ausgeschlossen, so schaut man zuerst etwas Simple nach:

- a)** Dreht sich der Zündanker überhaupt? Deckel vom Nockenring abnehmen und durchtreten, dann sieht man's. Es kommt vor, daß die Antriebskette abspringt oder das Antriebsrad sich lockert und leer durchdreht. Abhilfe klar.
- b)** Dreht sich der Zündanker, so nimmt man die Zündkerze heraus. Man kann zwar nachsehen, ob sie funkt. das sagt aber nicht viel. Der Funke kann zu schwach sein, was mit bloßem Auge nicht zu beurteilen ist. Wie bereits berichtet etwas Spitzes ins Zündkabel stecken, treten und sich der Masse bis auf 5 mm nähern. Jetzt müssen Funken überspringen.  
**ja:** Zünder *wahrscheinlich* in Ordnung.  
**Funken erst bei 4 mm oder weniger:** Zünder zu schwach. Ausbau nötig. Versuchen,



ob Nachmagnetisieren hilft.

**Keine Funken:**

- c) Prüfen des Zündkabels vom Kerzenstecker – Kontakt bis zum Anschluß im Stromabnehmer mittels Universalmeßgerät, einzustellen auf „Widerstandsmessung“, Meßbereich etwa 1 Kiloohm (1 K $\Omega$ ). Anzeige 0 ? Kabel in Ordnung. (Anzeige 5 oder 10 Kiloohm deuten auf einen entstörten Kerzenstecker hin; bei Magnetzündung nicht verwenden; ist auch nicht vorgeschrieben!)
- d) Prüfen des Unterbrecherkontaktes. Dazu die Spannfeder des Deckels zur Seite schieben und den Deckel abnehmen, wenn es unter a) nicht schon geschehen ist. Sitzt der Nockenring richtig in seiner Führungsnut? Öffnet der Kontakt in Postkartenstärke im O.T. und schließt er auch wieder? (beim Durchdrehen den jetzt losen Nockenring festhalten!) Ist der Kontakt fettfrei, oder wurde zu großzügig geschmiert? Jedenfalls den Kontakt mit reichlich Waschbenzin oder Entfetterspray reinigen. Magnetzündler – Kontakte können sich nicht selbst reinigen; bereits geringste Fettsuren führen zum Ausfall des Zünders!
- e) Prüfen des Spulenwiderstandes mittels Universalmeßgerät (Meßbereich: ca. 10 Kiloohm): Zündkabel vom Zünder abnehmen. Ein Kabel des Meßgerätes in den Hochspannungsausgang gegen Masse: Das Ohmmeter müßte jetzt je nach Zündergröße einen Wert zwischen etwa 3000 und 5000 Ohm (3 – 5 K $\Omega$ ) anzeigen.

**ja:** Spule, Schleifring und Stromabnehmer *wahrscheinlich* in Ordnung.

**nein:** (Anzeige „unendlich“):

- f) Prüfen des Stromabnehmers: Vom Stromabnehmer geht oben das Zündkabel ab. Lösen der beiden Befestigungsschrauben oder des Klemmbleches. Stromabnehmer herausziehen. Ist die Kohle unbeschädigt? Hat die Feder noch Druck?

**nein:** Stromabnehmer wenn möglich erneuern, sonst instand setzen lassen.

**ja:**

- g) Prüfung e) nochmals durchführen, indem man den Taststift des Meßgerätes vorsichtig in den Stromabnehmerschacht führt und auf den Schleifring aufsetzt. (bei Zweizylinderzündern Motor drehen bis Messingsegment sichtbar).

Zeigt das Meßgerät immer noch „unendlich“ an, so ist die Zündwicklung defekt. In diesem Fall muß der Zünder ausgebaut werden, damit er in einer Fachwerkstatt untersucht werden kann.

### 13. 3. 2 Ausbau des defekten Zünders:

Da der Zünder bekanntlich synchron mit dem Motor laufen muß, hat der Anker eine genau definierte Position zu Nocken – bzw. Kurbelwelle. Vor dem Ausbau des Zünders vergewissere man sich, ob die Position des Zünder – Antriebsrades in bezug auf das Nockenwellen- Abtriebsrad markiert ist. Meistens stimmen im O.T. des Kolbens in Zündposition (Ein – und Auslaßventil geschlossen) Körner oder Farbpunkte an den Zahnrädern überein. Wenn nicht, muß der Zünderantrieb später wieder so justiert werden, daß bei Stellung des Nockenringes in „spät“ –Position (Anschlag in Drehrichtung) bei Durchgang des Kolbens durch den oberen Totpunkt („Zündpunkt“; beide Ventile zu) der Kontakt öffnet.

Zunächst baut man den Zündverstell – Zug ab. Dann löst man die Mutter, die das Antriebszahnrad fixiert, einige Umdrehungen. Noch nicht abschrauben! Erst das Spannband lockern, das den Zünder auf seinen Platz hält. Der Zünder wird jetzt von seinem Antriebsrad gelöst, indem man mit Hammer und Messingdorn leicht gegen die Mutter schlägt. Ist das Rad aus dem Konus gesprungen, dreht man die Mutter ab und zieht den Zünder nach hinten weg unter Beobachtung des kleinen Keilchens, falls vorhanden. Das Antriebsrad kann an seinem Platz bleiben; eine senkrechte Antriebskette sichert man mit Bindedraht gegen Herunterfallen.

Lucas – Zünder sind öfter angeflanscht. Man löst die Befestigungsschrauben und zieht den Zünder samt Zahnrad heraus. Eventuell kommt auch die Verstellautomatik mit heraus. Abnehmen der Teile mit einem kleinen Abzieher.

Zunächst wird der ausgebaute Zünder mehrmals gründlich mit sauberem Waschbenzin gereinigt. Dann bringt man ihn zu einer Fachwerkstatt, wo auf einem Prüfstand der Fehler eingegrenzt wird. Manche Zünder offenbaren ihre Fehler erst nach Erwärmung!

### 13. 3. 3 Zerlegen des defekten Zünders

Man kann darüber streiten, ob jemand ohne spezielle Kenntnisse einen Zündapparat auseinander nehmen soll. Man kann Verschiedenes falsch machen, und spätestens bei Spulen – und/oder Kondensatordefekt ist der Laie sowieso am Ende. Zum Demontieren des Zündankers werden außerdem einige Spezialwerkzeuge gebraucht; der Schleifring aus Bakelit zum Beispiel ist äußerst zerbrechlich. Weiterhin ist das Neuwickeln eines defekten Zündankers eine sehr diffizile Arbeit, die Routine und Kenntnisse verlangt.

Am besten gibt man den Zünder komplett zur Reparatur in eine spezielle Zünderwerkstatt. Danach wird er dann auch ausgiebig getestet, ein Bügelmagnet – oder Lichtmagnet – Zünder wird frisch aufmagnetisiert. „Normale“ Elektrowerkstätten sind dazu nicht mehr in der Lage, da das Fachwissen verloren gegangen ist und die Magnetisiergeräte längst verschrottet sind.

Hier einmal die Auflistung der Schritte zum Zerlegen eines Zünders in Stichworten:

- Den oder die Stromabnehmer herausnehmen
- Massekohle (n) herausnehmen falls vorhanden
- Bei englischen Zündern (Lucas; BTH) die Überspannungsschrauben herausdrehen
- Spannfeder zur Seite; Deckel des Nockenrings und Nockenring abnehmen
- Zentralschraube ausdrehen und Kontaktrotor vom Konus nehmen
- Befestigungsschrauben des hinteren Lagerschildes einschließlich des Haltebolzens für den Abschlußdeckel ausschrauben
- Zündanker herausziehen

Jetzt geht es weiter mit dem Zündanker:

- Hinteren Lagerring abziehen (Spezialwerkzeug). Die Beilegescheiben für die Einstellung des Längsspiels des Ankers sammeln und mit dem Lagerring zusammenbinden
- Schleifring abziehen (Spezialwerkzeug; keinesfalls Kugellager – Abzieher!) Etwaiges Abdeckblech vorher abnehmen
- Die Position der Messing – Endstücke zum eisernen Anker markieren
- Die vier Befestigungsschrauben des hinteren Endstücks ausdrehen (sehr fest; genau passenden Schraubendreher benutzen! Meist seltene Spezialschrauben M 3,5!)
- Endstück durch vorsichtiges Klopfen lösen, Anschlüsse aufzeichnen und ablöten.
- Vorderes Endstück mit Antriebswelle abschrauben. Lager kann verbleiben.
- Ebenfalls durch Klopfen lösen, Anschlüsse am Kondensator aufzeichnen, ablöten.
- Kondensator ausbauen. Ist manchmal mit zugelöteten Schrauben befestigt.
- Am Ankerblechpaket Anfang und Ende der Primärwicklung und die Richtung des Hochspannungsausgangs markieren.

Nach dem Zerlegen alle Metallteile, auch das Zündergehäuse, gründlich reinigen und bürsten oder glasperlstrahlen. Jedoch Vorsicht! Nach etwaigem Strahlen den Sand gründlichst entfernen! (Lagerkiller!) Der alte Kondensator wird grundsätzlich gegen einen neuen, modernen Kondensator getauscht.

Jetzt ist der eigentliche Zündanker mit seiner Wicklung freigelegt. Nach einem statischen Test mittels Impulsgenerator kann jetzt die endgültig als defekt erkannte alte Wicklung abgenommen und erneuert werden. Nach deren statischem Testen und dem gründlichen Überprüfen und ggf. Instandsetzen sämtlicher Einzelteile des Zünders erfolgt der Zusammenbau in umgekehrter Reihenfolge.

#### **13. 3. 4    Pflege und Nachmagnetisieren des Zünders**

Der Magnetzündler an sich ist ein langlebiges und pflegeleichtes Bauteil hoher Qualität. Bei den Bügelmagnet – Zündern und natürlich auch bei den Lichtmagnet – Zündern muß man aber damit rechnen, daß die ursprüngliche Original – Wicklung, die inzwischen mindestens 80 Jahre alt ist, durch Feuchtigkeit, Öl und Benzin Schaden genommen hat.

Die damals noch primitive Isolation aus Harz und Schellack kann gelitten haben, und der dünne Draht der Sekundärwicklung kann regelrecht durchkorrodiert sein. Jedenfalls sollte man einen Magnetzündler vor Wasser schützen, so gut es geht, und ihn *niemals* mit einem Dampfstrahlgerät traktieren!

Anläßlich einer Inspektion des Motorrades kann man den Nockenring abnehmen, reinigen und innen und an der hinteren Anlagefläche *hauchdünn* fetten. Man kann den Unterbrecherkontakt mit Polierleinen leicht schmirgeln (Kontaktrotor dazu abnehmen!) und die Lagerung des Kontakt – Gleitklötzchens mit etwas Fett versehen. Das Kontaktpaar selbst muß *absolut* fettfrei sein; als letzte Arbeit den Kontakt mit Lösungsmittel reinigen. Beim Prüfen des Kontaktabstandes die Fühlerlehre mit Benzin entfetten!

Die Lager brauchen nur ganz selten, vielleicht bei einer Generalüberholung, gefettet zu werden. Bei der Gelegenheit kann der ausgebaute Zündler auch auf einem Prüfstand auf seine ordnungsgemäße Funktion überprüft und neu aufmagnetisiert werden.

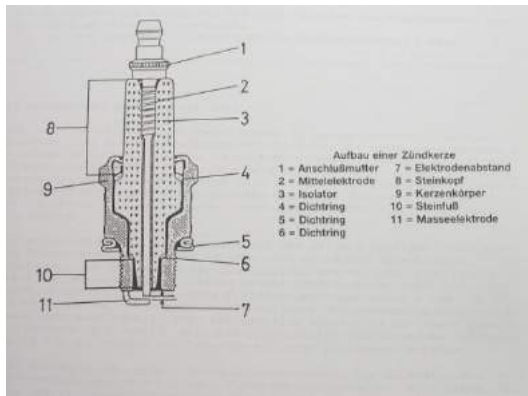
Bügelmagnet – Zündler werden im zusammengebauten Zustand magnetisiert. Magnetplatten von Lichtmagnetzündern der Type D oder E müssen abgenommen werden, sollten aber nach dem Magnetisieren unverzüglich wieder montiert werden.

Die Platten der Type D sind magnetisch „parallel geschaltet“, das heißt, oben ist stets die gleiche Polarität wie unten: oben links und rechts beidemale Nord oder Süd; unten entsprechend umgekehrt.

Die Platten des E – Lichtmagnetzünders sind magnetisch „in Reihe geschaltet“, das heißt oben rechts ist Nordpol, oben links Südpol oder umgekehrt; unten entsprechend anders herum. Dieser Sachverhalt muß beim Magnetisieren natürlich beachtet werden. Die Polarität von Magnetbügeln oder – Platten ermittelt man mit einem Kompaß. Beim Magnetisieren muß der Nordpol eines jeden Magneten grundsätzlich auf den Südpol des Magnetisiergerätes aufgesetzt werden und umgekehrt nach dem Motto: „Süd auf Nord; Nord auf Süd“.

-----

## 14. DIE ZÜNDKERZE



Schnittbild



1 2 3 4

- 1: Vorkriegs – Zündkerze mit Glimmer – Isolator, zerlegbar
- 2: M 18 – Zündkerze hohen Wärmewertes; Fünfziger Jahre
- 3: M 14 – Langgewindekerze, Wärmewert: 240
- 4: Moderne Gleitfunken – Zündkerze für Mager – Motoren

Bei einem Bericht über die Zündung dürfen ein paar Anmerkungen zur Zündkerze nicht fehlen. Denn ohne entsprechende Zündkerze ist auch der beste Zündapparat wertlos.

Die Zündkerzen wurden von Robert Bosch gleichzeitig mit seinen Zündern entwickelt und stecken, unscheinbar wie sie sind, ebenfalls voller technischem Wissen.

Zwischen den Elektroden der Zündkerze soll also infolge der von der Zündspule oder dem Magnetzünder erzeugten Spannungsspitze ein Funke 0,5 bis 0,7 mm weit überspringen. Zunächst eine einfache Aufgabe. Aber: Der Funke muß durch ein Benzin – Luft – Gemisch hindurch, das auf 6 bis 12 bar komprimiert ist. Im kalten Zustand beim Starten des Motors soll es genau so gut funktionieren wie im heißen, wo leicht Temperaturen bis zu 800 Grad erreicht werden. Wobei die Kerzenelektroden aber wiederum nicht so heiß werden dürfen, daß sich das Gemisch daran selbst entzündet. Außerdem sollten Verschmutzungen der Kerze durch Ruß und Kraftstoffrückstände diese nicht am Zünden hindern.

Man erkennt daraus, daß die Anforderungen an eine Zündkerze vielfältig sind. Man kann davon ausgehen, daß die Zündkerzen heute perfekt funktionieren. Einzig wichtig für uns ist, daß wir neben den für unseren Motor nötigen Abmessungen den richtigen Wärmewert auswählen. Wenn es keine Werksangaben gibt, so muß man ausprobieren:

Man beginnt beispielsweise mit einer Kerze des Wärmewertes 200. Man fährt sie etwa 100 km scharf und schaut sich dann das sogenannte Kerzenbild, d. h. die Farbe der Innenseite an. Ist die Kerze schwarz, geht man im Wärmewert stufenweise herunter, bis der Kerzenstein hellbraun ist. Bleibt er weiß, geht man wieder eine Stufe hinauf. Vorkriegsfahrzeuge benötigen meist niedrige Wärmewerte zwischen 90 bis 150 je nach Verdichtung.

Hier noch ein paar gängige Kerzenwerte und ein Vergleich zwischen alter und neuer Bosch – Bezeichnung:

W 145 = W 8 („kalte“ Kerze, gute Selbstreinigung)  
 W 175 = W 7  
 W 225 = W 5  
 W 260 = W 4 („heiße“ Kerze, keine Glühzündungen)

>W< bedeutet Gewinde M 14 x 1,25; >D< bedeutet Gewinde M 18 x 1,5 mm.

ferner: T 1 = A Kurzgewinde  
 T 30 = B Langgewinde

Es gab früher Kerzenabmessungen, die es heute nicht mehr gibt; eine Kurzgewindekerze ist zu kurz; eine Langgewindekerze zu lang; beides funktioniert nicht. Hier nimmt man Langgewinde und fertigt sich einen 4 mm starken Unterlegling an. Jedenfalls muß eine Zündkerze grundsätzlich bündig im Brennraum stehen. Bei heute noch erhältlichen 18 mm – Kerzen, wie sie zum Beispiel die 500er Moto Guzzi – Vorkriegsmodelle verlangen, muß der Kerzenkörper um 3 mm abgedreht werden.

Voraussetzung für einen Kerzen – Fahrtest ist natürlich neben einem gesunden Motor eine korrekt eingestellte Zündung und vor allem ein richtig bedüster und eingestellter Vergaser.

Verschlossene Zündkerzen verursachen Zündaussetzer, d. h. Auspuffknallen, stolpernden Leerlauf und schlechtes Anspringen. Eine Zündkerze ist im allgemeinen so lange gut, wie die Mittelelektrode scharfe Kanten hat. Sind die Kanten sichtbar abgerundet, ist die Kerze am Ende. Hier hilft auch kein Nachstellen des Elektrodenabstandes mehr, sondern nur noch Tausch gegen neu. Stark verkockte Kerzen, die stets auf einen falsch eingestellten Vergaser oder einen verschlissenen Motor hinweisen, kann man bei noch guter Mittelelektrode durch Sandstrahlen ggf. noch mal retten. Ob sich das beim heutigen Kerzenpreis aber lohnt, sei dahingestellt.

Abschließend ein Wort zu Kerzenstecker und – Kabel: Da eigentlich funkentstörte Kerzenstecker Vorschrift sind, nimmt man hier beste Qualität mit Nässeschutz. Nur an älteren Maschinen mit Magnetzündern werden vom TÜV die alten Schraub – oder Steckklemmen akzeptiert.

Das Zündkabel sollte man hin und wieder auf Scheuerstellen und Risse untersuchen oder am besten erneuern. Außer dem klassischen Schwarz gibt es auch wieder Zündkabel mit farbiger Gewebeumflechtung, wie sie früher üblich war.

-----

## 15. VERGLEICH

### ZWISCHEN BATTERIE - UND MAGNETZÜNDUNG

Am Ende noch der Vergleich zwischen Batterie – und Magnetzündung: Beide Zündungsarten haben Vor – und Nachteile, auf die hier noch einmal kurz eingegangen werden soll, obwohl man sich ja mit der Zündanlage zufrieden geben muß, die im Fahrzeug eingebaut ist.

Zunächst sieht es so aus, als wäre der Magnetzündler vorteilhafter, weil er keinen Akku benötigt. Das ist sicherlich ein Vorteil. Nachteilig ist, daß die erzeugte Zündspannung drehzahlabhängig ist, wie bei elektrischen Dynamos eben üblich. Gerade beim Starten des Motors, wo man gern eine hohe Zündspannung hätte, zeigt er Schwächen. Deshalb muß ein Magnetzündler gepflegt, magnetisiert und genauestens justiert sein. Bei hohen Drehzahlen funktioniert er dann prächtig, wobei der Begriff „hohe Drehzahlen“ seiner Zeit entspricht, das heißt für normale Zünder bis etwa 5000 U/min des Motors. (sogenannte „Rennmagnete“ ließen auch höhere Drehzahlen zu, waren aber extrem teuer!). Magnetzündler sind zwar langlebig, sind aber bei einem Defekt nur mit großem Aufwand wieder instand zu setzen. Außerdem müssen die alten Bügelmagnet – Zünder von Zeit zu Zeit ausgebaut und nachmagnetisiert werden.

Die Batteriezündung verhält sich umgekehrt. Wenn sie mit der vollen Bordspannung versorgt wird, liefert sie aus dem Stand heraus die volle Zündspannung. Bei hohen Drehzahlen kann die Zündspannung nachlassen, weil die Zeit zum Durchmagnetisieren der Zündspule immer kürzer wird. Nachteilig ist auch die Abhängigkeit von einem geladenen Akku; ein Vorteil ist der modulare Aufbau, wodurch einzelne Komponenten im Falle eines Defektes leicht getauscht werden können.

In gepflegtem Zustand sind aber beide Zündungsarten hinreichend zuverlässig. An einem Oldtimer, sei es Motorrad oder Auto, ist aber der Magnetzündler ein klassisches Bauteil, welches zu seiner Zeit ein technisches Spitzenprodukt war ebenso wie das Fahrzeug selbst. Ihn zu restaurieren und zu erhalten lohnt immer die Mühe!

-----