

**ACHTUNG - Diese Anleitung richtet sich ausschließlich an Fachpersonal! Kontakt mit spannungsführenden Teilen kann tödlich sein!**

Diese Anleitung dient zur Fehlerdiagnose von 1-phasigen KT sowie KTS Synchrongeneratoren mit elektronischem Spannungsregler und Bürsten (Kohlen).

**Benötigtes Werkzeug:**

- Handwerkzeug zur Demontage der Abdeckungen
- Multimeter zur Spannung- und Widerstandsmessung  
Wir empfehlen ein TRUE RMS Multimeter mit einem Widerstandsmessbereich von zumindest  $0,1 \Omega$  zu verwenden, da ansonsten Teilschlüsse in den Wicklungen nicht diagnostiziert werden können.
- 12V Spannungsquelle (z.B. Autobatterie) zur Diagnose eines defekten Spannungsreglers.

**Funktionsweise**

Um den Fehler diagnostizieren zu können ist es sinnvoll zuerst die Funktionsweise des Generators zu verstehen:

Sobald der Antriebsmotor die Welle des Generators dreht, wird eine geringe Spannung von am Rotor aufgeklebten Permanentmagneten erzeugt. Diese geringe Spannung (5-7V) reicht dem Spannungsregler aus, um die Spannung stufenweise auf die Nennspannung zu erhöhen. Dazu legt der Regler über die Kohlen eine variable Gleichspannung am Rotor des Generators an. Der Strom welcher durch den Rotor fließt induziert im Stator eine Spannung.

**Mögliche Fehler**

**Keine Ausgangsspannung:**

Kontrollieren Sie folgende Punkte, bevor Sie mit der Fehlerdiagnose fortfahren:

- Schutzschalter/Sicherungsautomat  
Ist der Schutzschalter eingeschaltet. Prüfen Sie den Schutzschalter auf Durchgang.
- Lose/defekte Verkabelung  
Kontrollieren Sie die Verkabelung auf etwaige Brandstellen, Bruchspuren bzw. lose Verbindungen.
- Direkte Messung der Ausgangsspannung  
Messen Sie direkt am Generatorklemmfeld die Ausgangsspannung!

**Falsche Ausgangsfrequenz:**

Eine falsche Ausgangsfrequenz ist kein Fehler des Generators. Die Frequenz wird einzigt durch die Drehzahl der Welle und somit der Antriebsmaschine bestimmt > Kontrollieren Sie die Drehzahl der Antriebsmaschine.

**Falsche Ausgangsspannung:**

Mögliche Fehler, neben einem defekten Generator oder Spannungsregler sind:

- Falsche Motordrehzahl  
Kontrollieren Sie ob am Ausgang  $50 \pm 2$  Hz erzeugt werden. Falls nicht liegt das Problem an der Antriebsmaschine.
- Falsche Justage des Spannungsreglers  
Die meisten Spannungsregler haben eine Einstellschraube an welcher die Ausgangsspannung fein justiert werden kann. Kontrollieren Sie ob eine Veränderung dieses Reglers das Problem löst.

Sind obige Punkte kontrolliert, öffnen Sie die notwendigen Abdeckungen um zum Generatorklemmfeld zu gelangen.

**Schnelldiagnose**

- Öffnen Sie die Generatorabdeckung.

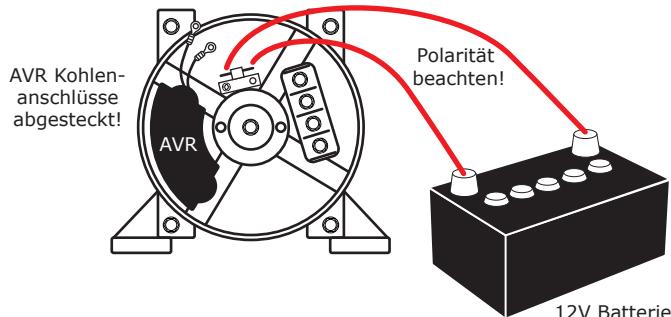
**ACHTUNG - Stecken Sie zwingend den Spannungsregler von den Kohlenanschlüssen ab! Markieren Sie die Polarität der Kabel!**

- Schalten Sie den Schutzschalter ein.
- ACHTUNG - Stecken Sie zwingend alle Verbraucher von den Steckdosen ab!**
- Stecken Sie zwei passende Kabel (Kabel mit Abgreifklemmen o.ä.) an die Kohlenanschlüsse an, welche SPÄTER an die Spannungsquelle angeschlossen werden.
- Starten Sie die Antriebsmaschine.

**ACHTUNG - Die 12V Spannungsquelle DARF ERST BEI LAUFENDEM Motor angeklemmt werden! Die 12V Spannungsquelle MUSS VOR dem Abstellen des Motors abgeklemmt werden! Bei Stillstand bildet die Rotorwicklung einen Kurzschluss und würde zerstört werden!**

- Sobald die Antriebsmaschine den Rotor in Nenndrehzahl dreht, legen Sie die bereitgestellte 12V Gleichspannungsquelle (z.B. Autobatterie) in der richtigen Polarität an die Kohlen an (Polarität am Kohlenanschluss ersichtlich).

Antriebsmotor muss in Betrieb sein,  
BEVOR 12V Spannungsquelle angeschlossen werden darf!



**Sollten Sie bemerken, dass die Antriebsmaschine merklich belastet wird, sobald sie die 12V Quelle anschließen. Trennen Sie die Spannungsquelle von den Kohlen und gehen Sie weiter mit der „Kontrolle der Stator-Wicklung“ vor (siehe Folgeseiten). In diesem Fall ist vermutlich der Generator defekt.**

- Je nach Wicklungsart des Generators sollte die Ausgangsspannung zwischen Phase und Nullleiter  $80 - 200 \text{ V}\sim$  betragen. Messen Sie die Ausgangsspannung (am einfachsten über die CEE230V-Buchse) und kontrollieren Sie ob die erzeugte Spannung konstant ist.

Bei konstanter Spannung ist der Generator geprüft. Der Fehler muss in der Erregung liegen > siehe „Kontrolle der Grunderregung“ bzw. „Kontrolle des Spannungsreglers“ Seiten 4 und 5

Ist die Spannung NICHT konstant bzw. erzeugt der Generator überhaupt keine Spannung liegt ein Wicklungsfehler vor. Gehen Sie weiter mit der „Detailierten Fehlerdiagnose“ vor (siehe Folgeseiten).

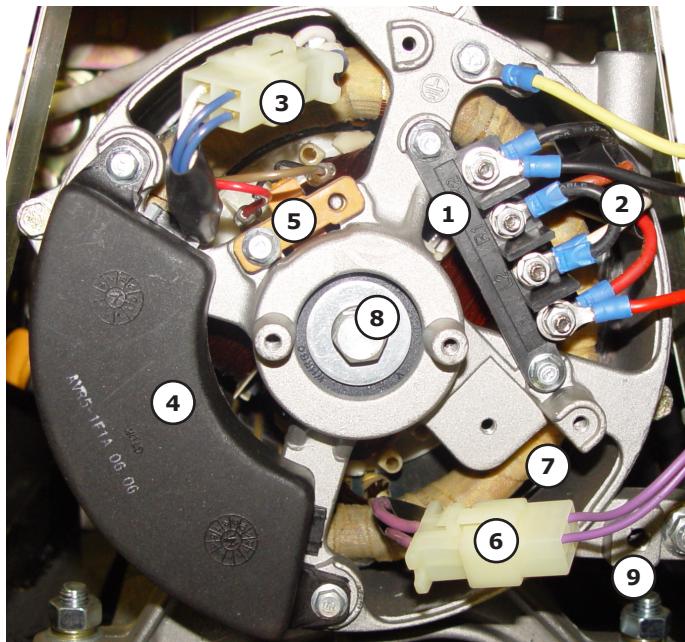
- Trennen Sie die 12V Spannungsquelle von den Kohlenkontakten.

**ACHTUNG - Berühren Sie die Pole der Kohlenanschlüsse nicht! Beim Lösen der Batterieverbindung können durch die Spule mehrere tausend Volt induziert werden (wie bei einer Zündspule - aufgrund der geringen Stromstärke, jedoch nicht Lebensgefährlich - vergleichbar einem Weidezaun).**

- Sobald die 12V Spannungsquelle von den Kohlen getrennt wurde, kann die Antriebsmaschine gestoppt werden.

**ACHTUNG - Die 12V Spannungsquelle MUSS VOR dem Abstellen des Motors abgeklemmt werden! Bei Stillstand bildet die Rotorwicklung einen Kurzschluss und würde zerstört werden!**

## Detaillierte Fehlerdiagnose



1	Klemmfeld L1, N1, L2, N2
2	Brücke um aus zwei 115V Wicklungen eine 230V zu erzeugen
3	Stecker für Versorgungs- und Meßspannung des Reglers
4	Spannungsregler (AVR)
5	Kohlenhalter (Bürsten)
6	Stecker 12V Ausgang des Generators
7	Stator Wicklung
8	Rotorverschraubung
9	Hinteres Lagerschild

Alle Generatoren der KT und KTS Serie sind vom Prinzip her gleich aufgebaut. In obiger Abbildung ist ein KT5-1-C6 Generator zu sehen (5kW, 1-phasis, Bautype C, Erregertyp 6). Da die einzelnen Generatoren sich jedoch in Wicklungsart und Wicklungsausführung unterscheiden, verfolgen Sie die Diagnoseanleitung bitte sinngemäß! D.h. die angeführten Widerstandswerte und Kabelfarben beziehen sich auf oben gezeigtes Modell und können bei Ihrem Generator anders aussehen.

## Kontrolle der Stator-Wicklungen

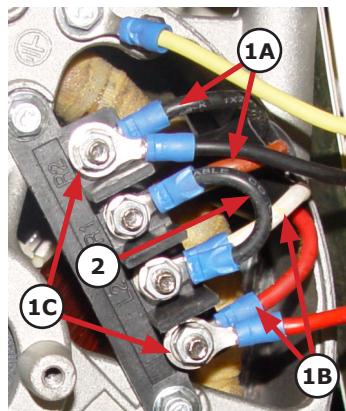
Bevor die Wicklungen gemessen werden können, müssen alle Verbindungen getrennt werden!

Öffnen Sie folgende Steckverbindungen:

- Stecker für Meß- und Versorgungsspannung des Reglers (3) öffnen.  
In diesem Beispiel ein 4-poliger Stecker mit 2 weißen und 2 blauen Kabel. Dies kann je nach Bauart variieren. So finden Sie den richtigen Stecker: Der Stecker besitzt in den meisten Fällen 4 Kabeln (2 gleiche und 2 gleiche Farben) und führt von der Statorwicklung zum Spannungsregler.
- Stecker für zusätzlichen 12V Ausgang des Stators (6) öffnen.

In diesem Beispiel 2 violette Kabel vom Stator kommend. Vom Stecker gehen dann 2 violette Kabel zum Frontpanel. Es gibt auch Ausführungen mit zwei 12V Wicklungen. Der Unterschied zu den Reglerwicklungen ist, dass die abgehenden Kabeln nicht zum Spannungsregler, sondern zum Frontpanel führen.

Abschließend müssen die Primäranschlüsse geöffnet werden:



- Bei dem gezeigten Gerät ist der Generator als 115V Gerät ausgeführt. Vom Stator kommen 2 Wicklungen (1A) und (1B) welche mit Brücke (2) zu einer 230V gebrückt wurden.
- Öffnen Sie die Muttern am Klemmfeld (1) und entfernen Sie die zwei Leitungen (1C), welche zu den Steckdosen führen. Die vier Leitungen vom Stator zum Klemmfeld (1A) und (1B) können am Klemmfeld verbleiben.

Sollte die Brücke (2) falsch montiert sein, heben sich die zwei 115V Spannung auf und es entsteht keine Ausgangsspannung. Beachten Sie daher zwingend die Brücke (2) bei der Demontage zu markieren bzw. bei der Montage wieder korrekt anzubringen!

- Markieren Sie über welche Statorleitungen die Brücke (2) geschalten ist und entfernen Sie anschließend Brücke (2).

Nehmen Sie nun das Multimeter zur Hand und stellen Sie dieses auf Widerstandsmessung ein.

Führen Sie folgende Messungen durch:

Beachten Sie, dass die unten angeführten Messungen zumindest 10 Sekunden dauern müssen, da es durch die Induktivität der Wicklungen zu Einschwingvorgängen kommt - Messwert stabilisiert sich.

- Messen Sie den Widerstand der ersten Ausgangswicklung (1A). Die Messung sollte im Bereich von 1-2 Ω liegen. Messen Sie anschließend den Widerstand der zweiten Ausgangswicklung (1B). Die Messung sollte auch im Bereich von 1-2 Ω liegen und muss mit der ersten Ausgangswicklung (1A) ident sein. Sollte eine Messung einen stark anderen Wert ergeben ist eine der Primärwicklungen des Stators defekt! > Generator tauschen.
- Messen Sie weiters ein Anschlusskabel der ersten Ausgangswicklung (1A) gegen Generator-/Motorgehäuse. Hier darf kein Kurzschluss vorliegen. Der Messwert sollte zumindest 0,8 MΩ betragen. Liegt der Messwert unter 0,4 MΩ muss die Wicklung getrocknet werden (siehe Generatorhandbuch). Liegt der Messwert unter 10 kΩ bleibt nur mehr den gesamten Generator zu tauschen.

Verfahren Sie gleich mit einem Anschlusskabel der zweiten Ausgangswicklung (1B).

- Nehmen Sie nun den Stecker für die Meß- und Versorgungsspannung des Reglers (3) zur Hand (den Stecker, welcher aus der Statorwicklung kommt).

Messen Sie die Wicklung der Versorgungsspannung zwischen den (zumeist blauen) Kabeln. Die Messung sollte im Bereich von 5-10 Ω liegen. Messen Sie anschließend einen Kontakt gegen Generator-/Motorgehäuse. Hier darf kein Kurzschluss vorliegen.

Messen Sie die Wicklung der Meßspannung zwischen den anderen Kabeln. Die Messung sollte im Bereich von 0,1-0,5 Ω liegen. Messen Sie anschließend einen Kontakt gegen Generator-/Motorgehäuse. Hier darf ebenfalls kein Kurzschluss vorliegen.

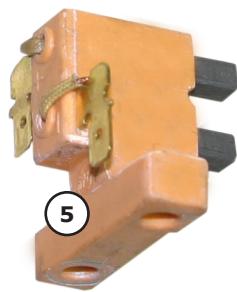
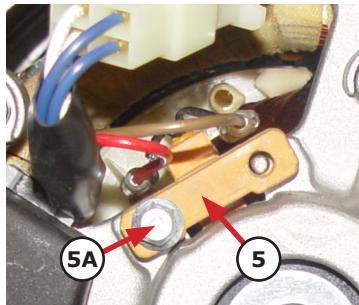
- Nehmen Sie nun den Stecker des zusätzlichen 12V Ausgangs (6) zur Hand (den Stecker, welcher aus der Statorwicklung kommt).

Messen Sie den Widerstand zwischen den Kabeln der 12V Hilfswicklung. Die Messung sollte im Bereich von 0,5-1,5 Ω liegen. Messen Sie anschließend einen Kontakt gegen Generator-/Motorgehäuse. Hier darf auch kein Kurzschluss vorliegen.

Sind alle oben angeführten Messwerte im Normbereich ist der Stator geprüft und in Ordnung.

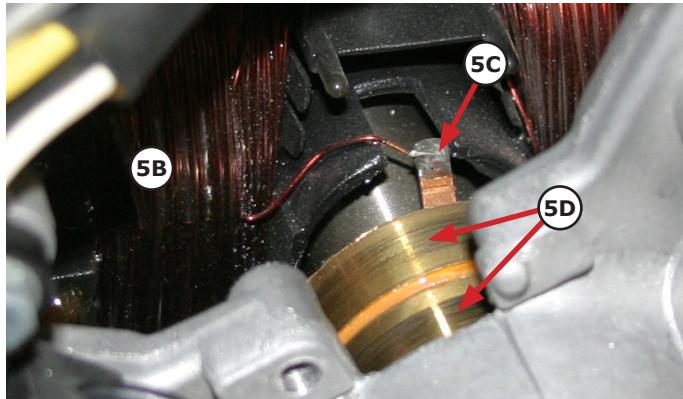
## Kontrolle der Rotor-Wicklung

Öffnen Sie die Halteschraube (5A) und demontieren Sie den Kohlenhalter (5).



Wenn Sie nun an den Montageplatz des Kohlenhalters (5) blicken, können Sie folgendes ersehen:

- die Rotorwicklung (5B)
- eine der beiden Lötstellen (5C) vom Schleifring zur Rotorwicklung.
- die Schleifringe (5D)



Nehmen Sie nun wieder das Multimeter zur Hand und stellen Sie dieses auf Widerstandsmessung ein.

Führen Sie folgende Messungen durch:

Beachten Sie, dass die unten angeführten Messungen zumindest 10 Sekunden dauern müssen, da es durch die Induktivität der Wicklungen zu Einschwingvorgängen kommt - Messwert stabilisiert sich.

- Messen Sie den Widerstand zwischen den beiden Schleifringen (5D). Hierbei messen Sie die Rotorwicklung über die Lötstellen.

Die Messung sollte im Bereich von 30-60 Ω liegen.

Sollte die Messung keinen Wert ergeben, kann ein Fehler sein, dass eine der beiden Lötstellen (5C) offen sind (die zweite Lötstelle befindet sich auf der Gegenüberliegenden Seite und kann von unten gemessen werden). Messen Sie in diesem Fall die Rotorwicklung an den Drähten zu den Lötahnen (5C). Ist der Widerstandswert der Rotorwicklung hier im Normbereich, können die Lötstellen nachgelötet werden.

Da die Bauarten sehr unterschiedlich sind, ist es schwer einen globalen Widerstandswert anzugeben, ab dem der Rotor defekt ist. In der Regel kann gesagt werden, dass mit zu 90% Sicherheit ab einem Widerstandswert < 10 Ω die Rotorwicklung defekt ist.

Sofern der Widerstandswert über die Schleifringe im Normbereich ist, messen Sie anschließend einen Schleifring gegen Generator-/Motorgehäuse. Diese Messung muss hochohmig sein, ansonsten ist der Rotor defekt. > Generator tauschen.

- Kontrollieren Sie die Schleifringe (5D) des weiteren auf Abnutzungserscheinungen und Verschmutzung durch Kohlenabrieb. Reinigen Sie die Schleifringe vorsichtig mit einem sehr feinen Schleifpapier (Körnung ≥ 1.000).

Sind alle oben angeführten Messwerte im Normbereich ist der Rotor geprüft und in Ordnung.

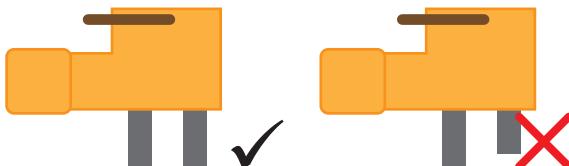
## Kontrolle der Kohlen/Bürsten

Die Kohlen oder auch Bürsten genannt übertragen den Erregerstrom vom Spannungsregler auf den Rotor. Bei defekten oder schlecht montierten Kohlen, kann der Erregerstrom nicht ordnungsgemäß übertragen werden und der Generator funktioniert nicht. Die Kohlen sind ein Verschleißteil.

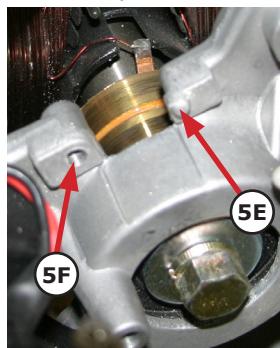
Die Lebensdauer eines Kohlensatzes beträgt in der Regel 1.000 bis 5.000 Betriebsstunden je nach Betriebsbedingungen. Bei starker einseitiger Belastung, bei Überlastung oder unerlaubten Umgebungsbedingungen (hohe Feuchtigkeit, zu hohe Temperatur) verschleißt diese schneller und müssen gegebenenfalls früher ausgetauscht werden.

Beachten Sie, dass der Erregerstrom ein Gleichstrom ist! Sie müssen daher umbedingt die Polarität am Kohlenhalter einhalten. Markieren Sie sich die Anschlusskabel (zumeist rot und schwarzes Kabel), bevor Sie diese vom Kohlenhalter abstecken!

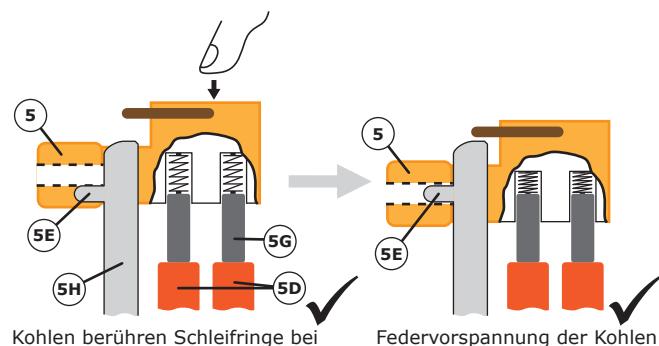
Sehen Sie als erstes im ausgebauten Zustand seitlich auf den Kohlenhalter. Die Kohlen müssen gleichmäßig abgeschliffen sein. Ist dies nicht der Fall sind die Kohlen zu tauschen.



Kontrollieren Sie nun ob die Kohlen ausreichend Federspiel zu den Schleifringen haben (ob noch genug Kohlenmaterial vorhanden ist):

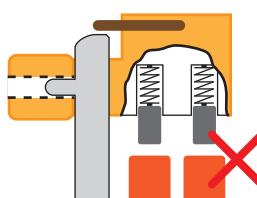


- Führen Sie die Kohlen (5G) auf die Schleifringe (5D).
- Um die Kohlen nun über die rechte Montagenase (5E) und das linke Gewindeloch (5F) zu bringen, müsste der Kohlenhalter (5) nach unten gedrückt werden. Ist dies nicht der Fall ist sind die Kohlen (5G) soweit abgeschliffen, dass die restliche Federspannung nicht ausreicht um eine ausreichende Stromübertragung zu gewährleisten > Tauschen Sie in diesem Fall die Kohlen.



Kohlen berühren Schleifringe bei Kohlenhalter (5) über Haltenase (5E)

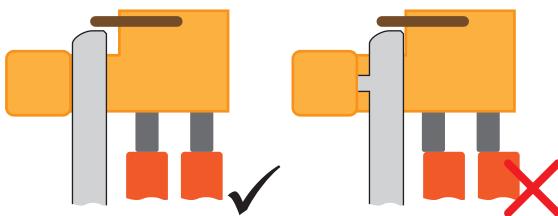
Federvorspannung der Kohlen gut bei Haltenase=Montageloch



Kohlenverschleiss zu hoch.  
Kohlenvorrat reicht nicht aus, um einen ausreichenden Kontakt zu den Schleifringen herzustellen.  
Diese Kohlen sind zu tauschen!

- Ist die Federvorspannung ausreichend können die Kohlen montiert werden. Bringen Sie das rechte Montageloch über die Haltenase (5E) und schrauben Sie die Kohlen über das linke Montageloch an.

- Prüfen Sie zwingend nach der Montage, ob die Kohlen VOLLFLÄCHIG auf den Schleifringen aufliegen!



Nehmen Sie nun wieder das Multimeter zur Hand und stellen Sie dieses auf Widerstandsmessung ein.

Führen Sie folgende Messung durch:

Beachten Sie, dass die unten angeführten Messungen zumindest 10 Sekunden dauern müssen, da es durch die Induktivität der Wicklungen zu Einstellungsvorgängen kommt - Messwert stabilisiert sich.

- Messen Sie den Widerstand zwischen den beiden Kontakten des Kohlenhalters. Hierbei messen Sie die Rotorwicklung über die Kohlen, Schleifringe und Lötstellen.

Die Messung sollte im Bereich von 40-80 Ω liegen.

Sollte die Messung keinen Wert ergeben (aber die Rotor-Wicklungsprüfung im Normbereich gewesen sein), prüfen Sie auf einen eventuellen Montagefehler der Kohlen.

Ein weiterer Fehler kann ein fehlerhafter Kohlenhalter sein. Hierzu muss der Kohlenhalter demontiert werden. Messen Sie den Durchgang jeweils von einer Kohle zum passenden Kohlensteckanschluss (2 Messungen). Ist bei einem bzw. bei beiden Anschlüssen kein Durchgang feststellbar ist der Kohlenhalter defekt und muss getauscht werden.

Ist oben angeführter Messwert im Normbereich ist der Kohlenhalter geprüft und in Ordnung.

## Kontrolle der Grunderregung

Wie schon Einleitend erwähnt benötigt der Generator eine geringe Grundspannung um die Stromerzeugung zu starten. Ebenfalls erwähnt wurde, dass diese Grunderregung bei dieser Bauart von einem aufgeklebten Permanentmagneten am Rotor erzeugt wird.

Sollte der Generator nicht funktionieren und alle vorherigen Kontrollpunkte in Ordnung waren, kann ein Grund sein, dass der Permanentmagnet am Rotor abgeplatzt ist.

Um sich eine etwaige Demontage zu ersparen, können Sie die Grunderregung leicht auf diesem Weg überprüfen:

- Nehmen Sie das Multimeter zur Hand und stellen Sie dieses auf Wechselspannungsmessung ein.
- Beachten Sie, dass sämtliche Steck- und Kabelverbindungen des Stators sowie die Kohlenanschlüsse geöffnet/abgeklemmt sein müssen!
- Starten Sie die Antriebsmaschine
- Messen Sie die Spannung am Klemmfeld zwischen N und einer beliebigen Phase. Sie messen die Grunderregung des Generators.

Die Messung sollte im Bereich von 5-8 V~ liegen (umso höher umso besser).

Sollte die Messung keinen Wert bzw. einen Wert unter 3V ergeben ist die Grunderregung zu gering (man spricht auch von mangelnder Startremanzspannung) und die Stromerzeugung kann nicht starten. In der Regel sollte in diesem Fall der Generator getauscht werden, da das neuere aufkleben eines Magneten in den meisten Fällen nicht funktioniert.

Bei Generatoren mit Polpaarzahl 2 (also für 1.500 U/min) wird die Grunderregung nicht über Permanentmagneten erzeugt. Diese Generatoren besitzen so viel Kupfer und Stahlbleche für einen ausreichenden Restmagnetismus, um eine passende Startremanzspannung zu erzeugen. Sollte so ein „großer“ Generator einmal seinen Restmagnetismus verloren haben, kann dieser einfach wieder eingeprägt werden. Dieses Prinzip kann man sich bei dieser

Generatorserie zu Nutzen machen. Das Problem ist nur, dass aufgrund von zu geringem Kupfer und Stahlblechanteil dieser von außen eingeprägte Restmagnetismus bei den Stromerzeugern dieser Serie in der Regel innerhalb von 5-10 Stunden wieder verloren geht. Zum Einprägen gehen Sie wie unter „Schnelldiagnose“ Seite 1 beschrieben vor!

## Wellenlager und mechanische Verbindungen

Der Generator funktioniert nur ordnungsgemäß wenn sich das Rotormagnetfeld „stabil“ im Statormagnetfeld dreht. Ein Grund für ein Fehlverhalten des Generators kann ein defektes Lager am Rotor bzw. eine offene mechanische Verbindung sein (Rotor oder Stator schwingt im Betrieb).

Sollten Sie die Schnelldiagnose (Seite 1) übersprungen haben empfehlen wir diese jetzt durchzuführen. Ein „instabiles“ Magnetfeld würde zur Folge haben, dass sich keine konstante Ausgangsspannung einstellt - defektes Wellenlager.

Der Stator wird von zwei Lagerschildern im Rotormagnetfeld stabil gehalten. Kontrollieren Sie als erstes ob der Stator gut befestigt ist (Kontrolle der Zugankerschrauben am Lagerschild). Falls Sie sich nicht sicher sind, kann eventuell durch vorsichtiges „Rütteln“ an den Statorwicklungen eine lockere Montage erkannt werden.

Ohne Demontage ist ein defektes Wellenlager am Rotor nur schwer erkennbar. Am besten ersichtlich ist ein defektes Lager indem die Antriebsmaschine gestartet wird und geprüft wird ob der Rotor „unrund“ läuft bzw. „schlägt“.

## Spannungsregler

Der Spannungsregler ist die einzige Komponente des Generators, welche nicht gemessen werden kann. Man geht hier nach dem Ausschlussprinzip vor. D.h. sollten alle anderen Diagnosepunkte sowie die Schnelldiagnose (Seite 1) im Normbereich liegen, muss der Spannungsregler defekt sein.

Sofern auf dem Spannungsregler keine Typennummer ersichtlich ist, müssen Ihnen folgende Werte des Generators bekannt sein, um einen originalen Spannungsregler nachzurüsten:

- Versorgungsspannung des Reglers
- Meßspannung des Reglers
- Maximale Erregerspannung des Rotors
- Maximaler Erregerstrom des Rotors

Da in den meisten Fällen diese Werte ebenfalls nicht bekannt sind, kann ein Universalregler nachgerüstet werden (ROTEK GAVR-Serie). Diese Universalregler benötigen die Sonderwicklungen für Versorgungs- und Meßspannung nicht. Sie greifen die notwendige Mess- und Versorgungsspannung direkt an den „Primärwicklungen“ des Generators ab.

## Bei Fragen oder Anregungen wenden Sie sich bitte an:

Rotek Handels GmbH  
Handelsstrasse 4  
2201 Hagenbrunn  
Österreich

Tel: +43 (2246) 20 791-0  
Fax: +43 (2246) 20 791-50  
Email: office@rotek.at  
http://www.rotek.at

## Fehler, Irrtümer und Druckfehler vorbehalten