

Batterieloser Betrieb der Simson mit einem Spannungsregler

(Hupe, LED-Blinklicht, LED-Rücklicht, LED-Bremslicht)



DIE IDEE

Jegliche neue Elektronik ist inzwischen **RoHS-konform**, was heißt, dass die Verwendung bestimmter gefährlicher Stoffe eingeschränkt ist. Der Kraftstoff ist schon seit langer Zeit bleifrei. Jetzt soll es endlich alte und ggf. sogar neuere Mopeds geben, die diesem sinnvollen Gedanken entsprechen.

-> **Die gute alte Simmi soll endlich vollkommen bleifrei fahren!**

Natürlich können auch alle anderen Zweiräder mit einer einphasigen Wechselstrom-Lichtmaschine umgerüstet werden.



DIE VORTEILE

- **Regionale Wertschöpfung.** Produktion und Verwendung des Produktes. Warum soll man noch regional und teuer produzieren? - > sehen Sie mindestens die Minuten 50...115 des [Vortrages](#) von **Professor Ulrich an der HTWK Leipzig**, um gut zu verstehen, warum es sich lohnt, etwas mehr Geld in regionale Produktion zu investieren und dann für ein regionales Produkt etwas mehr Geld zu bezahlen.
- Ohne einen Bleiakku werden Wartung, Kosten und Gewicht gespart. **Damit wird die Umwelt geschont.**
- Es muss kein Bleiakku mehr gewartet, ein- oder ausgebaut werden.
- Alle Verbraucher (außer das Standlicht) funktionieren bei laufendem Motor und selbst im



TECHNISCHE UMSETZUNG

Die Umrüstung erfolgt mit einem "Bausatz" aus einem Modul und Zubehör. Der originale, äußerlich sichtbare Zustand des Mopeds bleibt erhalten. Es kann bei eventueller Unzufriedenheit oder verändertem Interesse ohne Mühe der Originalzustand zu 100% wieder hergestellt werden.

Mit Hilfe der Umbau-Anleitungen ist es ohne große Mühe möglich, die Teile einzubauen. Natürlich erleichtern fachliche Kenntnisse die Arbeit.

Die Bremslichtspule mit $P \geq 18$ Watt versorgt über ein Modul mit integriertem Gleichrichter und Spannungsregler alle Verbraucher mit 6 Volt oder wahlweise 12 Volt Gleichspannung.

Nach der Umrüstung ist die Elektrik besser als die Originale. Der Aufwand für den Umbau ist deutlich geringer als z.B. die vollständige Umrüstung auf das 12V-Bordnetz von Firma VAPE (was auch noch nicht ohne den Bleiakku auskommt).

...Hiermit werden die alten Probleme zwar zuverlässig aber mit mehr elektrischer

- Standgas an der Ampel immer Leistung gelöst. Ein zusätzlicher und jederzeit zuverlässig. Energieumsatz wird immer mit zusätzlichem Benzinverbrauch erkaufte, was die Umwelt belastet !...
- Das LED-Licht ist dynamisch, hell, erhöht die Sichtbarkeit und damit Sicherheit im Straßenverkehr. Die Glühlampen für das Blinklicht Rücklicht und Bremslicht werden durch moderne LED-Lampen ersetzt. Der alte Bimetall-Blinkgeber wird durch den elektronischen universellen Blinkgeber UBr100W ersetzt. Die originale Hupe bleibt unverändert und wird mit einer separaten Gleichspannung aus dem Regler versorgt. Die Tachobeleuchtung und die Leerlaufkontrolle können als Glühlampen erhalten bleiben.
 - Das Rücklicht kann immer eingeschaltet bleiben und brennt auch nicht mehr durch, wie es bei der originalen Lösung mit einer Drosselspule als "Vorwiderstand" vorkam.
 - Der Einsatz von LED-Lampen ist nur mit einem Spannungsregler oder einer Stromquelle möglich, da sie direkt an der AC-Lichtmaschine innerhalb von Minuten durchbrennen würden.

Diese Abhandlung verfolgt das Ziel, die alten 6V Mopeds wie Schwalbe, Star, S51 ohne eine Batterie, direkt von der Lichtmaschine gespeist, mit einem 6V (12V) -Bordnetz zu betreiben. So ist die Simson immer Einsatzbereit sobald der Motor läuft. Die Wartung, Pflege und Austausch der Batterie entfällt, was gerade bei Wenigfahrern sehr vorteilhaft ist. **Der Aufwand für den Umbau soll nicht groß (< 1,5 Stunden) und voll reversibel sein. So ist der Originalzustand jederzeit leicht wieder herstellbar.** Das Blinklicht, Bremslicht und Rücklicht können als LED-Lampen problemlos von der Klemme 59b versorgt werden. Zunächst wird der Betrieb der 6V-Hupe näher betrachtet, da sie ein elektrisch unangenehmer Verbraucher ist.



Abbildung 1 Vorderansicht der 6V Hupe



Abbildung 2 Seitenansicht der 6V Hupe

Die Hupe hat das in Abbildung 3 gezeigte elektrische Klemmenverhalten, wenn sie an einer Spannungsquelle mit kleinem Innenwiderstand z.B. einer Batterie betrieben wird. Das Verhalten in Abbildung 3 deutet auf eine geschaltete Induktivität wie in Abbildung 4 hin.



Abbildung 3 Verlauf von Strom und Spannung an der 6V-Hupe

Der Strom nimmt mit einer Funktion $I = I_{\max} \cdot (1 - e^{-t/\tau})$ zu und dann wieder ab. Die Frequenz des Tones beträgt $f = 500$ Hz, was an der Periodendauer von $T_{\text{Puls}} = 2$ ms erkennbar ist. Der Spitzenstrom beträgt $I_{\text{Spitze}} = 4,1$ A. Der mittlere Strom beträgt $I_{\text{mittel}} \leq 2$ A. Damit ist der Regler nicht überlastet. Die Spannung im belasteten Zustand beträgt $U = 5,5$ V.

Daraufhin wurden die Parameter der Spule in der Hupe bestimmt. Die Induktivität beträgt $L = 420$ μ H (gemessen bei $f = 1$ kHz). Der Wert von L ändert sich im Betrieb durch Veränderung des Luftspaltes. Der Spulenwiderstand beträgt $R_L = 0,8$ Ω . Die Zeitkonstante der Spule beträgt $\tau_L = L/R = 525$ μ s. Das heißt, dass der maximale Strom $I_{\max} = 6\text{V}/0,8\text{W} = 7,5$ A nach $5 \cdot \tau_L = 2,6$ ms fließen würde. Das Abschalten des

Stromes erfolgt aber nach etwa 1ms, so dass nur 4A erreicht werden und der mittlere Stromverbrauch etwa $I_{\text{mittel}} = 2 \text{ A}$ beträgt.

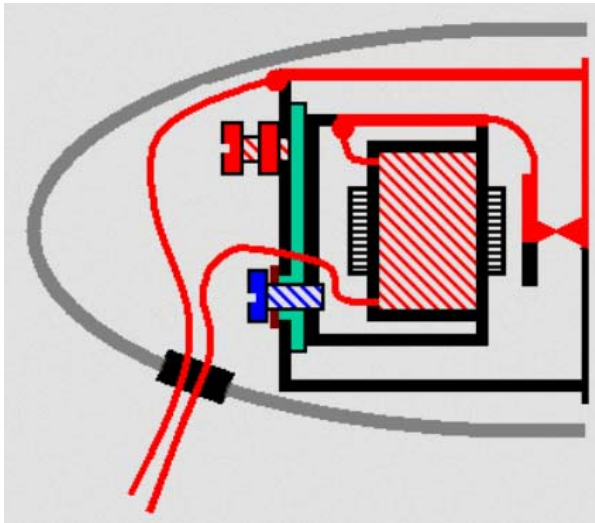


Abbildung 4 Schnitt durch Hupe. Quelle: <http://www.galepp.com/oldtimer/hupe.gif>



Abbildung 5 Rückansicht der Hupe mit Schutzbeschaltung

Nun weiß der eingeweihte Fachmann, dass es beim Abschalten einer Spule Probleme gibt, da sich das gespeicherte Magnetfeld immer entlädt. Das heißt, der Strom „sucht sich einen Weg“, um weiter zu fließen. Es kommt bei Änderung des Magnetfeldes durch Selbstinduktion zu so hohen Spannungen an den Klemmen der Spule, dass z.B. Funken am Schalter (Abreißfunken) entstehen. Es kann durch zu hohe Spannungen auch in anderen Schaltungsteilen zu Schäden kommen. Auch die Isolation der Spulendrähte kann durchschlagen. Abbildung 4 zeigt den Schalter in der Hupe, der nicht beschaltet werden kann, ohne die Hupe mechanisch zu öffnen. In Abbildung 3 ist zu erkennen, dass bei jedem Öffnen des Schalters ohne eine Schutzbeschaltung an den Klemmen der Hupe Spannungsspitzen von etwa $U_{\text{stör}} \approx \pm 75 \text{ V}$ auftreten.

Die Bleibatterie hat mit diesen Spannungsspitzen keine Probleme und es gab traditionell keine anderen Verbraucher an den Mopeds, die beschädigt hätten werden können. Nur der Taster zum Hupen und die Hupe selbst sind durch die Abreißfunken mit Verschleiß behaftet.

Für eine elektronische Spannungsversorgung sind diese Spannungsspitzen aber zu groß. Bei einem praktischen Versuch wurde die Hupe ohne eine Schutzbeschaltung am Spannungsregler betrieben. Der Regler war nach dreimaligem Einschalten der Hupe für etwa eine Sekunde defekt.

Das bedeutet, die Spannungsspitzen müssen begrenzt oder besser ganz vermieden werden. Zur Spannungsbegrenzung stehen Varistoren oder TVS-Dioden (Transient Voltage Suppressor-Diode ähnlich einer Z-Diode), einfache Freilauf-Dioden, Funkenlöschkondensatoren oder RC-Glieder als Filter zur Verfügung. Die Schutzbeschaltung muss Ströme von bis zu 4,5 A leiten, ohne dass die ohnehin geringe Spannung von 6V weiter reduziert wird. Pi-Filter wie bei Netzanwendungen sind also nicht die beste Option.

Problematisch sind auch die sehr kurzen Zeiten der Spannungsspitzen im Mikrosekundenbereich. Es werden daher sehr schnell ansprechende Bauelemente benötigt, welche die induktiv gespeicherte Energie kurzschließen können.

Es wurden Teilerfolge mit teuren und großen Folienkondensatoren erzielt (z.B. $C=680\text{ nF}$, 250V), die einen geringen Innenwiderstand haben und große pulsformige Ströme abspeichern können. Ein ausreichender Schutz ist damit aber nicht gegeben, so dass weitere Versuche mit TVS durchgeführt wurden.

Die besten Ergebnisse sind als Kompromiss aus möglichst geringem Materialpreis, möglichst kleiner Bauform und guter Begrenzung der Spannungsspitzen erreicht worden. Eine bereits vorhandene bipolare TVS-Diode 5KP12CA wurden mit einem parallel geschalteten Scheibenkondensator $C=3,3\text{ nF}$ (100V) direkt an die Klemmen der Hupe gelötet (Abbildung 5). Die Abbildungen 6 und 7 zeigen die gemessenen Ergebnisse an einer 6V Spannungsquelle mit Pufferkondensator $C=2500\text{ }\mu\text{F}$.

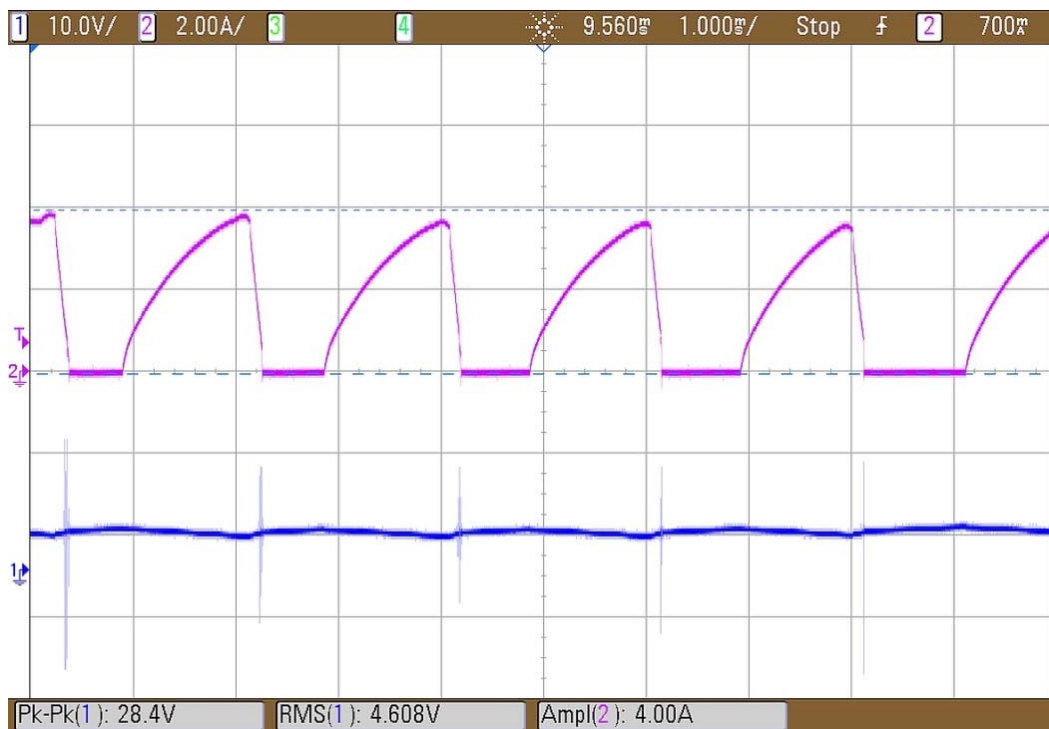


Abbildung 6 Spannungsspitzen mit Schutzbeschaltung an Spannungsquelle

In Abbildung 6 treten dank der Schutzbeschaltung keine Spannungsspitzen $U_{\text{stör}} \geq 20\text{ V}$ mehr auf.

Versuche bis zur Erwärmung der Hupe haben gezeigt, dass der 6V -Regler durch diese verbleibenden Spannungsspitzen nicht beschädigt wird. Mit einer TVS-Diode mit Durchlassspannung $U_z \leq 15\text{V}$ könnte die maximale Spannung beim Abschalten der Spule noch weiter reduziert werden.

Der praktische Einsatz in der Schwalbe hat gezeigt, dass die Klemme 59a zur Kondensatorladung auch bei mittleren Drehzahlen im Kurzzeitbetrieb nicht genug Leistung erbringt, um die Hupe zu betreiben. Der Anschluss an die **Klemme 59b für das Bremslicht hat wesentlich bessere Ergebnisse** gebracht. Durch Pufferung der Ausgangsspannung des 6V -Reglers mit einem Kondensator $C \geq 10000\text{ }\mu\text{F}$, konnte die Hupe noch besser betrieben werden.

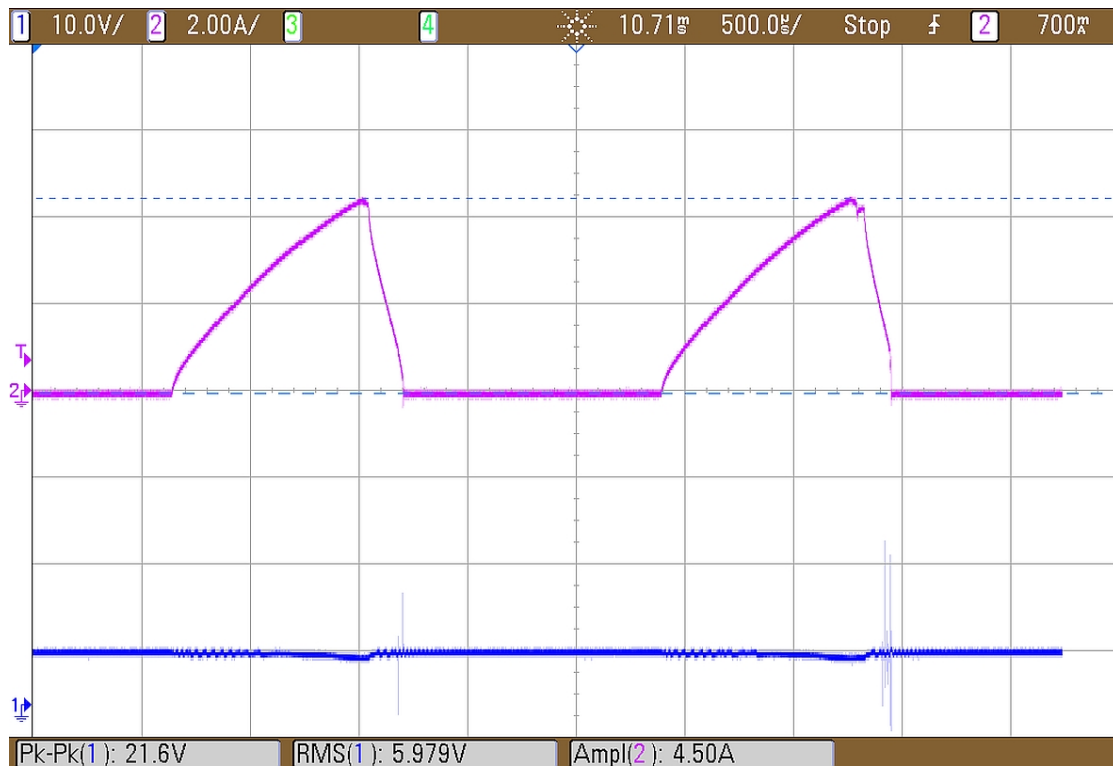


Abbildung 7 Spannungsspitzen mit Schutzschaltung am 6V Spannungsregler

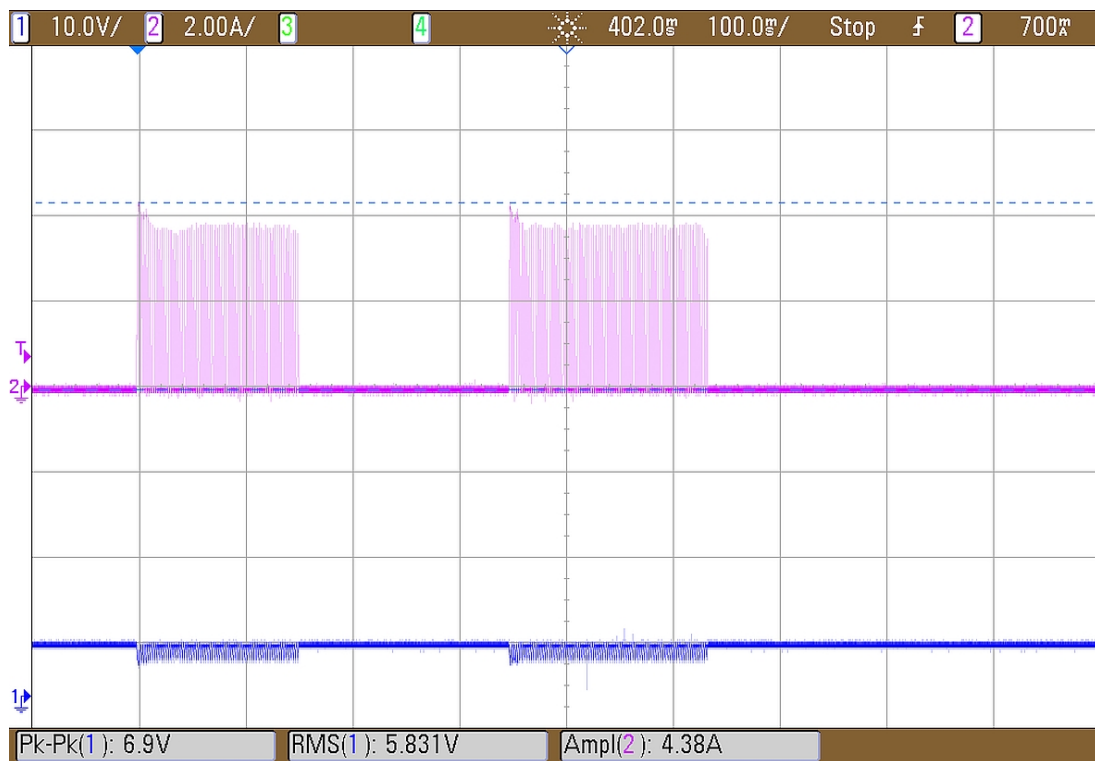
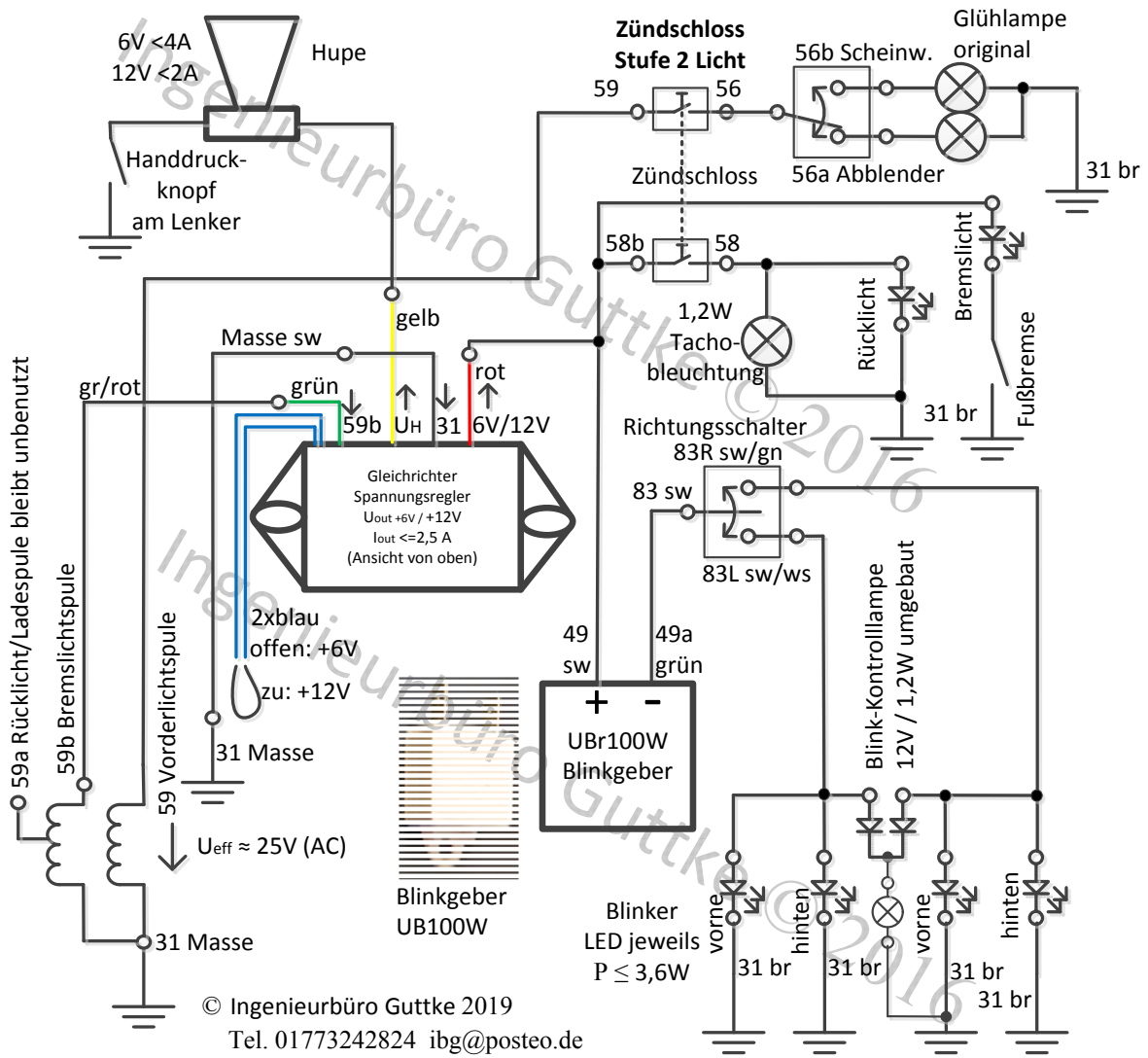


Abbildung 8 Ansicht von U und I bei zweimaligem Hupen mit 6V-Spannungsregler ohne Pufferung

Umbau 6V/12V - Simson S50/S51, Schwalbe, Star, Sperber, SR50 auf Bordnetz ohne Batterie und LED Beleuchtung

Ziel: Vollständiger Verzicht auf einen Bleiakku im Zweirad bei voller Funktion der elektrischen Anlage im Fahrbetrieb mit geringen Investitionskosten.



6V/12V Regler für batterieloses Bordnetz



Blinkgeber UBr100W (retro)



Kabel für Umbau der Blink-Kontrolllampe

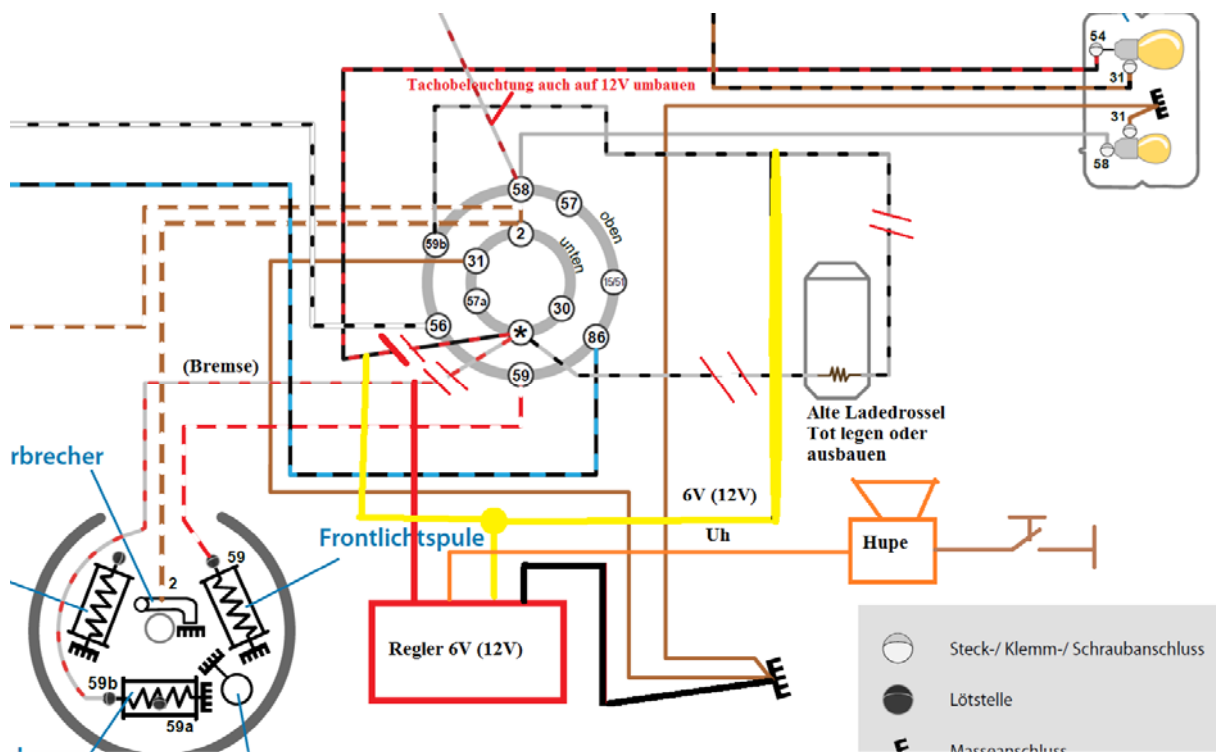


Abb. 10 Umklemmen der Kabel am Zündschloss;

Leerlauflampe und Tachobeleuchtung sollen auch an den 6V (12V) Reglerausgang angeschlossen werden

Der Umbau am Beispiel Schwalbe in Worten (aus dem Gedächtnis):

- 1.) Zündung ausschalten und vorsichtig die Batterie ausbauen. Erst die Leitung Masse Klemme 31 direkt an der Batterie abschrauben und danach die Plusleitung Klemme 30
- 2.) Lampe öffnen, Reflektor, ggf. dessen Halterung und ggf. noch das Zündschloss ausbauen. (Minimum ist Öffnen der Lampe)
- 3.) Kabel 59b mit Wechselspannung ($U_{\text{eff}} = 6 \dots 40 \text{ V}$) von der Lichtmaschine kommend am 3er Verteiler am Zündschloss endend finden. Dann 59b direkt an die Klemme 59 des Reglers ankleben oder besser noch über eine der frei werdenden Sicherungen ankleben.
- 4.) Alte Ladedrossel am einfachsten ganz ausbauen. Mindestens aber alle Leitungen abklemmen und isoliert zur Seite legen.
- 5.) Leitung 54 (Bremslicht Plus) von der Sicherung abklemmen und direkt und ungeschaltet an den (+6 V bzw. +12V) – Verteiler ankleben. Bremse und Blinker müssen immer gehen.
- 6.) Dann die Leitungen 58 (**Rücklicht und Tachobeleuchtung**) an den (+6 V bzw. +12V) - Verteiler ankleben. Wenn das Licht geschaltet werden soll, muss vom Verteiler noch der Zündschloss-Schalter 59b an 58 vor den Lichtverteiler geschaltet werden.
- 7.) Eine Leitung für **die Leerlauflampe** muss von Klemme 15/51 am Zündschloss zum (+6 V bzw. +12V) – Verteiler geklemmt werden.
- 8.) Der +6V Verteiler muss an den Reglerausgang $+U_a = 6 \text{ V (12V)}$ angeklemt werden.
- 9.) Die Masseleitung Kl. 31 vom Massesternpunkt (elektrisch gut aber knifflige Arbeit) oder vom Scheinwerfer an den Regler Klemme 31 GND anschließen.
- 10.) Die Leitung 15 (U+) zur **Hupe** an den (+6 V bzw. +12V) - Verteiler ankleben.

- 11.) Evt. auch die 25V Überspannungsschutzdiode an die zwei Klemmen der Hupe anschließen (Polarität ist beliebig). Es geht etwas besser, wenn die Halterung des Lampenreflektors ausgebaut ist. Der Ausbau und Einbau der ganzen Hupe ist auch hilfreich aber sehr anstrengend.
- 12.) Das Rücklicht öffnen und die 2 LED Lampen einbauen. Rücklicht unten hat <10 LEDs und Bremslicht oben hat >20 LEDs. Die Kontakte vorher säubern und die Kontaktfedern vorsichtig etwas herausziehen, damit sie einen guten Druck auf die Kontakte haben. Das Rücklicht noch nicht schließen da die richtige Polarität und Funktion der Lampen noch getestet werden soll.
- 13.) Die Blinker öffnen und die alten Sofitten gegen die neuen LED-Sofitten tauschen. Kontakte möglichst etwas säubern und prüfen, ob die alten Leitungen und Kontakte noch gut sind. Die Blinkerschalen jetzt noch nicht anschrauben, da die richtige Polarität der LED-Sofitten noch getestet werden muss.
- 14.) Den alten Bimetall- Blinkgeber gegen den neuen elektronischen UB100W tauschen. Hier ist die Polarität zu beachten. Klemme 49 ist Plus und wird auch direkt mit an den (+6 V bzw. +12V) - Verteiler angeklemmt. Klemme 49a ist Minus und geht über den Blinkschalter als Pluspol in den Blinker zu den LED-Sofitten. Der Minuspol der LED-Sofitten liegt direkt an Masse (Klemme 31). Das kann auch mit einem Durchgangsprüfer gemessen werden. Der Pluspol ist bei inaktivem Blinkschalter hochohmig.
- 15.) Dann können erste Funktionstests beginnen. Entweder mit funktionierender Batterie Plus vom Regler abziehen und direkt an den (+6 V bzw. +12V) – Verteiler anschließen und Minus am Masse klemmen. Sonst bei laufendem Motor testen, welche Lampen direkt funktionieren. Bei Fehlern ist oft die Polarität der LEDs nicht beachtet. Die Hupe wird zuletzt getestet. Nicht übertreiben mit dem Hupen, da es eine starke Belastung der Elektronik darstellt.
- 16.) Wenn alle Lampen funktionieren, alles befestigen -> Achtung bei den Klemmen des Blinkgebers! Kurzschlüsse möglich, daher gut isoliert gegen Masse befestigen.
- 17.) Vor dem Einbau des Zündschlosses auch die Kontakte der Tachobeleuchtung und Leerlauflampe reinigen und am besten gleich noch neue Glühlampen einbauen.
- 18.) Bei Verwendung einer der zwei Sicherungen auch die Kontakte des Sicherungshalters reinigen. Hier gibt es evtl. Probleme, wenn der Kontakt schlecht ist. Funktionstest ggf. ohne Sicherung durchführen.

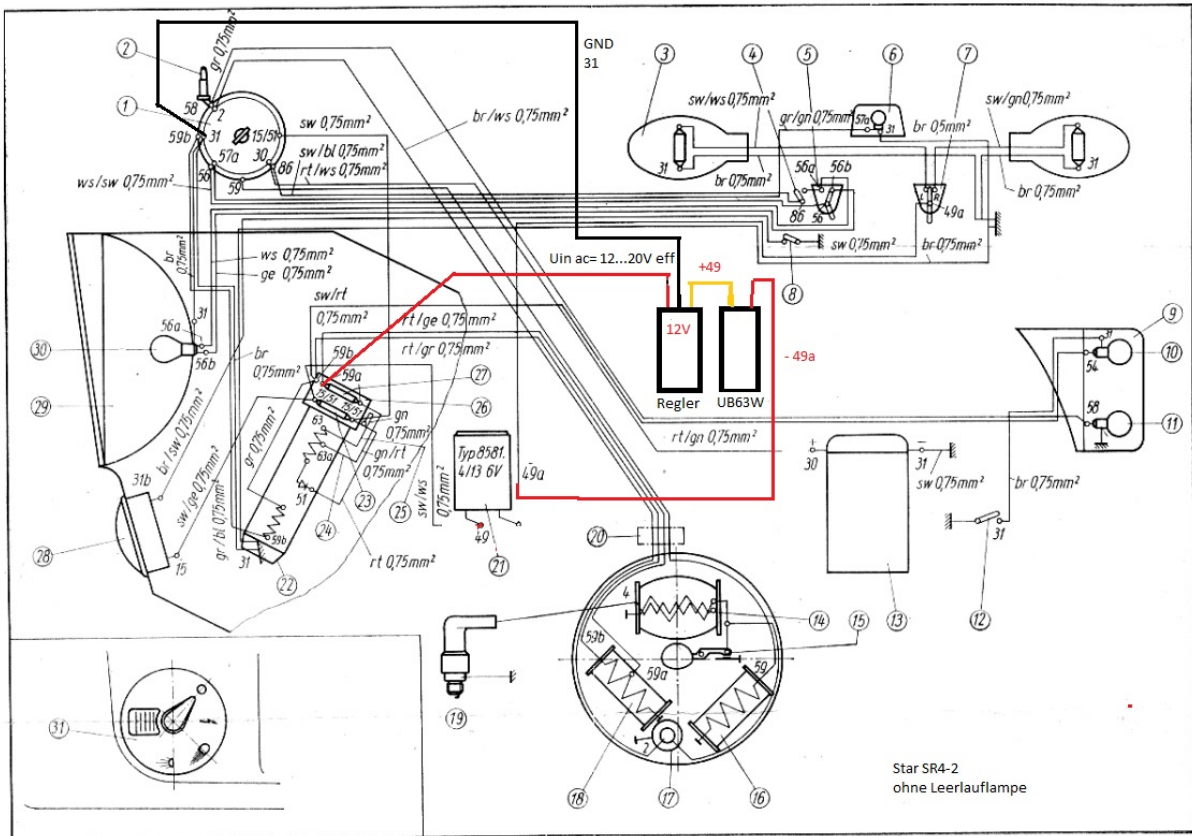
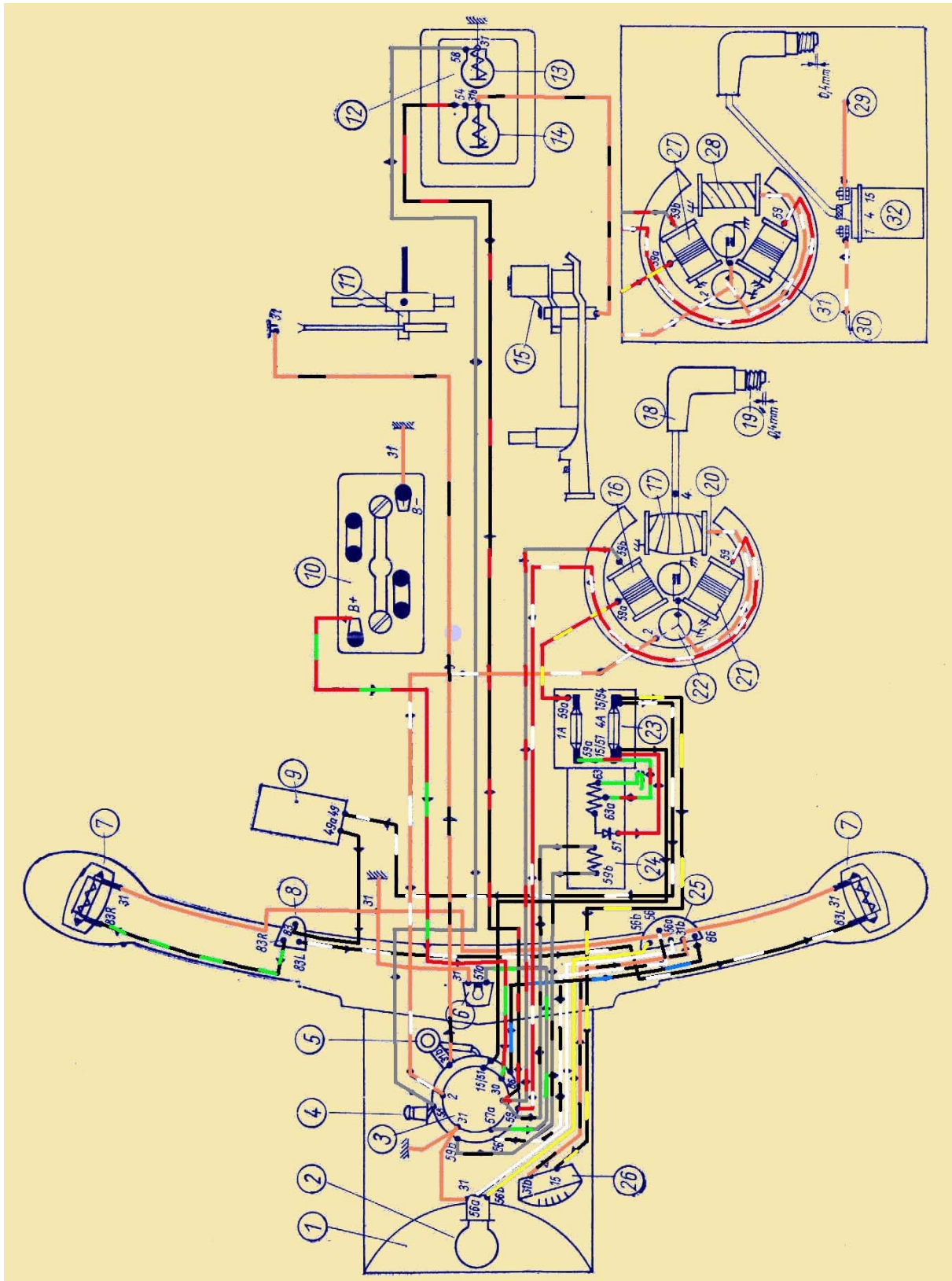


Abb. 11 Schaltplan mit Reglerumbau (hier nur Blinklicht)



Mit Leerlauflampe

Anstiegszeit mit $47\mu\text{H}$ 4A –Drossel ist $5\text{A} / 0,5\text{ms} = \tau_L$. Damit ist der Thyristor bis zu 40V eff einsetzbar. Mit $47000\mu\text{F} + 10000\mu\text{F}$ Kondi 4A/0,5 ms und 10 A in 2,5 ms.