

Sorgenkind:

# Ladekontrolle für ETZ mit elektronischem Regler

(dieser Beitrag entstand auf Grund einer bemerkenswerten Beobachtung von Lorchen)

## Zusammenfassung

Die Ladekontrollleuchte (LKL) der ETZ signalisiert in der Standardkonfiguration (Drehstrom-LiMa, elektro-mechanischer Regler) nicht in jedem Fall den Ausfall des Hauptstrompfades. Bei Ersatz des elektro-mechanischen Reglers durch einen elektronischen wird fabrikatsabhängig zudem auch kein Ausfall des Erregerstromkreises signalisiert, was den Sinn der LKL ernsthaft in Frage stellt. Was die Ursachen dafür sind und welche Lösungen zur Abhilfe in Betracht kommen, wird im folgenden Text dargestellt.

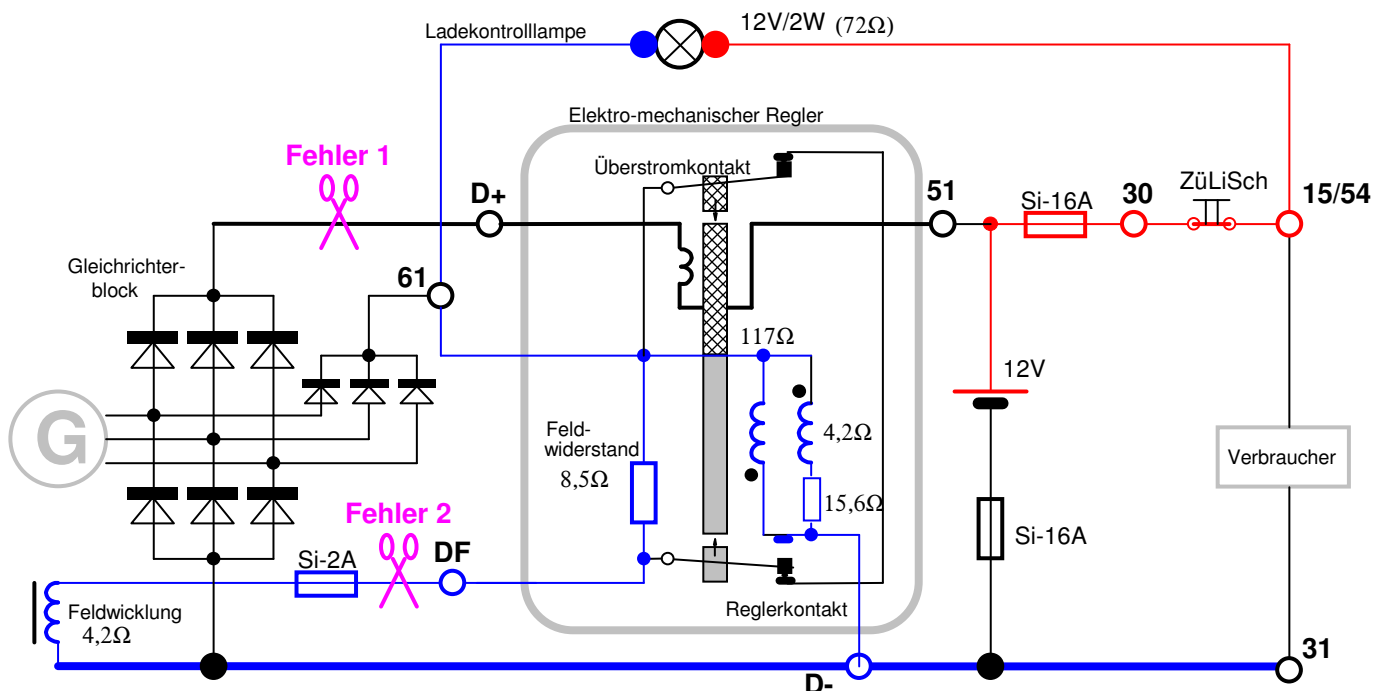
## Verhalten der LKL in Standardkonfiguration mit elektro-mechanischem Regler

Im **Bild 1** sind die zur Erklärung der Funktion der Ladekontrollleuchte relevanten Komponenten im Zustand Motor „aus“ und Zündung „ein“ dargestellt. Die Plusseite der LKL (rot) ist über den ZüLiSch mit Batterie-Plus verbunden. Die Minusseite (blau) erhält Masse über:

1. die Regler-Spannungsspulen
2. den Regler-internen Feldwiderstand -> die 2A-Sicherung -> Feldwicklung (Rotor).

Bei 12V zieht die 2W-Glühlampe etwa 170 mA, was einem äquivalenten Widerstandswert von 72  $\Omega$  entspricht. Berücksichtigt man die zusätzlichen Widerstände im Minus-Pfad, kommen nur weniger als 10  $\Omega$  dazu, d.h. die LKL leuchtet – wie wir das erwarten – mit ausreichender Helligkeit.

Wird der Motor gestartet, wird an der Klemme (61) auf Sollspannung (13,8 V) geregelt. Die Batterie wird nun wegen der stattfindenden Aufladung auf das gleiche Potential gezogen und für die LKL bleibt eine Spannungsdifferenz von Null, sie leuchtet erwartungsgemäß nicht mehr, sie signalisiert damit ordnungsgemäßen Ladezustand während der Fahrt.



**Bild 1:** Elektro-mechanischer Regler und Ladekontrolle bei der ETZ (Zustand: Motorstillstand und Zündung ein)

**Fehlerfall 1:** Wir nehmen an, der Ausgang der Gleichrichterbrücke (D+) liefert aus irgendwelchen Gründen keine Spannung mehr. Am einfachsten lässt sich das provozieren, indem man das Kabel D+ am Regler bei laufendem Motor abzieht.

**Wirkung 1:** Die LKL müsste jetzt leuchten, da die Batterie von der LiMa praktisch abgetrennt ist. Jedoch tut sie das nicht. An Klemme (61) ist – sofern kein Sekundärfehler vorliegt – alles beim Alten, dort liegen nach wie vor 13,8 V an und die LKL bleibt aus.

**Ergebnis: Die LKL signalisiert diesen Fehlerfall nicht!**

**Fehlerfall 2:** Wir nehmen an, die 2-A-Sicherung ist durchgebrannt oder ein Kabel zu den Schleifkohlen am Rotor ist unterbrochen, so dass kein Erregerstrom fließen kann und die LiMa keine Spannung erzeugt. Dieser Fehler lässt sich ebenso leicht provozieren, indem man die 2-A-Sicherung bei laufendem Motor herausnimmt.

**Wirkung 2:** Die Minusseite der LKL bekommt jetzt Massepotential allein über die Spannungsspulen des Reglers und leuchtet auf.

**Ergebnis: Die LKL signalisiert diesen Fehlerfall korrekt!**

### Verhalten der LKL bei elektronischem Regler

Im **Bild 2** sind die zur Erklärung der Funktion der Ladekontrollleuchte (LKL) relevanten Komponenten im Zustand Motor „aus“ und Zündung „ein“ bei Einsatz eines elektronischen Reglers dargestellt. Die Plusseite der LKL (rot) ist über den ZüLiSch mit Batterie-Plus, die Minusseite (blau) ist mit dem Ausgang der Hilfs-Gleichrichterbrücke (61) verbunden.

Sind die inneren elektrischen Verhältnisse wie beim elektromechanischen Regler (vgl. Bild 1) klar, lässt sich das Verhalten der LKL leicht ermitteln. Beim elektronischen Regler ist dies leider nicht so, da sein „Innenleben“ in den meisten Fällen unbekannt ist.

Unsere Erfahrung besagt, dass zumindest beim Start des Motors die LKL auch beim elektronischen Regler wie gewohnt funktioniert. Wie ist das zu erklären?

Die LiMa erzeugt noch keine Spannung an der (61), dem elektronischen Regler fehlt demnach die nötige Spannung für seinen Betrieb, er kann demzufolge überhaupt noch nicht aktiv sein. Die innere Schaltung bietet jedoch auch im inaktiven Betriebszustand widerstandsbehaftete Strompfade von der (61) nach (D-) – modelliert durch  $R_{61/D-}$  – und von (61) nach (DF) – modelliert durch  $R_{61/DF}$  – an. Die äquivalenten Widerstände sind typabhängig und prinzipiell im ausgebauten Zustand des Reglers mit einem Ohmmeter messbar.

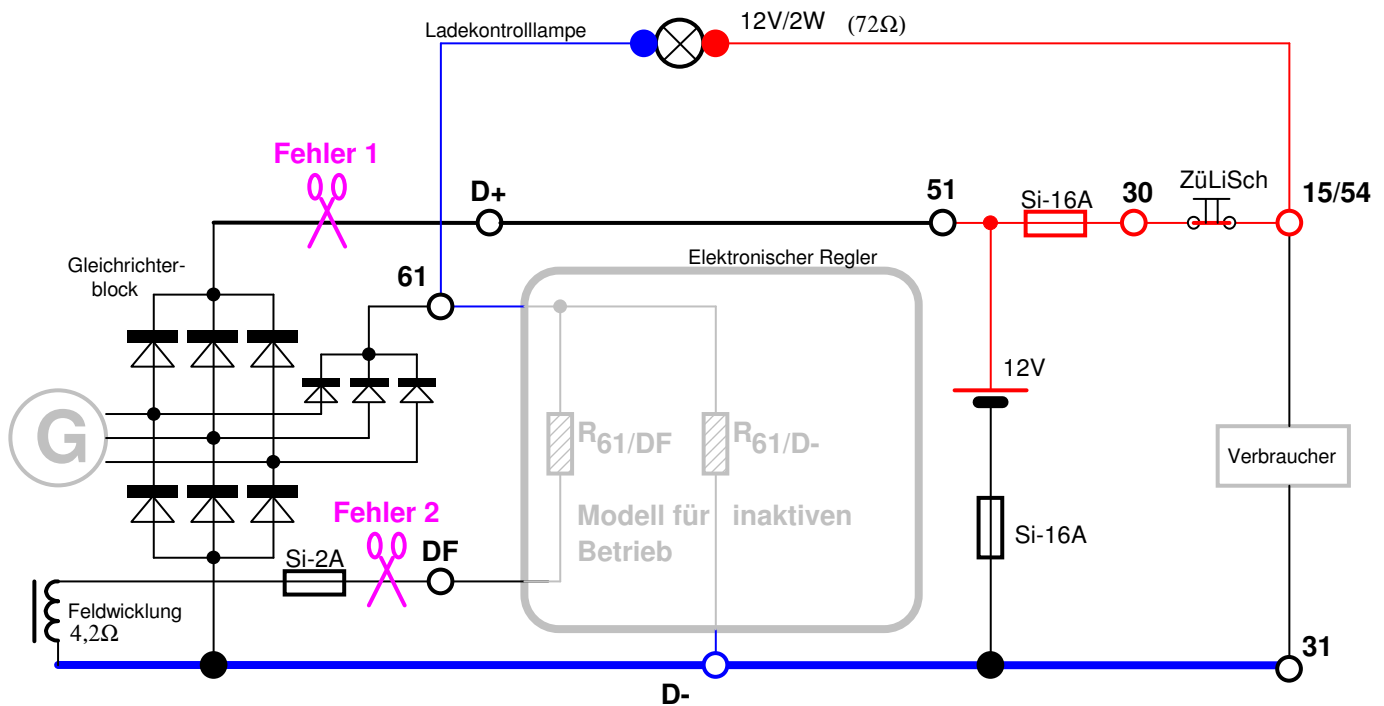
Zwischen (61) und (DF) hängt in den elektronischen Reglern i.d.R. ein Leistungstransistor, der den Feldstrom steuert, deshalb ist dieser Pfad relativ niederohmig. Der LKL-Strom fließt vorrangig über diesen Pfad nach DF und von dort durch die 2-A-Sicherung und über die Kohlen und die Erregerwicklung (Rotor) gegen Masse ab – die LKL leuchtet.

Läuft der Motor, passiert das Gleiche wie im oben geschilderten Fall des elektro-mechanischen Reglers, die Spannungsdifferenz über der LKL wird Null und sie verlischt erwartungsgemäß.

**Fehlerfall 1:** Wie bereits weiter oben beschrieben: Der Ausgang der Gleichrichterbrücke (D+) liefert aus irgendwelchen Gründen keine Spannung mehr, z.B. indem das Kabel (D+) oder (51) am Regler bei laufendem Motor abgetrennt wird.

**Wirkung 1:** Die LKL müsste jetzt leuchten, da die Batterie keine Verbindung zur LiMa hat. Jedoch tut sie das genauso wenig wie beim elektromechanischen Regler. An Klemme (61) liegen – sofern kein Sekundärfehler vorliegt – nach wie vor 13,8 V an und die LKL bleibt aus.

**Ergebnis: Die LKL signalisiert diesen Fehlerfall nicht!**



**Bild 2:** Elektronischer Regler und Ladekontrolle bei der ETZ (Zustand: Motorstillstand und Zündung ein)

**Fehlerfall 2:** Wie bereits weiter oben beschrieben: Der Erregerstromkreis ist unterbrochen (Rotor kaputt, Kohlen abgehoben, DF-Verbindung unterbrochen, 2-A-Sicherung durchgebrannt o.ä.). Die Folge ist, dass kein Erregerstrom fließt und die LiMa keine Spannung erzeugt.

**Wirkung 2:** Die Minusseite der LKL kann jetzt Massepotential nur noch über den inneren Widerstand  $R_{61/D-}$  bekommen, da der Anschluss DF praktisch „in der Luft“ hängt. Der wird von inneren Elektronikkomponenten gebildet und ist i.d.R. hochohmig. Ob die Stromergiebigkeit dieses Pfades dann ausreicht, um die Glühlampe zum Leuchten zu bringen und den Fehler zu signalisieren, ist somit ungewiss.

**Ergebnis: Die LKL signalisiert diesen Fehlerfall u.U. nicht!**

Beobachtet wurde der zuletzt dargestellte Sachverhalt erstmals von Lorchen (mz-forum.com). Nachdem eine Unterbrechung in der Rotorwicklung auftrat und die LiMa keine Spannung mehr erzeugte, wurde dieser Fehlerzustand im Zusammenwirken mit dem elektronischen Regler von der LKL nicht signalisiert. Der Motor lief weiter, bis Zündung und Licht die Batterie leergesaugt hatten.

Interessant ist nun, wie sich die LKL im Zusammenspiel mit verschiedenen Regler-Fabrikaten verhält. Der Test bestand im Entfernen der 2-A-Sicherung im Erregerstromkreis bei laufendem Motor und Beobachtung der Signalisation der LKL. Bis jetzt liegen dazu folgende Zuarbeiten vor:

Tester	Reglerfabrikat	Ergebnis (vielen Dank den Testern!)
Lorchen	VAPE	LKL signalisiert Fehler 2 nicht
MZ-Werner	BERU	LKL signalisiert Fehler 2 nicht
michi89	MZ-Pulsregler 1)	LKL signalisiert Fehler 2 (jedoch mit verminderter Helligkeit)
desert	ELEKTRONIKUS	LKL signalisiert Fehler 2 nicht
specht	HELLA 5DR004243041	LKL signalisiert Fehler 2 nicht

1) Nachwendemodell z.B. in ETZ301

Damit steht die ernsthafte Frage, wozu die LKL in der ETZ bei Einsatz eines elektronischen Reglers eigentlich überhaupt noch gut ist?

Dass sie nach dem Start verlischt, zeigt zumindest erstmal an, dass die LiMa im Startmoment ordentlich arbeitet.

Die Unterbechung des DF-Pfades wird - wie in der Tabelle dargestellt - in den meisten Fällen nicht signalisiert, ein Auftrennen bei D+ (wie auch beim mechanischen Regler) ebenso nicht.

Schmelzen die Gleichrichterdiode weg und an (61) sinkt die Spannung, dann erhöht der Regler als Reaktion darauf den Feldstrom über alle Maßen und die 2-A-Sicherung kommt. Sinkt das Potential dabei an der (61) tief genug und niederohmig ab, würde die Differenzspannung die LKL zum Leuchten bringen. Das ist auch der einzige Fall, der m.E. zu einer erwartungsgemäßen Signalisation führt.

**Fazit:** Die wahrscheinlichsten Lade-Ausfälle werden von der ETZ-LKL im Zusammenspiel mit einem elektronischen Regler **nicht** signalisiert!

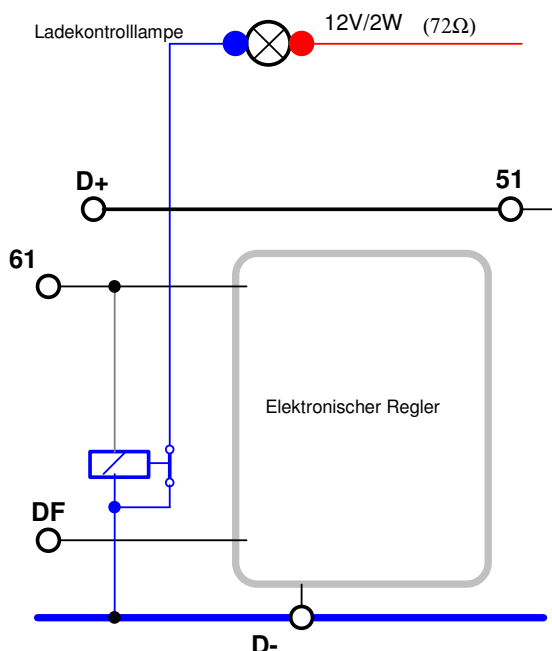
## Lösungsvorschläge

### (1) *Echte Ladekontrolle*

Unbestechlich ist die „echte Ladekontrolle“, die die Schwelle zwischen Ruhespannung der Batterie (ca. 12,6 V) und Ladespannung (ca. 13,8 V), also bei 13,2 V detektiert und signalisiert. Eine simple Elektronik dafür wurde in <http://pic.mz-forum.com/lothar/ELEKTRIK/Rotax-LKL.pdf> ausführlich für die Rotax beschrieben. Die Schaltung ist für jedes 12-V-System ohne Änderungen nutzbar.

### (2) *LED*

Den Test (s. Tabelle oben) habe ich natürlich auch für meinen aktuellen elektronischen Eigenbauregler in der ETZ150 durchgeführt. Ich traute meinen Augen nicht, **nach Entfernen der 2-A-Sicherung ging die LKL an!** Allerdings muss ich dazu bemerken, dass als LKL eine rote 12-V-LED in Ba7s-Fassung eingebaut ist. Der gegenüber der Glühlampe deutlich geringere Strombedarf der LED kann so möglicherweise über den inneren hochohmigen  $R_{61/D-}$  des elektronischen Reglers abgedeckt werden, was bei einer normalen 2-W-Glühlampe nicht funktioniert.



**Bild 3:** LKL-Relais-Lösung

### (3) *Relais*

Eine dritte Möglichkeit ist, zwischen (61) und (D-) ein Relais zu betreiben, dessen Öffner von Masse zur Minusseite der LKL führt (s. Bild 3).

### **Allerdings ist weiterhin zu beachten:**

Nur Variante (1) signalisiert sowohl Fehler 1 als auch Fehler 2, die Varianten (2) und (3) nur den Fehler 2 analog zum elektro-mechanischen Regler.