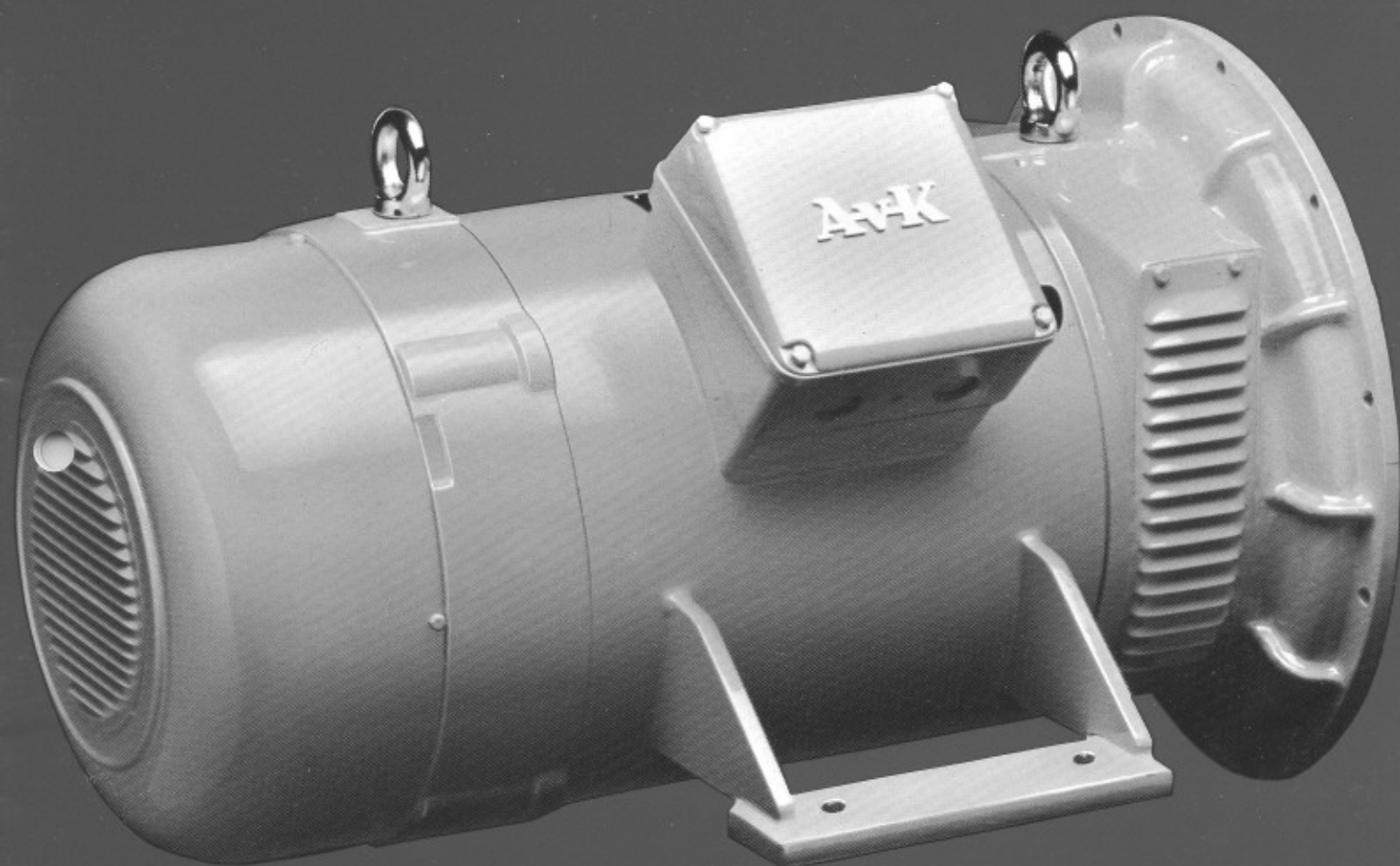


Handbuch

Typenreihe DKB 25-100

Selbstregelnde Generatoren
bürstenlos



I N H A L T	Seite		Seite
1. Generatoren-Entwicklung	3-4	5.05 Spannungseinstellbereich	13
2. AvK-Generatoren-Typenreihe DKB 25–100		5.06 Statisches Spannungsverhalten	13
2.01 Aufbau	5	5.07 Transientes Spannungsverhalten	13
2.02 Bauformen	6	5.08 Kurvenform der Klemmenspannung	16
2.03 Technische Daten	7	5.09 Schiefast	16
2.04 Mechanische Ausführung	7	5.10 Kurzschlußverhalten	16
2.05 Klemmenkasten	8	5.11 Überlast	16
2.06 Wellenenden	8	5.12 Notbetrieb	16
2.07 Kühlung	8	5.13 Funkentstörung	16
2.08 Lager und Schmierung	8	5.14 Parallelbetrieb	17,18,19
2.09 Drehrichtung	8	6. Projektierungsrichtlinien	
2.10 Überdrehzahl	8	6.01 Bestimmung der Typengröße	20
2.11 Schutzarten	9	6.02 Bestimmung des Spannungseinbruches	20
3. Wirkungsweise		6.03 Leistungsänderung unter besonderen Bedingungen	21
3.01 Generator	10	6.04 Klassifikations-Vorschriften	21
3.02 Regler	10	7. Schnittbild DKB 42/75-4 TS	14-15
4. Schaltbilder	11-12	8. Leistungsreihe und technische Daten	
5. Elektrische Funktionen		9. Maßtabellen	
5.01 Selbsterregung	13	10. Explosionsdarstellungen	
5.02 Schnellerregung	13	10.01 DKB 32–42	22-23
5.03 Entregung	13	10.02 DKB 49–100	24-26
5.04 Spannung	13	11. AvK-Service-Werkstätten (Auszug)	27-28

siehe Sonderdruck
 „Techn. Daten“
 zum DKB-Handbuch

Änderungen der Konstruktion, Abmessungen, Gewichte usw., die sich durch die ständige technische Weiterentwicklung ergeben, behalten wir uns vor.

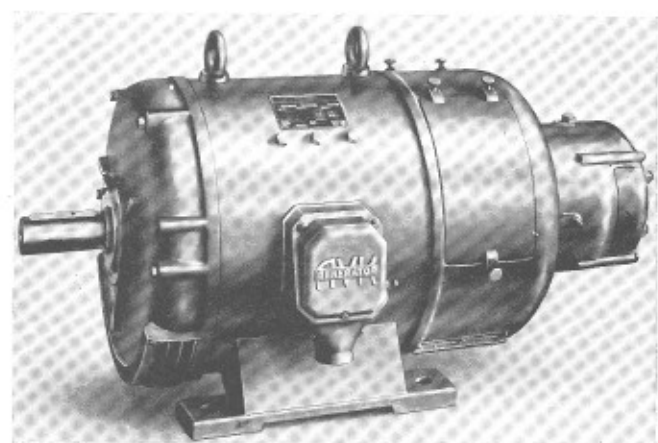
50 Jahre erfolgreiche **AvK** Generatoren-Entwicklung

1. A. van Kaick entwickelt und fertigt seit über fünf Jahrzehnten Generatoren für weltweiten Einsatz.

Hier ein kurzer Rückblick:

Einige Jahre nach der Gründung des Unternehmens A. van Kaick wurde mit der Entwicklung von selbstregelnden Generatoren begonnen.

Das bei Gleichstrom-Generatoren verwendete Prinzip der laststromabhängigen Erregerbeeinflussung wurde erstmals auch für Drehstrom-Generatoren verwirklicht. Der Vorteil dieser AvK-Ausführung lag darin, daß keine mechanischen Stellglieder für die Spannungsregelung notwendig sind und keine anderen zusätzlichen Bauelemente gebraucht werden. Allein durch sinnvolle Konstruktion und Kombination von Haupt- und Zusatzmaschine wird praktisch konstante Klemmenspannung erzeugt. Dadurch wurde dem Aggregatebau ein Drehstrom-Generator zur Verfügung gestellt, welcher konstruktiv eine kompakte Einheit bildet und elektrisch in sich abgeschlossen keine Verdrahtung nach außen zwecks Spannungsregelung benötigt.



Selbstregelnder „AvK“-Drehstrom-Generator, 90 kVA,
1500 1/min, 50 Hz, 400/231 V, Bauform B 3, Typ DNN 13/4
Baujahr 1951

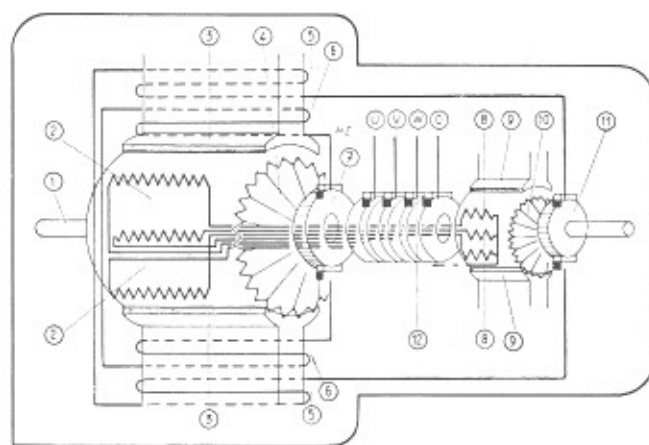
Es wurde folgendes Prinzip (siehe Prinzipschaltbild) verwendet:

In der Hauptmaschine befindet sich außer der Drehstromwicklung ② noch eine Gleichstromwicklung ④, welche nach dem Selbsterregungsprinzip mit der zugehörigen Erregerwicklung ⑥ das Magnetfeld aufbaut.

In diesem Magnetfeld dreht sich dann die Drehstromwicklung ②. Der hiervon abgenommene Strom fließt durch die in Reihe geschaltete Drehstromwicklung ③ in der Erregermaschine. Diese ist so geschaltet, daß das von ihr erzeugte Drehfeld entgegen der Drehrichtung des Rotors umläuft. Es entsteht ein stromabhängiges, stillstehendes Feld, das je nach Leistungsfaktor des Belastungsstromes an das Polsystem magnetisch gekoppelt ist. Dadurch war es erstmals möglich, die Spannung in Abhängigkeit von Strom und Leistungsfaktor konstant zu halten.

Diese Bauweise erforderte jedoch Schleifringe, Kollektoren und Kohlebürsten zur Übertragung des Last- und Erregerstromes und benötigte damit die erforderliche Wartung.

Prinzipschaltbild
eines selbstregelnden „AvK“-Drehstrom-Generators
Typenreihe DNN



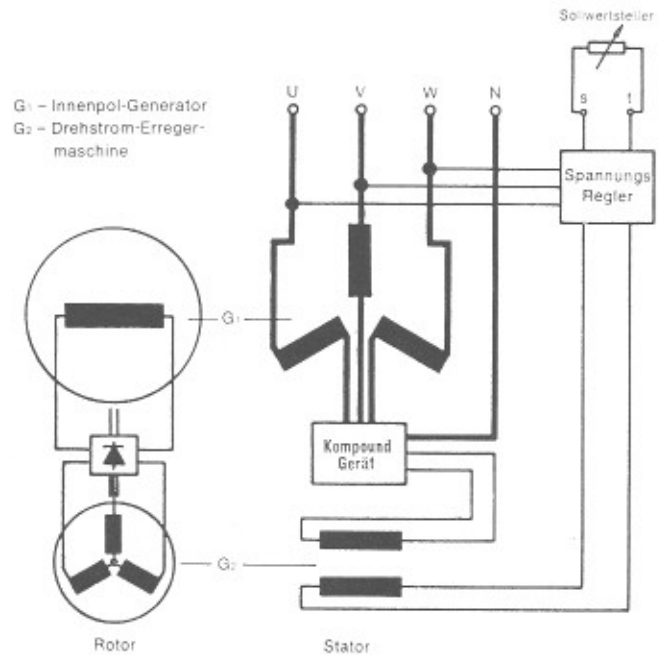
- 1 Rotor mit Generatorwelle
- 2 Drehstromwicklung (Hauptanker)
- 3 Pole (Hauptmaschine)
- 4 Gleichstromwicklung (Hauptanker)
- 5 Zusatzfeldererregewicklung
- 6 Hauptfeldererregewicklung
- 7 Kollektor für Erregerwicklung (Gründerregung)
- 8 Drehstromwicklung (Zusatzanker)
- 9 Pole unbewickelt (Zusatzmaschine)
- 10 Gleichstromwicklung (Zusatzanker)
- 11 Kollektor für Erreger-Hilfswicklung (Zusatzerregung)
- 12 Schleifringe (Drehstromabnahme)

Im Zuge der technischen Weiterentwicklung entstand dann der Drehstrom-Innenpol-Generator, bei dem nur noch die Erregerleistung über zwei Schleifringe geführt zu werden brauchte. Inzwischen waren statische Erregersysteme bekannt geworden, welche kontaktlos arbeiten. Diese bestehen aus einer Anordnung von Drossel, Transformator und Kondensator; sie wurden unter dem Namen „Harz'sche Schaltung“ allgemein bekannt.

Im Trafo, der primärseitig mit Spannungs- und Stromwicklung ausgerüstet ist, wird durch geometrische Addition der Ströme der für den Generator-Rotor jeweils erforderliche Erregerstrom erzeugt. Durch entsprechende Vektordrehung von Strom- und Spannungwicklung und durch Zusatzmaßnahmen wird die Anpassung an den Erregerbedarf der Schenkelpolmaschine erreicht.

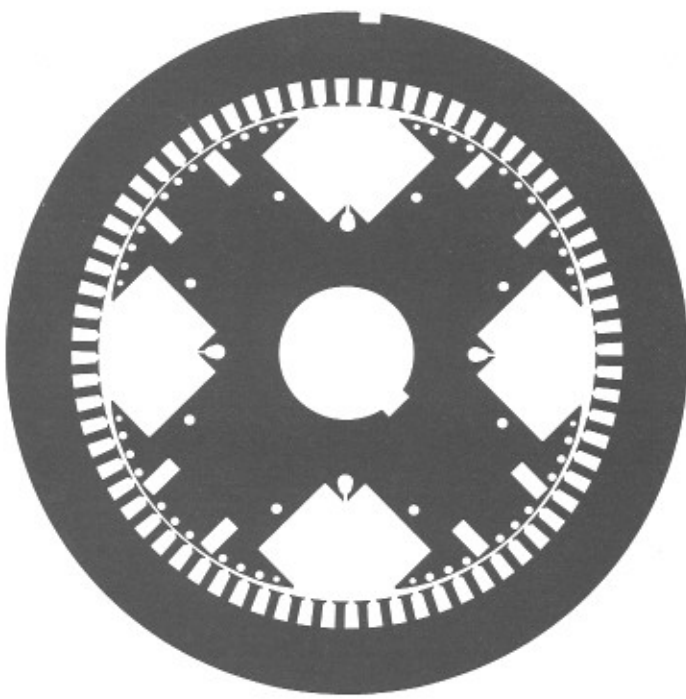
Es sei hier bemerkt, daß A. van Kaick fast ausschließlich Schenkelpolmaschinen baut, weil durch diese Konstruktion eine gute Annäherung der erzeugten Spannung an die Sinuskurve erreicht wird. Außerdem ist hier das synchronisierende Moment höher als bei Vollpol-Maschinen, was sich günstig auf die Stabilität bei Parallelbetrieb auswirkt.

In dem Bestreben, jederzeit den modernsten Stand der Technik zu gewährleisten, hat A. van Kaick nach Angebot von leistungsfähigen und betriebssicheren Dioden den **bürstenlosen Generator** auf den Markt gebracht. Diese Entwicklung vollzog sich in Abstimmung mit den führenden Herstellern für Siliziumdioden.



Der dabei verwendete Generator besteht in der Hauptmaschine aus einem Innenpoltyp in Schenkelpolausführung.

Die Erregermaschine ist ein Drehstrom-Außenpol-Generator. Die im Anker erzeugte 3phasige Wechselspannung wird durch die umlaufenden Dioden gleichgerichtet und dem Hauptpolrad zugeführt. Die für die Konstanzhaltung der Klemmenspannung erforderliche Änderung der Erregung erfolgt durch Beeinflussung des Erregerstromes im Stator der Erregermaschine. Damit steht ein wartungsfreier Drehstrom-Generator zur Verfügung, der bei jeder Last im Bereich von 0 bis Nennlast im Dauerbetrieb läuft.



Stator- und Polradblech einer DKB 80

AvK-Generatoren · Typenreihe DKB 25-100

2. AvK-Generatoren · Typenreihe DKB 25-100

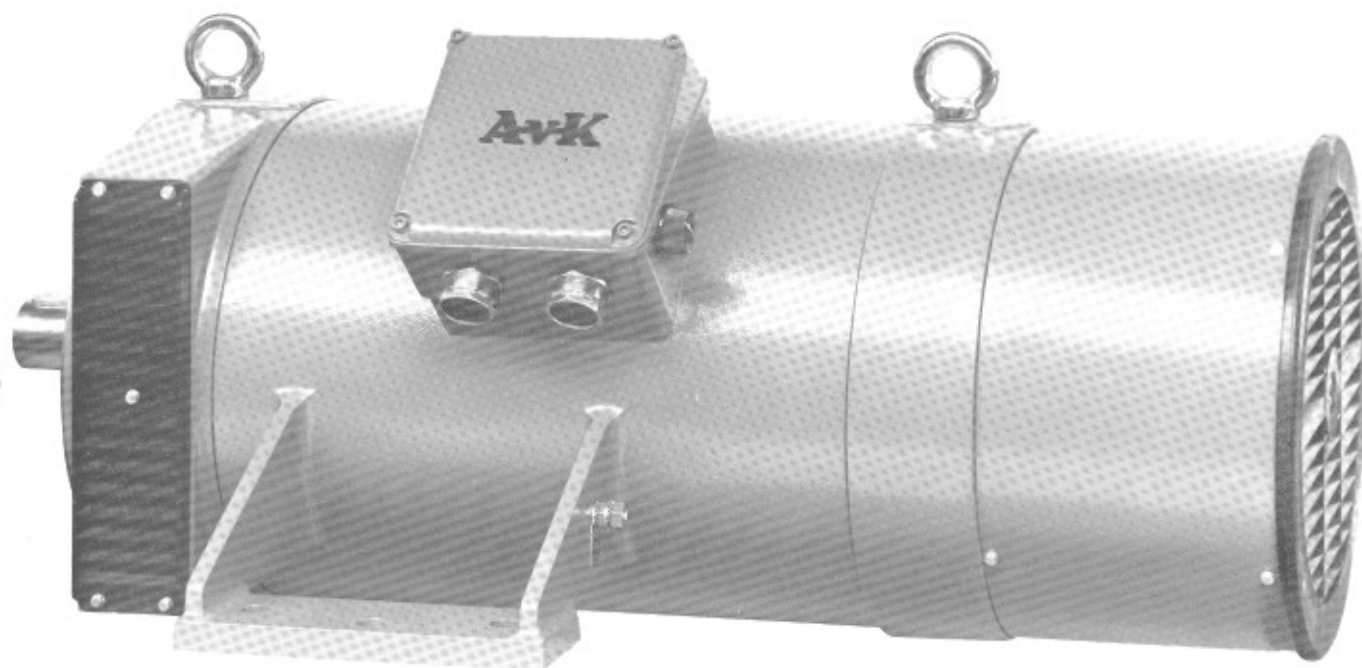
2.01 Aufbau

Die Generatoren gliedern sich in Hauptmaschine und Erregermaschine. Die Hauptmaschine ist ein Innenpol-Generator mit Schenkelpolen, während die Erregermaschine als Außenpolmaschine ausgeführt ist. Weitere Bauteile sind: umlaufende Gleichrichter, Kompoundgerät und Spannungsregler.

Im Gehäuse ist das Statorblechpaket mit Wicklung und bei den Typen 49 bis 100 auch das Polpaket der Erregermaschine untergebracht. Gemeinsam auf der ausreichend bemessenen Welle befinden sich Polrad der Hauptmaschine, Anker der Erregermaschine, umlaufende Gleichrichter und Lüfter. Das Hauptpolrad wird grundsätzlich mit Dämpferkäfig ausgerüstet. Die Dämpferwicklung ist normalerweise in Aluminium ausgeführt.

Der genutete Erregeranker trägt eine Drehstromwicklung. Die Silizium-Dioden des umlaufenden Gleichrichters sind überdimensioniert. Sie sind außerdem gegen Spannungsspitzen, die durch Schaltvorgänge entstehen können, mit einem Überspannungsableiter oder einem Widerstand geschützt. Der auf der Antriebsseite sitzende Lüfter saugt die Kühlluft von der B-Seite her an und sorgt für optimale Kühlung der Wicklungen im Stator und Rotor. Der Luftaustritt befindet sich im antriebsseitigen Lagerschild.

Bei den Typen 25 bis 42 ist der Stator der Erregermaschine im B-Lagerschild eingebaut. Auch die Kompoundeinrichtung sowie die Bauteile des Transistorspannungsreglers sind in diesem Lagerschild untergebracht. Die Erregereinrichtung der Typen 49 bis 100, bestehend aus einem 3phasigen Stromwandler, Gleichrichterbrücke und Transistorspannungsregler, ist im Klemmenkasten des Generators eingebaut.



Selbstregelnder bürstenloser AvK-Drehstromgenerator DKB 34/60-4 TS, 40 kVA, 400/231 V, 50 Hz, 1500 min⁻¹, Bauform B 14 / B 20

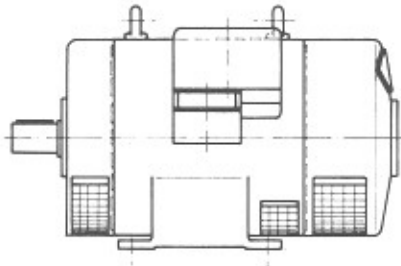
Das Isolationsmaterial der Wicklungen gegeneinander und gegen Eisen besteht aus hochwertigen Nomex-Mylar-Kombinationen; die verwendeten Elektrodrähte sind mehrschichtig lackiert und entsprechen der Isola-

tionsklasse F nach VDE 0530. Alle Isolierstoffe sind hochwärmeständig und garantieren eine lange Lebensdauer der Generatoren.

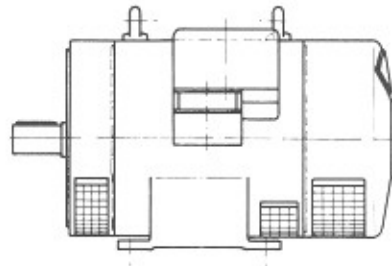
2.02 Bauformen nach DIN 42950 (Auszug)

Die DKB-Generatoren können in jeder gebräuchlichen Bauform nach DIN 42950 gebaut werden. Die Standard-Generatoren sind je nach Baugröße in der Bauform B 3 / B14, B14 / B 20 oder B 5 / B 20 ausgeführt.

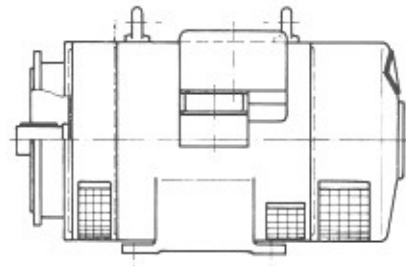
Eine Monoblock-Einheit von Generator und Motor kann durch einen entsprechenden Zwischenflansch hergestellt werden.



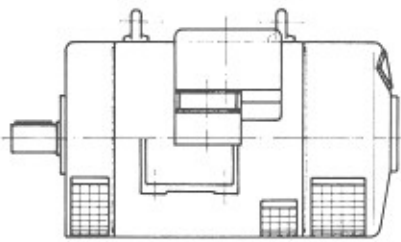
B 3



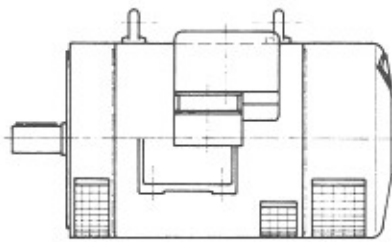
B 3/B 14



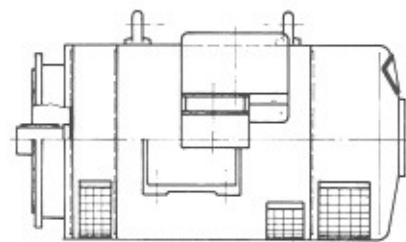
B 3/B 5



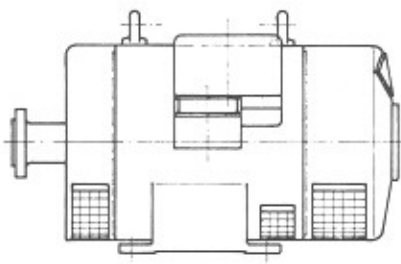
B 20



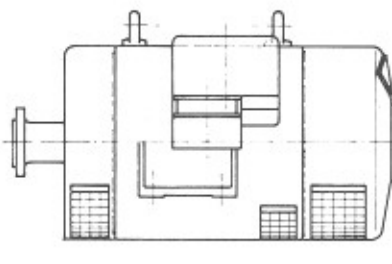
B 14/B 20



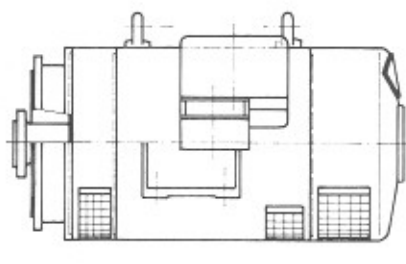
B 5/B 20



B 2



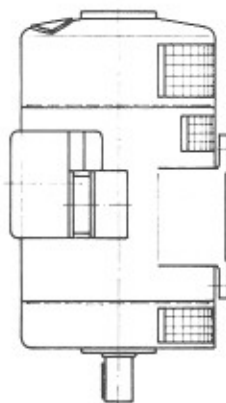
B 16



B 5/B 16



V 1



V 5



V 1/V 5

2.03 Technische Daten

Die DKB-Generatoren entsprechen den VDE-Vorschriften 0530, die verwendeten Isolierstoffe der Klasse „F“. Wenn keine abweichenden Bedingungen verlangt werden, gelten folgende Daten:

1. Nennleistung: nach Leistungstabelle
2. Nennspannung: 400/231 V bzw. 440/254 V
3. Nennfrequenz: 50 Hz bzw. 60 Hz
4. Leistungsfaktor: 0,8 – 1
5. Kühlmitteltemperatur: 40° C
6. Aufstellungshöhe: 1000 m über NN
7. Schutzart: IP 23 nach DIN 40050
8. Ständerschaltung: Stern (bei Drehstrom)
9. Vorschriften: VDE 0530
10. Bauform: B 3/B 14 bzw. B 20/B 14 bzw. B 5/B 20

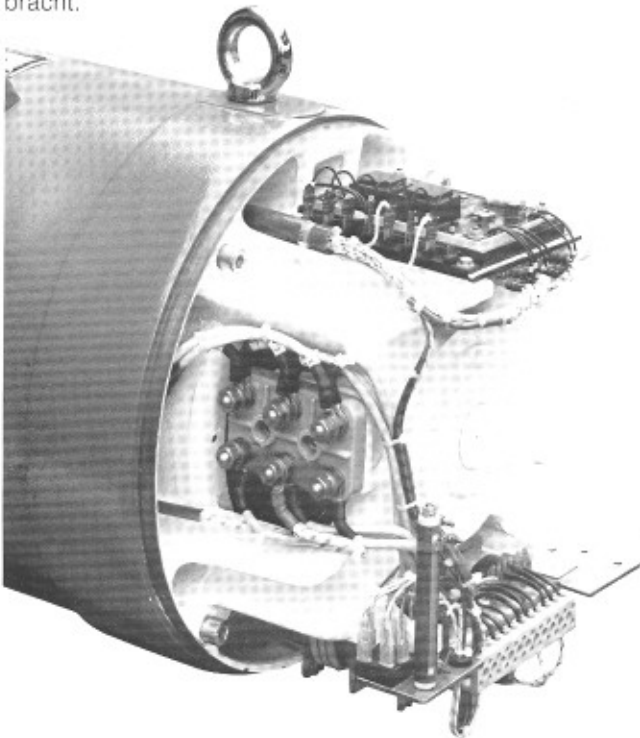
Allen nachfolgenden Ausführungen sind diese technischen Daten zugrunde gelegt.

Abweichungen von diesen Daten und Vorschriften erfordern Anfrage, um die Generatoren optimal den jeweiligen Bedingungen anzupassen. Mitunter sind auch Korrekturen der Nennleistungen zu berücksichtigen.

Die DKB-Generatoren können nach allen international bekannten Vorschriften, wie BSS 2613, CEI 2/3, NF 51100, NEMA usw., sowie für Schiffsklassifikationen, wie GL, RINA, ABS, BV, DNV, LR usw. ausgeführt werden. Auslegungsrichtlinien hierfür sind im Abschnitt „Projek-tierung“ erläutert. Darüber hinausgehende Forderungen werden auf Anfrage behandelt.

2.04 Mechanische Ausführung

Das Statorpaket ist über tragende Verbindungsrippen in einem Gehäuse aus Stahlblech oder Grauguß befestigt. Die Aufstellfüße der Generatoren sind der jeweiligen Bauform entsprechend ebenfalls am Gehäuse angebracht.



Regler des Typs DKB 34 TS

Generatoren der Baugrößen DKB 25 erhalten bei Antrieb durch Verbrennungsmotoren einen antriebsseitigen Lagerschild aus Aluminiumguß höherer Festigkeit. Alle übrigen Lagerschilde werden in Stahl oder Grauguß ausgeführt. An der Stirnseite des Schildes kann gegebenenfalls jeder geeignete Verbindungsflansch zur Antriebsmaschine angeschraubt werden. Der gegenantriebsseitige Lagerschild, welcher außer der Lagerung auch das Polsystem der Erregermaschine aufnehmen kann, ist in der Regel aus Grauguß. Die Teile des Reglers sind bei den Baugrößen 25 bis 42 ebenfalls in diesem Lagerschild untergebracht. Eine Abdeckhaube aus Stahlblech schließt den Lagerschild ab. Die Baugrößen 49 bis 100 sind mit einem Klemmenkasten ausgerüstet, der auch die Bauteile des Spannungsreglers aufnimmt. Der Klemmenkastendeckel gewährt einen ausreichenden Schutz gegen mechanische Beschädigungen.

Die Rotorwelle aus hochwertigem Stahl trägt das Hauptrotorpaket und auf der Gegenantriebsseite den Rotor der Erregermaschine sowie den umlaufenden Gleichrichter. Auf der Antriebsseite ist der Lüfter aus Aluminiumguß oder aus geeigneten Kunststoffen aufgezogen. Der gesamte Rotor ist dynamisch ausgewuchtet.

2.05 Klemmenkasten

Der am Generator-Gehäuse seitlich angebaute Klemmenkasten ist entsprechend der Schutzart IP 54 abgedichtet. Die Dimensionierung der Anschlußbolzen entspricht DIN 46200. Bei allen Baugrößen sind außer dem Klemmenbrett der Sollwerteinsteller und der Entstörkondensator eingebaut. Bei den Baugrößen 25 – 42 ist der Verbraucheranschluß durch Kabelstopfbuchsen um je 90° schwenkbar.

Bei den Baugrößen 49 bis 100 sind Klemmenanordnungen und die gesamte Regeleinrichtung in einem großen Klemmenkasten untergebracht, die durch einen Steg voneinander getrennt sind. Ein Teil der Kühlluft wird für eine ausreichende Belüftung der Reglerteile abgezweigt. Der Verbraucheranschluß kann am Klemmenkasten nach oben oder nach unten gewählt werden. (Kabelabgang bei Bestellung angeben.)

2.06 Wellenenden

Die Wellenenden sind mit Nut und Paßfeder nach DIN 6885, Blatt 1, versehen. Alle Generatoren werden grundsätzlich mit Paßfeder ausgewuchtet. Außerdem sind zum Aufziehen von Riemenscheiben, Kupplungen, Lager usw., Zentriergewinde nach DIN 332, Form „D“, vorgesehen. Alle Generatoren können mit einem zweiten Wellenende ausgeführt werden.

2.07 Kühlung

Bei den Typen 25 bis 42 tritt die Kühlluft durch die Öffnungen der Abdeckhaube ein und am antriebsseitigen Lagerschild beiderseits aus. Ab Baugröße 49 sind beide Luftöffnungen an der Unterseite der Lagerschilde angeordnet. Die Öffnungen sind der jeweiligen Schutzart entsprechend mit Jalousien oder Gitterblech abgedeckt. Durch zweckmäßige Luftführung ist eine optimale Kühlung der Wicklungen und Reglerteile gewährleistet. Der Anbau von Staubschutzfiltern ist möglich, setzt jedoch eine Leistungsreduzierung voraus. Hierbei ist der Einbau von Kaltleiter-Temperaturfühlern zum Anschluß an ein Auslösegerät erforderlich.

2.08 Lager und Schmierung

In der Regel werden bei den Baugrößen 25 bis 55 wartungsfreie, beidseitig gekapselte Rillenkugellager nach DIN 625 eingebaut. Die Lager sind bereits vom Hersteller gefettet und erlauben keine Nachschmierung.

Ab Baugröße 80 werden nachschmierbare Wälzlager verwendet. Alle Lager sind reichlich dimensioniert und lassen bei normalen Belastungen eine Lebensdauer von ca. 20.000 Betriebsstunden und mehr zu.

Selbstverständlich können auch die Generatoren der Baugrößen 25 bis 55 mit Nachschmiereinrichtung versehen werden. Die Versorgung der nachschmierbaren Lager mit Frischfett (in der Regel auf Lithiumbasis mit Tropfpunkt über 160° C) erfolgt nach Angaben der Bedienungsanleitung.

2.09 Drehrichtung

Generatoren der Baugrößen 49 bis 100 sind drehrichtungsunabhängig. Bei den Baugrößen 32 bis 42 muß die Drehrichtung, bedingt durch die Spannungsadditionsschaltung, bei der Bestellung angegeben werden. Die entsprechende Drehrichtung ist durch einen Richtungspeil markiert. Bei nachträglicher Drehrichtungsänderung ist Abstimmung mit dem Herstellerwerk erforderlich.

2.10 Überdrehzahl

Die Polradwicklung der kleineren Generatoren erhält ihre Festigkeit gegen Fliehkräfte durch Vergießen mit Gießharz, während die größeren Generatoren mit zusätzlichen Druckstücken zwischen den Polen und mit Profilstäben an den Stirnseiten ausgerüstet sind.

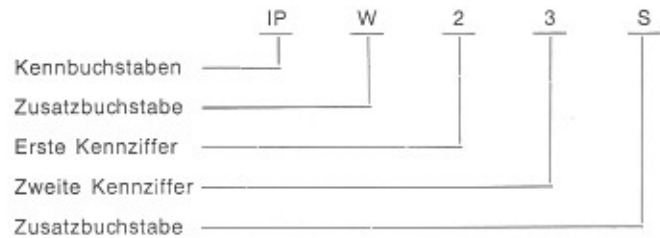
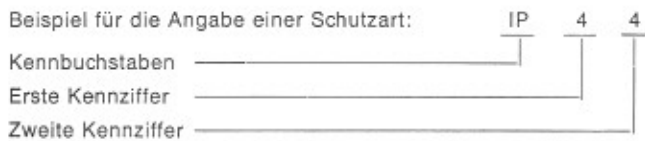
Die zulässige Überdrehzahl beträgt 1,2fache Nenndrehzahl. Bei höheren Überdrehzahlen, wie z. B. bei Turbinenantrieben, werden die oben beschriebenen Fliehkrafthalterungen verstärkt.

2.11 Schutzarten, Auszug aus DIN 40050

1. Erläuterung zur Bestimmung der Schutzgrade

Kennbuchstaben IP	Schutz gegen Berühren und gegen Eindringen von Fremdkörpern und von Wasser
Erste Kennziffer 0, 1, 2, 4 und 5 (siehe Abschnitt 2)	Schutzgrade gegen Berühren und gegen Eindringen von Fremdkörpern
Zweite Kennziffer 0 bis 4 (siehe Abschnitt 3)	Schutzgrade gegen Eindringen von Wasser

Beispiel für die Angabe einer Schutzart:



2. Schutzgrade für Berührungs- und Fremdkörperschutz

Erste Kennziffer	Schutzumfang	
	Benennung	Erklärung
0	Kein Schutz	Kein besonderer Schutz von Personen gegen zufälliges Berühren unter Spannung stehender oder sich bewegender Teile. Kein Schutz der Maschine gegen Eindringen von festen Fremdkörpern.
1	Schutz gegen große Fremdkörper	Schutz gegen zufälliges großflächiges Berühren unter Spannung stehender oder innerer, sich bewegender Teile, z. B. mit der Hand, aber kein Schutz gegen absichtlichen Zugang zu diesen Teilen. Schutz gegen Eindringen von festen Fremdkörpern mit einem Durchmesser größer als 50 mm.
2	Schutz gegen mittelgroße Fremdkörper	Schutz gegen Berühren mit den Fingern unter Spannung stehender oder innerer, sich bewegender Teile. Schutz gegen Eindringen von festen Fremdkörpern mit einem Durchmesser größer als 12 mm.
4	Schutz gegen kornförmige Fremdkörper	Schutz gegen Berühren unter Spannung stehender oder innerer, sich bewegender Teile mit Werkzeugen, Drähten oder ähnlichem von einer Dicke größer als 1 mm. Schutz gegen Eindringen von festen Fremdkörpern mit einem Durchmesser größer als 1 mm; hiervon ausgenommen sind Kühlluftöffnungen (Einlaß und Austritt von Außenlüftern) und Kondenswasser-Abflußlöcher von geschlossenen Maschinen, die Schutzgrad 2 haben dürfen.
5	Schutz gegen Staubablagerung	Vollständiger Schutz gegen Berühren unter Spannung stehender oder innerer, sich bewegender Teile. Schutz gegen schädliche Staubablagerungen. Das Eindringen von Staub ist nicht vollkommen verhindert, aber der Staub darf nicht in solchen Mengen eindringen, daß die Arbeitsweise der Maschine beeinträchtigt wird.

3. Schutzgrade für Wasserschutz

Zweite Kennziffer	Schutzumfang	
	Benennung	Erklärung
0	Kein Schutz	Kein besonderer Schutz.
1	Schutz gegen senkrecht fallendes Tropfwasser	Wassertropfen, die senkrecht auf die Maschine fallen, dürfen keine schädliche Wirkung haben.
2	Schutz gegen schrägfallendes Tropfwasser	Wassertropfen, die in einem beliebigen Winkel bis 15° zur Senkrechten fallen, dürfen keine schädliche Wirkung haben.
3	Schutz gegen Sprühwasser	Wasser, das in einem beliebigen Winkel bis 60° zur Senkrechten fällt, darf keine schädliche Wirkung haben.
4	Schutz gegen Spritzwasser	Wasser, das aus allen Richtungen gegen die Maschine spritzt, darf keine schädliche Wirkung haben.

3. Wirkungsweise

3.01 Generator

Die Remanenz der Erregermaschine leitet den Auferregungsvorgang ein. Die im Erregeranker G2 erzeugte Spannung wird über den umlaufenden Gleichrichter V1 dem Polrad G1 zugeführt und induziert in der Stator-Hauptwicklung die Ausgangsspannung. Gleichzeitig mit der Stator-Hauptwicklung wird auch die Stator-Hilfswicklung G3 induziert. Die Spannungsreglung wird durch Änderung der Ströme der Erregermaschine G2 bewirkt.

Bei Maschinen mit Transistorregler wird der Regler durch die Hilfswicklung G3 mit Spannung versorgt. Bei ca. 70% der Nennzahl wird das Stellglied des Reglers (Transistor V4) voll aufgesteuert, so daß die Grunderregerwicklung der Erregermaschine voll erregt wird. Dadurch wird der Strom im Hauptpolrad verstärkt, und die Ausgangsspannung steigt schnell an. Sobald die Nennzahl und die gewünschte Ausgangsspannung erreicht sind, steuert der Regler U1 den Transistor V4 so, daß die Spannung nicht mehr ansteigt. Wird nun der Generator belastet, muß der Erregungsstrom verstärkt werden. Dies geschieht mit Hilfe des Stromtrafos T4, der zusammen mit der Grundspannung G3 in Spannungs-Additionsschaltung geschaltet ist und über den Gleichrichter V2 auf die Compounderregerspulen der Erregermaschine einwirkt.

Die Leistungsreserve des Transistorreglers sorgt für eine Spannungs Konstanz von ca. $\pm 1\%$ und kompensiert den Kalt-Warm-Einfluß.

Maschinen der Baugrößen 32 bis 34 können durch die erwähnte Spannungs-Additions-Schaltung auch ohne Regler ausgeführt werden. Die Spannungstoleranz beträgt dabei ca. $\pm 5\%$. Mit Hilfe der Widerstände R14 bzw. R10 wird die Leerlaufspannung bzw. die Lastspannung eingestellt.

Generatoren mit direkter Compoundierung (Baugröße 25) werden nicht in Spannungs-Additionsschaltung ausgeführt. Die erforderliche Zusatzerrregung wird stromabhängig direkt über die Feldwicklung der Erregermaschine vorgenommen.

Generatoren der Baureihe 32 – 42 erhalten einen Stromwandler mit Additionsschaltung, um bei Einsatz ohne Spannungsregler eine $\cos \phi$ -abhängige Erregerbeeinflussung zu erreichen.

Da die Generatoren der Baureihe 49 – 100 grundsätzlich mit Spannungsregler ausgerüstet werden, genügt hier der Einsatz eines Stromwandlers.

3.02 Regler Ti 7.5

Allgemeines

Der Regler arbeitet in Verbindung mit einem Leistungstransistor als Stellglied, der auf einem separaten Kühlkörper montiert ist. Über den Gleichrichter V1 in Verbin-

dung mit dem Leistungstransistor wird die Erregerwicklung J_2-K_2 der Erregermaschine mit dem jeweils erforderlichen Erregerstrom versorgt und hält somit die Generatorklemmenspannung konstant.

Netzteil

Im Netzteil wird die von Anschluß U_H-W_H eingespeiste Wechselspannung (35–50 V) im Trafo T1 heruntertransformiert, im Brückengleichrichter V3 gleichgerichtet, in der R-C-Kombination R1/C2 geglättet und durch den nachgeschalteten integrierten Schaltkreis V4 mit zugehörigem Kondensator C3 auf +8V stabilisiert.

Regelteil

Das Regelteil erhält über die Anschlüsse U, V, W (380...440 V) bzw. U', V', W' (200...240 V) über die beiden Meßtransformatoren T2/T3 in V-Schaltung eine der Generatorklemmenspannung proportionale Meßspannung, welche in den in DB-geschalteten Meßgleichrichtern V10...V15 gleichgerichtet wird. Die so erhaltene Meßgleichspannung wird in einer R-C-Kombination geglättet und als Istwert auf den nicht invertierenden Eingang 3 des Operationsverstärkers V8 gegeben.

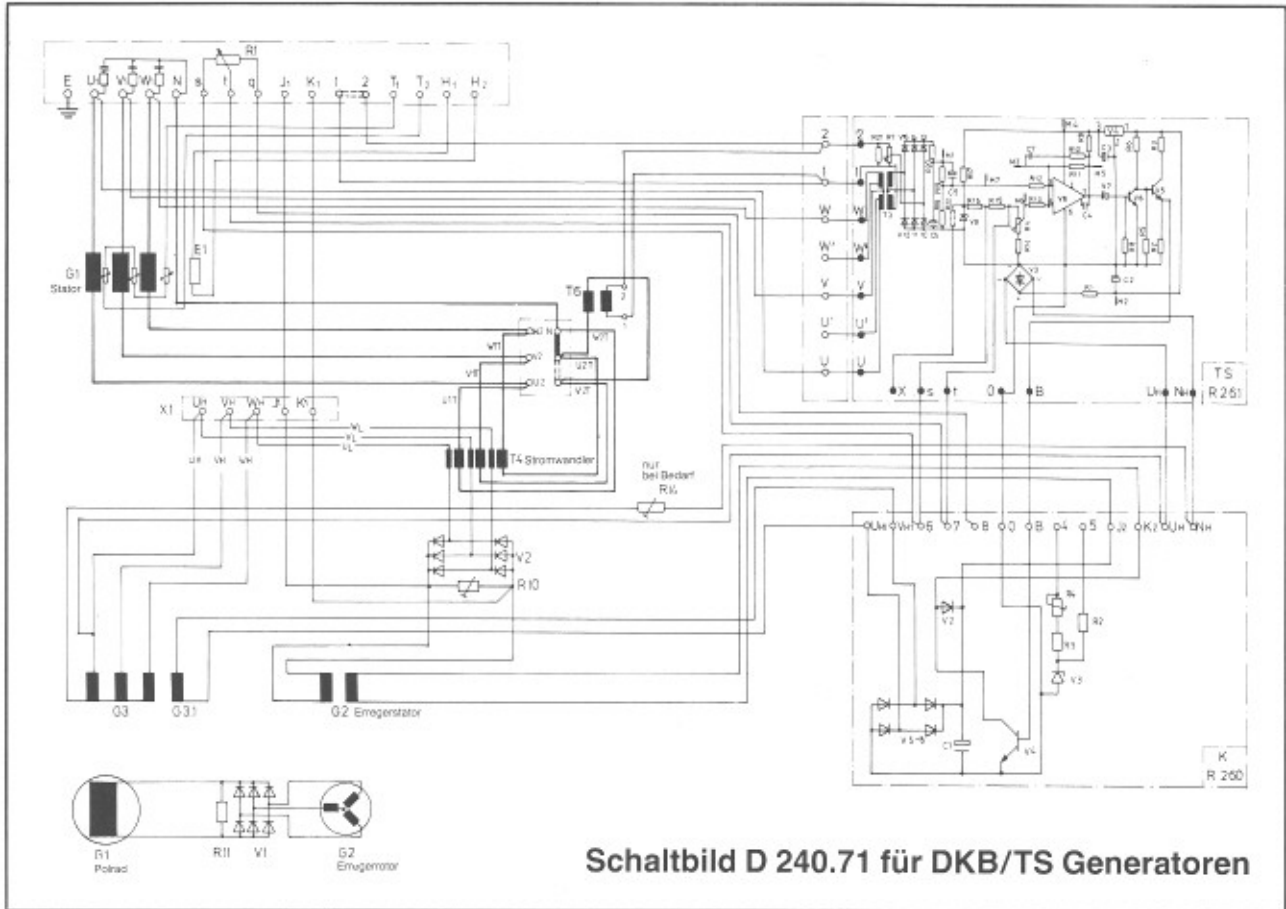
Als Sollwert dient eine durch die Z-Diode V9 erzeugte Referenzspannung, die über einen Spannungsteiler R16, R15, R14 dem Sollwertesteller (parallel zu R15) und dem Poti R4 dem invertierenden Eingang 4 des Operationsverstärkers zugeführt wird. Der Ausgang des Operationsverstärkers liefert über den Arbeitswiderstand R9 die Z-Diode V7 den Basisstrom für den Transistor V6, welcher Transistor V5 und damit den Basisstrom für den Leistungstransistor steuert.

Zur Stabilisierung des Reglerkreises ist der Operationsverstärker V8 über den Widerstand R11 statisch und über die R-C-Kombination R36, R10, C7 dynamisch gekoppelt, wodurch dem Regler ein PI-Verhalten gegeben wird. Über den Kondensator C5 wird noch zusätzlich ein D-Verhalten erreicht, weshalb bei dem Regler Ti 7.5... von einem PID-Regler gesprochen werden kann. Mit Potentiometer R36 kann die Zeitkonstante des Reglers verändert und somit dem Generator angepaßt werden.

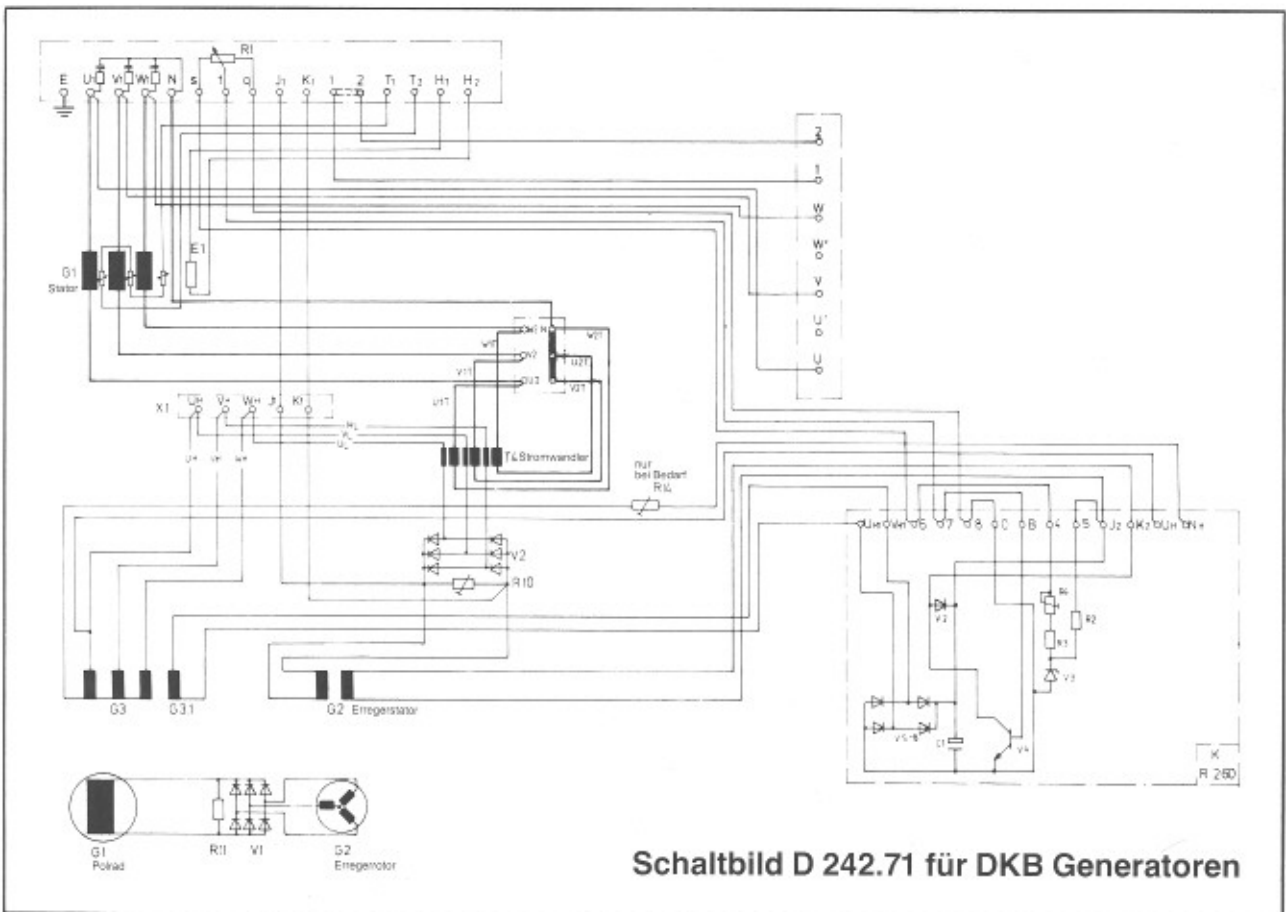
In die Istwertleitung der Phase U des Meßkreises ist das Potentiometer R7 in Verbindung mit R21 eingeschaltet, welche als Statikwiderstand arbeiten und die Bürde für den Statikwandler bilden.

Durch den Statikwandler wird an R7 und R21 ein stromabhängiger Spannungsabfall erzeugt, der sich geometrisch zur Meßspannung addiert. Die Phasenzuordnung ist so gewählt – Wandler Phase V – Statikwiderstand Phase U, daß sich bei induktiver Last ein Anstieg der Meßspannung und somit ein Abfall der Generatorklemmenspannung, dagegen bei kapazitiver Last eine Verringerung der Meßspannung und somit ein Anstieg der Klemmenspannung ergibt. Die Größe kann mittels R7 eingestellt werden. Die Spannungsabsenkung bei $\cos \phi$ 0,1 induktiv beträgt in der Regel 3%.

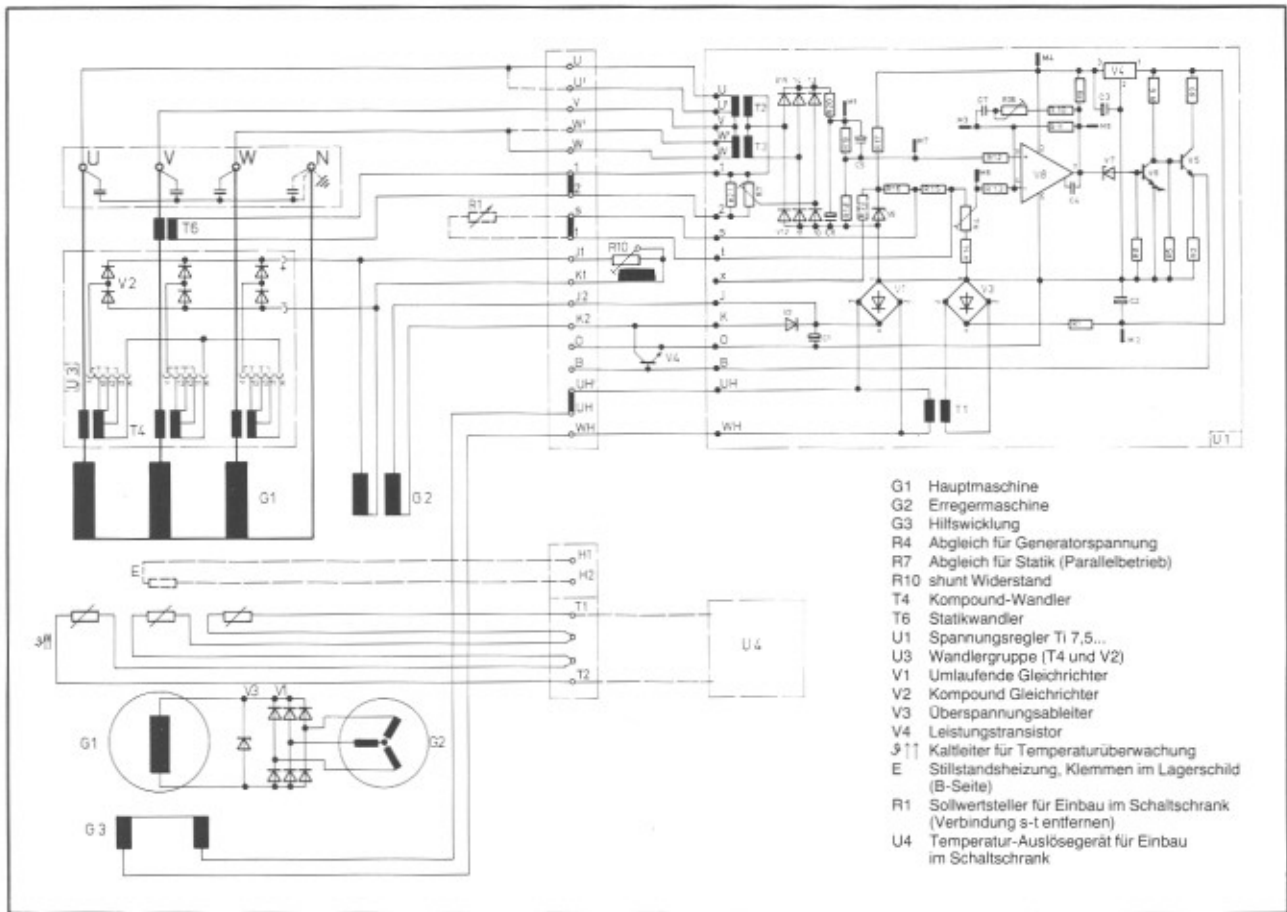
4. Schaltbilder



AvK-Schaltbild DKB 32-42 mit Spannungsregler und Stromwandler

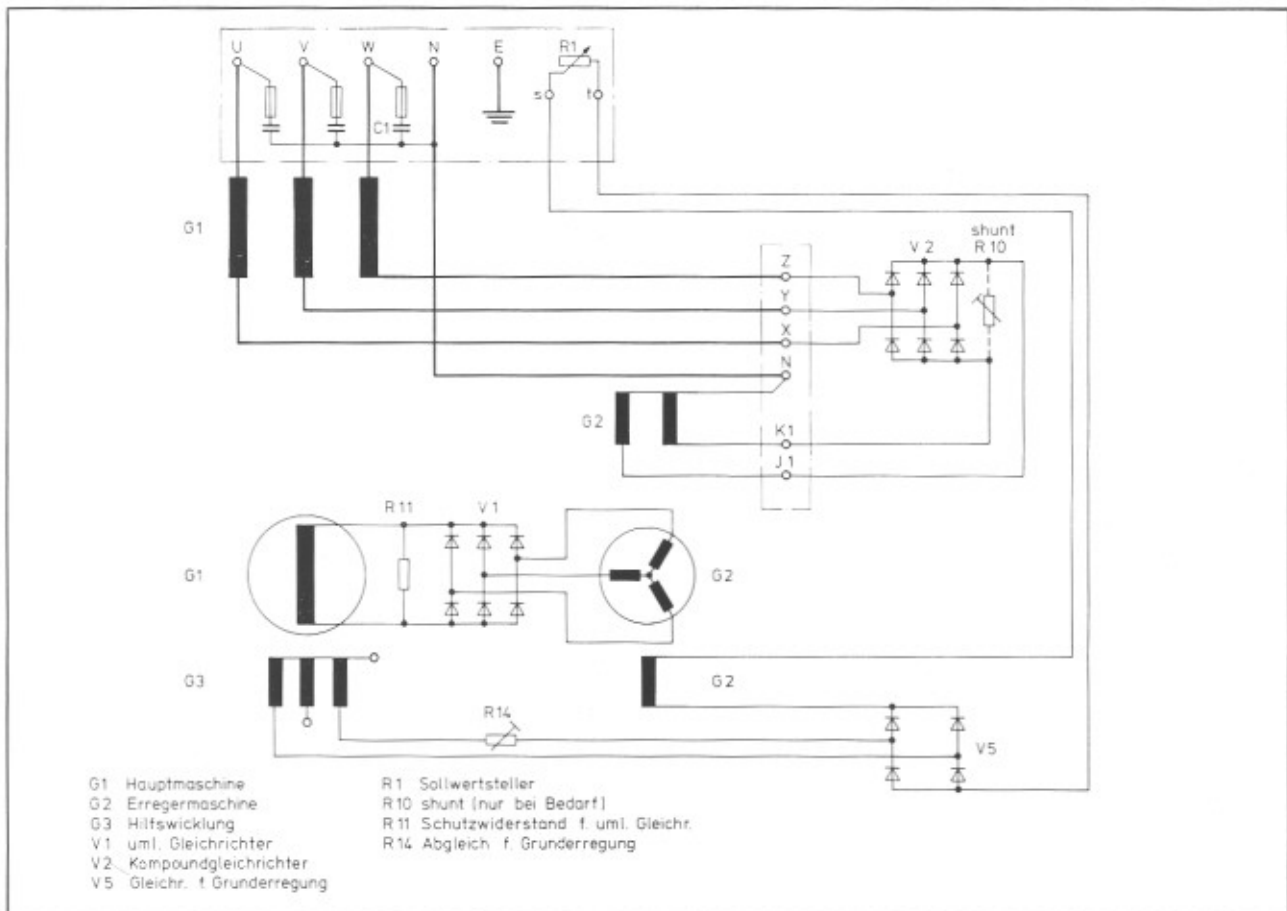


AvK-Schaltbild DKB 32-42 ohne Spannungsregler, mit Stromwandler im Notbetrieb



AvK-Schaltbild DKB 49-100 TS, mit Spannungsregler und Stromwandler

Z 2713



AvK-Schaltbild DKB 25 ohne Spannungsregler, mit direkter Kompoundierung

D 206

5. Elektrische Funktionen

5.01 Selbsterregung

Die Remanenzspannung der Erregermaschine leitet die Erregung ein. Bei den Typen 32 – 100 sind im geblechten Erregerjoch Dauermagnete eingebaut, um die Remanenzspannung zu verstärken. Über den Rotor der Erregermaschine sowie die umlaufenden Gleichrichter und das Hauptpolrad erfolgt die weitere Auferregung.

5.02 Schnellerregung

Zur Beschleunigung des Auferregungsvorganges ist kurzzeitiges Anlegen einer Fremdspannung (Batterie) an die Klemmen $J_1 - K_1$ möglich. Plusklemme der Batterie an J_1 , Minusklemme an K_1 .

5.03 Entregung

Zur Entregung ist die Feldwicklung $J_1 - K_1$ kurzzuschließen und die Verbindung $U_H - U_H'$ zu öffnen. An den Klemmen des Generators steht dann nur die Remanenzspannung an.

5.04 Spannung

Die Generatoren werden im Normalfall für 2 Spannungen und 2 Frequenzen ausgelegt. Bei 50 Hz beträgt die Spannung 400/231 V, bei 60 Hz entsprechend 440/254 V. Bei 60 Hz kann die Leistung proportional zur Spannung erhöht werden.

Die Umstellung auf 60 Hz erfolgt durch Verstellen des Shuntwiderstandes R10, die Nachjustierung der Spannung am Potentiometer R1 bzw. mit dem Einstellwiderstand R4 auf der Reglerplatine. Sonderspannungen, Sonderfrequenzen und Spezialausführungen auf Anfrage.

5.05 Spannungseinstellbereich

Die Ausgangsspannung läßt sich durch den bei Bedarf eingebauten feinstufigen Sollwertsteller in den Grenzen von $\pm 5\%$ einstellen. Generatoren mit TS-Regler erlauben eine Verschiebung des Einstellbereichs über den Einstellwiderstand R4 der Reglerplatine Ti 7. Der Sollwertsteller kann nach Bedarf in der Schalttafel untergebracht werden. Bei größerer Entfernung vom Generator zum Schaltschrank sind abgeschirmte Leitungen zu verwenden. Sollwertstellerleitungen dürfen nicht mit anderen stromführenden Leitungen in einem gemeinsamen Kabel verlegt werden.

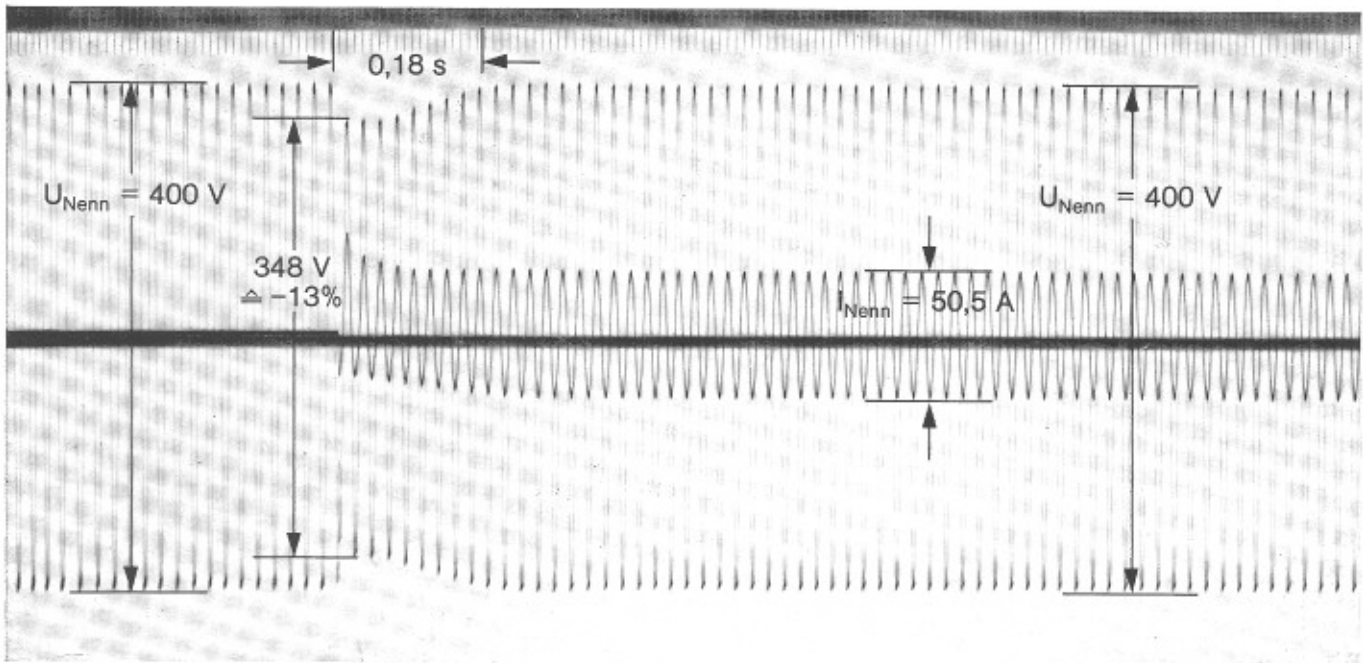
5.06 Statisches Spannungsverhalten

Bei einem Drehzahlabfall bis 3% zwischen Leerlauf und Vollast im Bereich des Leistungsfaktors $\cos \phi$ 0,8–1, sowie kalter und warmer Maschine wird eine Spannungsgenauigkeit bei TS-Ausführung von ca. $\pm 1\%$ erreicht. (Für engere Toleranzen ist Anfrage notwendig.)

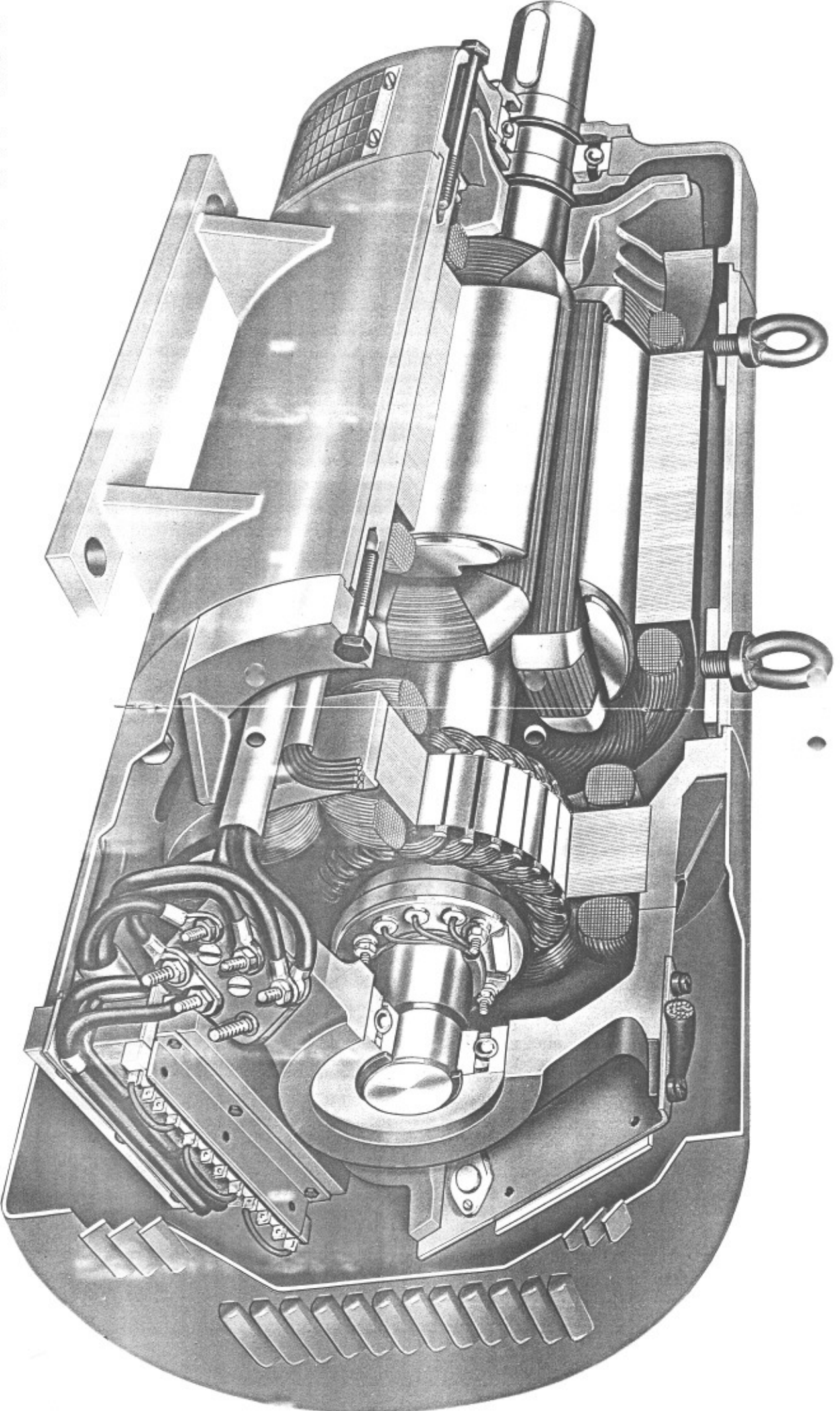
Bei Generatoren mit Kompoundierung (Ausführung ohne Spannungsregler) beträgt die Spannungstoleranz ca. $\pm 5\%$.

5.07 Transientes Spannungsverhalten

Transiente Spannungsänderung und Ausregelzeit sind von der Auslegung und Ausnutzung von Generator und Regler abhängig. Bei Vollastzuschaltung mit $\cos \phi$ 0,8 beträgt der Spannungseinbruch 16–20% der Nennspannung, die Ausregelzeit 0,25 – 0,5 s; abhängig von der Baugröße.



Vollast-Zuschaltung bei $\cos \phi$ 0,8 einer DKB 32/35-4 TS, 35 kVA 400/231 V, 1500 min⁻¹



7. Selbstregelnder bürstenloser AvK-Generator DKB 42/75-4 TS

5.08 Kurvenform der Klemmenspannung

Die Kurvenform der verketteten Ausgangsspannung entspricht VDE 0530, d. h. zulässige Abweichung von der Sinuskurve bei Leerlauf max. 5%.

Eine bessere Kurvenform ist durch besondere Auslegung der Wicklung und entsprechende Polschuhformgebung möglich. Anfrage im Herstellerwerk ist notwendig.

5.09 Schiefast

Der bei allen Generatoren eingebaute Dämpferkäfig ermöglicht eine unsymmetrische Belastung von 100% Nennstrom in der belasteten Phase bei einer Spannungsunsymmetrie von weniger als 10%, bezogen auf den arithmetischen Mittelwert der 3 Phasenspannungen.

5.10 Kurzschlußverhalten

Bei einem dreipoligen Klemmenkurzschluß wird durch die lastabhängige Erregung ein Dauerkurzschlußstrom vom 2–3fachen Wert des Nennstromes erreicht. Zulässige Kurzschlußdauer 5 s.

5.11 Überlast

Die Generatoren entsprechen den Überlastbedingungen der gültigen Vorschriften. In Anpassung an die Leistung der Verbrennungsmotoren wird eine Überlast von 10% für 1 Stunde mit einer Spieldauer von 6 Stunden zugestanden.

Schädliche Erwärmungen treten hierbei nicht auf. Die angegebene Spannungstoleranz kann natürlich für diese Belastung nicht eingehalten werden.

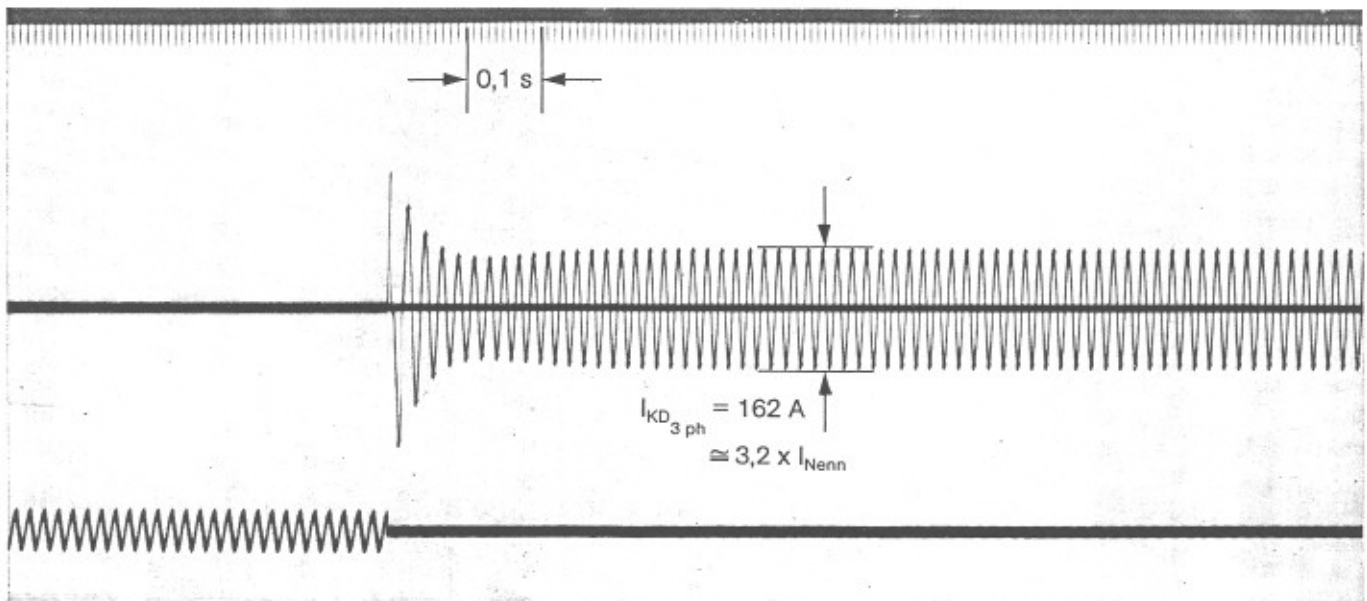
5.12 Notbetrieb

Bei Ausfall des Transistorspannungsreglers der Typenreihe DKB 32 – 42 ist durch eine Umschaltung des Generators entsprechend dem Schaltbild D 242.71 ein Notbetrieb möglich.

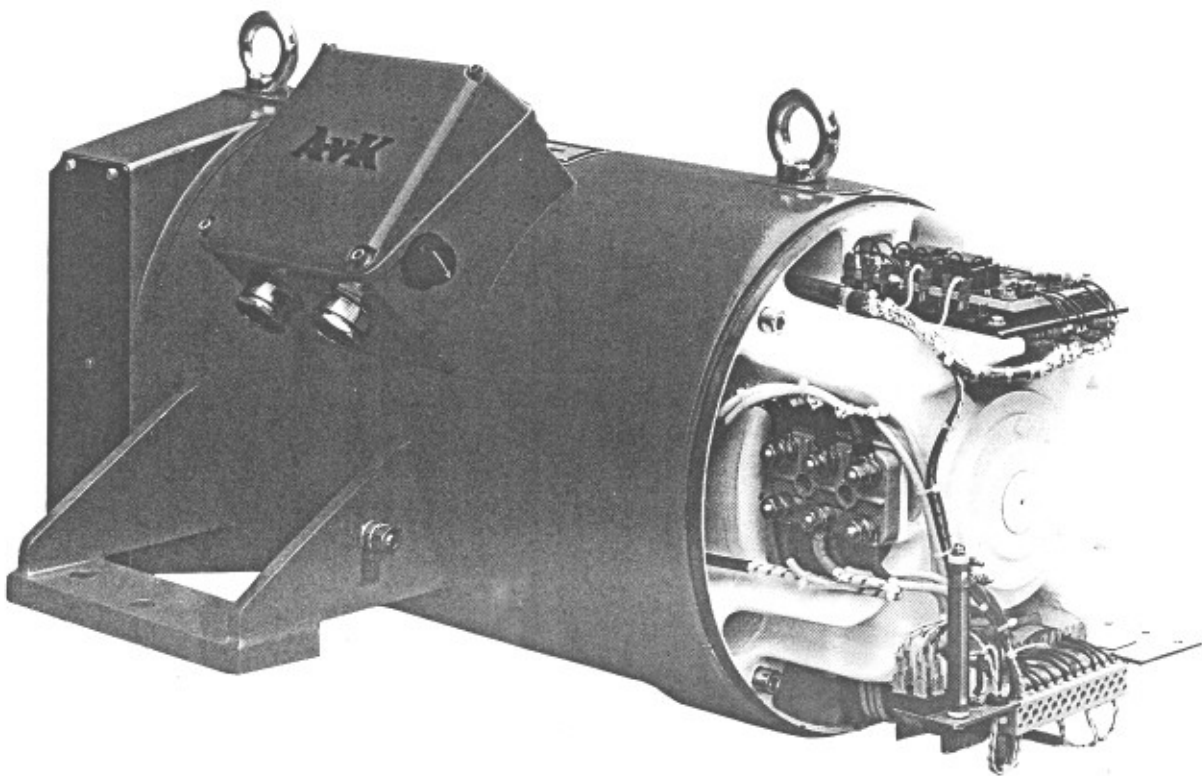
Für die Typen DKB 49–100 kann auf Kundenwunsch für den Notbetrieb eine Handsteuerung, bestehend aus einem Stelltransformator, einem Gleichrichter und einem Umschalter, mitgeliefert werden.

5.13 Funkentstörung

Alle Generatoren entsprechen den VDE-Vorschriften 0875 nach Funkstörgrad „N“. Funkstörgrad „K“ erfordert besondere Bauteile und Maßnahmen.



Verlauf des Kurzschlußstromes bei 3-phasigem Kurzschlußstrom des Typs DKB 32/35-4 TS mit einem Nennstrom $J_{Nenn} = 50,5 \text{ A}$, $J_{KD} = 162 \text{ A}$



Selbstregelnder, bürstenloser Drehstrom-Generator DKB 34/50-4TS, 50 kVA, 400/231 V, 50 Hz, Bauform B 5 / B 20, 1500 min⁻¹ mit geöffneter Abdeckhaube

5.14 Parallelbetrieb

In Energiezentralen und an Bord von Schiffen ist es üblich, je nach Bedarf zwei oder auch mehrere Generatoren parallel zu fahren. Durch diese Maßnahme ergibt sich die Möglichkeit, die einzelnen Aggregate optimal auszulasten. Ferner können einzelne Aggregate für Wartungszwecke stillgesetzt werden, ohne daß eine Netzunterbrechung auftritt.

Das Parallelschalten von Drehstrom-Generatoren untereinander beziehungsweise mit einem starren Netz kann nur unter folgenden Bedingungen durchgeführt werden:

1. Die Phasenfolge von Netz und Generator muß übereinstimmen.
2. Die Spannungen des Netzes und des Generators müssen gleiche Größe, Frequenz und Phasenlage haben.

Generatoren, die für Parallelbetrieb eingesetzt werden, müssen mit einem Dämpferkäfig ausgestattet sein, der zur Standardausrüstung der AvK-Generatoren gehört.

Bei Parallelbetrieb von Drehstrom-Generatoren ist zwischen Wirklast- und Blindlastverteilung zu unterscheiden. Die Lastverteilung von parallellaufenden Drehstrom-Generatoren sollte möglichst gleichmäßig im Verhältnis der Generatorenleistung erfolgen.

Da die Wirkleistungsabgabe nur von der Einstellung des Drehzahlreglers der Antriebsmaschine abhängt, müssen die Antriebsmaschinen mit gleichem P-Grad arbeiten, oder sie müssen mit einem automatischen Wirklastabgleicher ausgerüstet sein.

Die Größe des Blindlastanteiles ist von der Erregung des Generators abhängig und wird somit von dem Regler des Generators bestimmt.

Bei Parallelbetrieb ungleicher Generatortypen oder mit dem Netz ist es erforderlich, daß die Generatorspannung bei induktiver Belastung abgesenkt wird. Dies wird durch Öffnen der Brücke 1–2 erreicht, wodurch der Statikwandler T6 wirksam wird, der auf den als Bürde arbeitenden Statikwiderstand R7 in Verbindung mit R21 arbeitet. Die Größe der Spannungsstatik kann mittels R7 eingestellt werden und beträgt bei $\cos \phi$ 0,1 induktiv in der Regel 3%.

Diese Einstellung ist bereits im Werk vorgenommen worden.

Sind alle parallel laufenden Generatoren auf die gleiche Statik eingestellt, so ist die Blindlastverteilung ebenfalls symmetrisch, siehe nachfolgendes Diagramm.

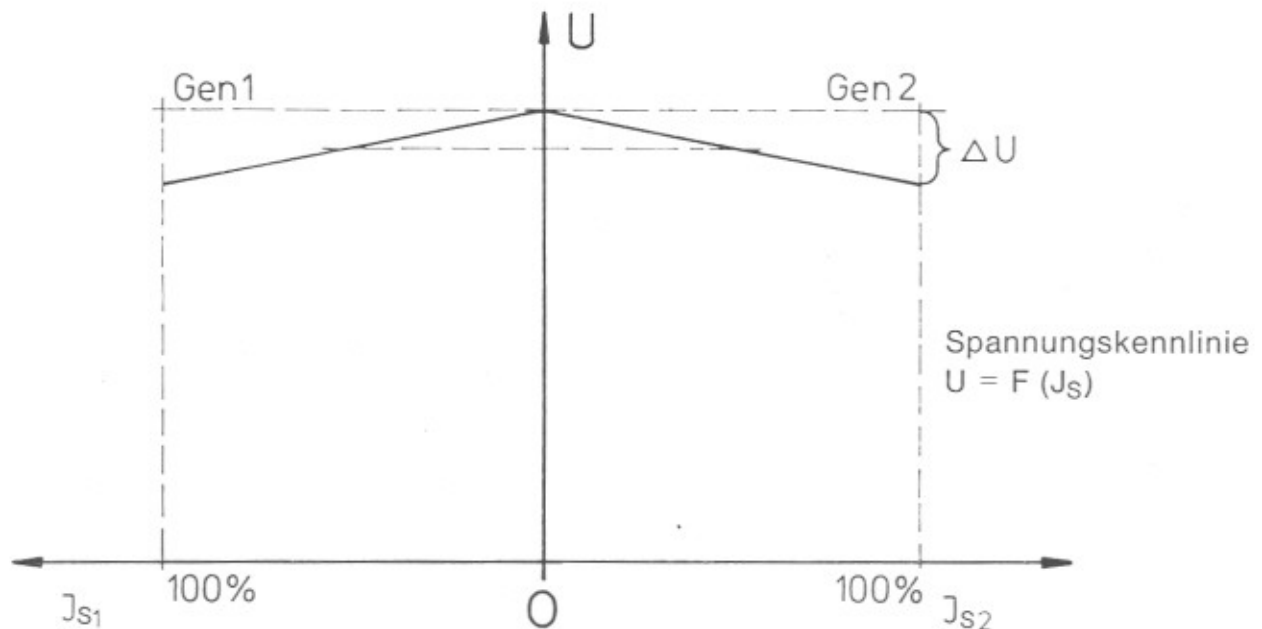
Bei Parallelbetrieb gleicher Generatortypen werden noch zusätzlich die Klemmen I₁ - K₁ der Kompoundfelder miteinander verbunden.

Mittels R7 kann hierbei zur Erreichung einer besseren Spannungskonstanz die Größe der Spannungsstatik zurückgenommen werden.

Weil die Ausgleichsleitungen bei allen Generatoren den gleichen Erregerzustand erzwingen, dürfen diese erst durch Hilfskontakte des Hauptschützes bzw. des Leistungsschalters beim Parallelschalten eingeschaltet werden (siehe Schaltbild Nr. Z 2667.1, Seite 19). Die Blindlastverteilung kann mit dem Sollwertsteller korrigiert werden.

Bei mit Ausgleichsleitungen parallel arbeitenden Generatoren ist die Scheinleistung nur dann anteilig gleich verteilt, wenn auch die Wirklast anteilig gleich verteilt ist.

Wird der Anteil der Wirkleistung stark verändert, wie es z. B. beim Stillsetzen eines Aggregates üblich ist, dann bleibt an diesem Generator ein Blindstromanteil bis zum Öffnen des Schalters stehen.



Bei Parallelbetrieb mit einem Netz, dessen Spannung um mehr als $\pm 5\%$ schwankt, ist ein automatischer Parallelbetrieb mit reiner Statik nicht mehr möglich, weil der einstellbare Hub des Reglers nicht mehr ausreicht. Erfolgt keine Korrektur des Sollwertes, so kann der Generator bei zu hoher Netzspannung keinen Blindstrom mehr abgeben, bzw. er nimmt sogar Blindstrom aus dem Netz auf.

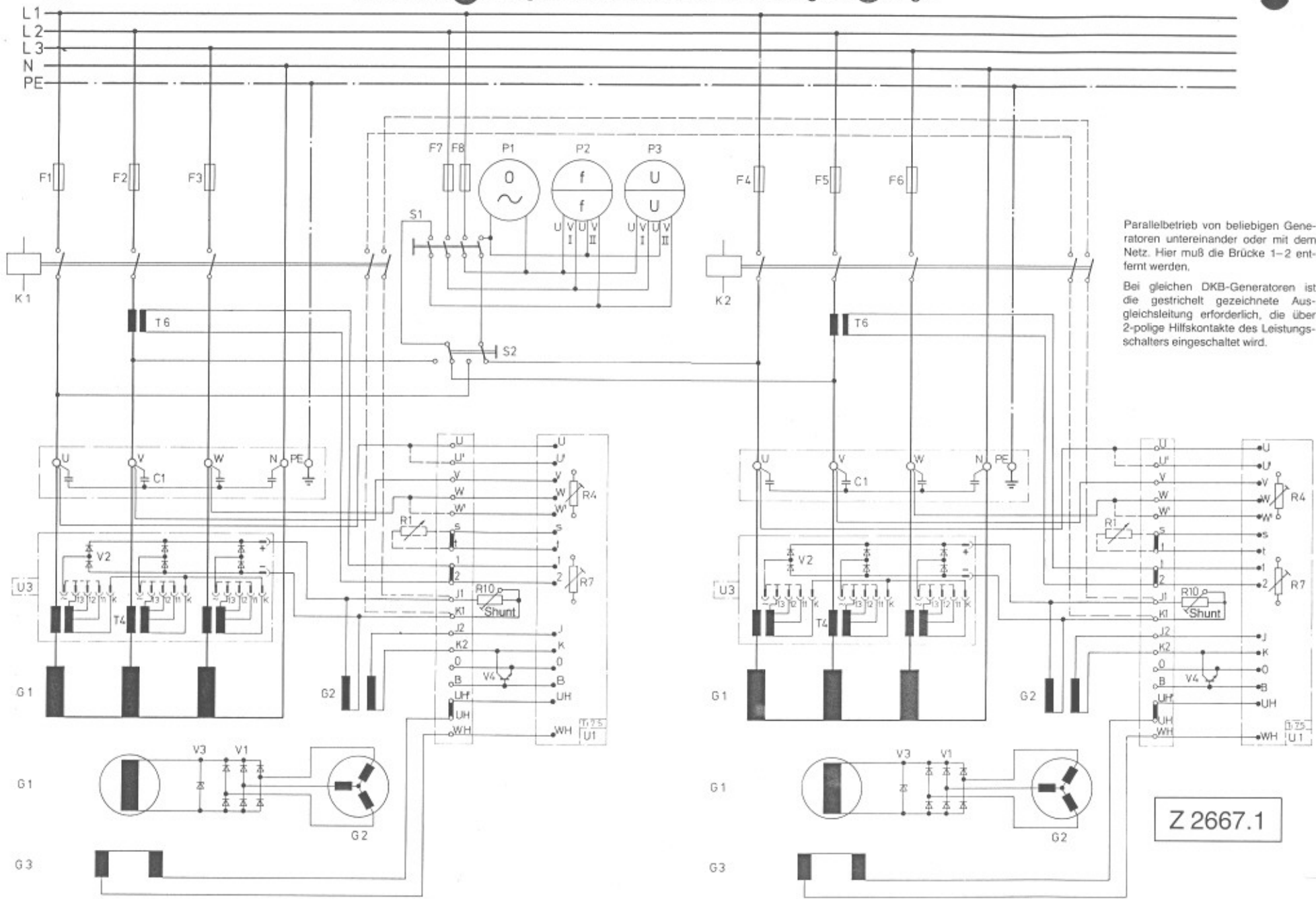
Bei zu niedriger Netzspannung versucht der Generator die vorgegebene Netzspannung dadurch zu halten, daß er übermäßig viel Blindstrom in das Netz schiebt, wo-

durch es schließlich zum Auslösen des Überstromschalters kommt.

Durch die Verwendung eines DIDB-Generators mit $\cos \phi$ -Regler kann auch dieses Problem gelöst werden. In diesem Fall wird der parallel arbeitende Generator nicht mehr auf konstante Spannung, sondern auf einen konstanten Leistungsfaktor geregelt. Wir empfehlen bei diesen Einsatzbedingungen unseren Typ DIDB mit $\cos \phi$ -Regler.

Treten im Nulleiter der parallellaufenden Generatoren unzulässig hohe Ausgleichsströme auf, so können diese durch den Einbau einer Nulleiterdrossel reduziert werden.

Parallelbetrieb von 2 gleichen DKB-Generatoren mit Ausgleichungen



Parallelbetrieb von beliebigen Generatoren untereinander oder mit dem Netz. Hier muß die Brücke 1-2 entfernt werden.
 Bei gleichen DKB-Generatoren ist die gestrichelt gezeichnete Ausgleichsleitung erforderlich, die über 2-polige Hilfskontakte des Leistungsschalters eingeschaltet wird.

Z 2667.1

Gen. 1

Gen. 2

6. Projektierungsrichtlinien

6.01 Bestimmung der Typengröße

Nennleistung S_{Nenn} des Generators

Die Nennleistung ergibt sich als Summe der aufgenommenen Leistungen aller Verbraucher. Aus Sicherheitsgründen sind evtl. noch Zuschläge vorzusehen.

Für Asynchronmotoren gilt:

$$S_{auf} = \frac{P_N}{\eta_{Mot} \cdot \cos \varphi} \quad (\text{kVA})$$

Generatorauswahl

Bei den in der Tabelle, Pos. 8, (Sonderdruck Techn. Daten) angeführten Generatoren ist die Typenleistung gleich der Nennleistung nach VDE 0530.

Der erforderliche Typ wird ausgewählt entsprechend der benötigten Nennleistung und läßt sich verwenden, wenn die maximale Stoßbelastung

$$\Delta S_{max} \leq 1,1 \cdot S_{Typ} \text{ ist.}$$

Beträgt der Belastungsstoß mehr als $1,1 \cdot S_{Typ}$, bitten wir um Rückfrage. Entweder erfolgt eine Typenvergrößerung, oder es wird zusätzlich Stoßlastausführung vorgesehen.

Die Spitzenleistung (Grundlast plus Zuschalleistung) soll ca. $1,7 \cdot S_{Typ}$ nicht überschreiten.

Zuschalleistung ΔS von normalen Asynchronmotoren

a) Kurzschlußläufer

Direkteinschaltung

$$\Delta S = (5 \text{ bis } 6) \cdot S_{auf} \quad \cos \varphi \text{ 0,4 bis 0,5}$$

Stern-Dreieckschaltung

$$\Delta S = (1,7 \text{ bis } 2) \cdot S_{auf} \quad \cos \varphi \text{ 0,4 bis 0,5}$$

Bei Stern-Dreieckschaltung gelten diese Faktoren nur für die Sternstufe.

Es ist zu beachten, daß je nach vorhandenem Gegenmoment während des Hochlaufes ein größerer Leistungsstoß beim Umschalten auftreten kann.

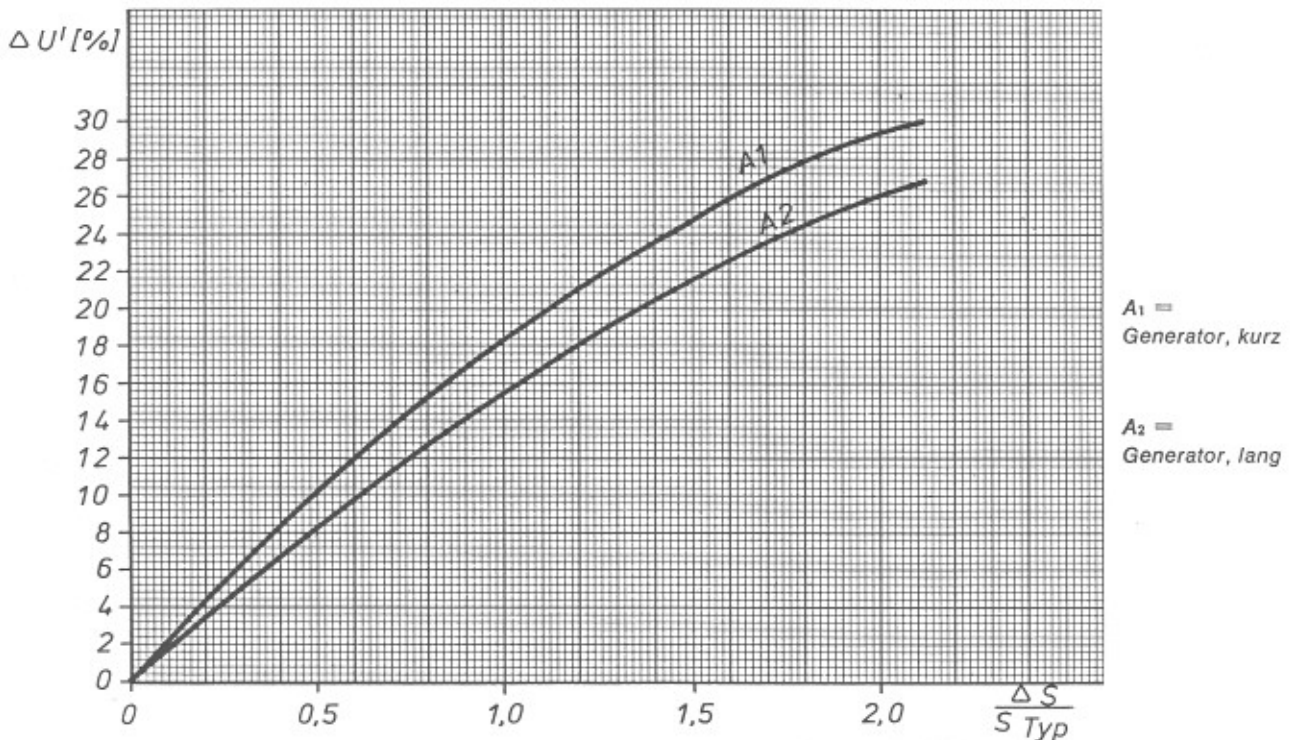
b) Schleifringläufer

$$\Delta S = (1,3 \text{ bis } 1,6) \cdot S_{auf} \quad \cos \varphi \text{ 0,75 bis 0,85}$$

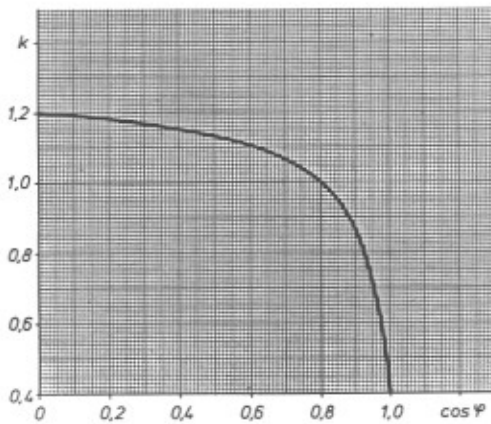
6.02 Bestimmung des Spannungseinbruches

Es ist nur die Zuschalleistung maßgebend für den Spannungseinbruch. Die Grundlast hat einen fast unwesentlichen Einfluß, der vernachlässigt werden kann.

Abhängigkeit des Spannungseinbruches $\Delta U'$ von der bezogenen Zuschalleistung mit Leistungsfaktor $\cos \varphi \text{ 0,8}$



Korrekturfaktor k zur Ermittlung des Spannungseinbruches in Abhängigkeit vom Leistungsfaktor



Hiermit wird der aus Kurve Seite 20 erhaltene Wert auf den vorhandenen Spannungseinbruch umgerechnet.

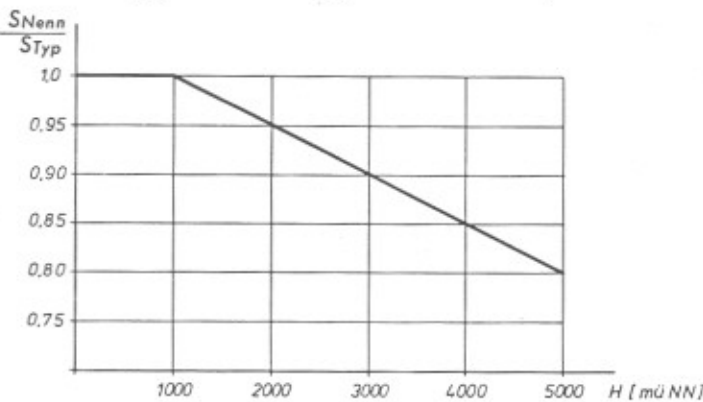
$$\Delta U_{\text{vorh}}^I = \Delta U^I \times K$$

Verwendete Zeichen:

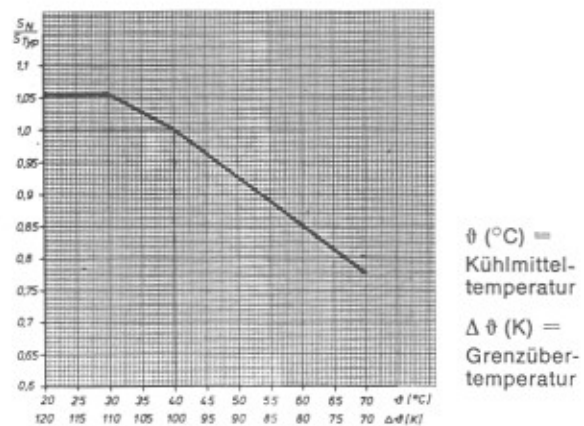
P_N (kW)	abgegebene Leistung des Asynchronmotors
S_{auf} (kVA)	aufgenommene Leistung des Asynchronmotors
$\cos \varphi$	Leistungsfaktor des Asynchronmotors
η_{Mot}	Wirkungsgrad des Asynchronmotors
ΔS_{max} (kVA) und ΔS (kVA)	theoretisch auftretende Leistungsänderung im Zuschaltmoment an einem unendlich starren Netz
S_{Typ} (kVA)	Typenleistung des Generators
S_{Nenn} (kVA)	Nennleistung des Generators

6.03 Leistungsänderung unter besonderen Bedingungen

Abhängigkeit der Leistung von der Aufstellungshöhe



Abhängigkeit der Leistung von der Kühlmitteltemperatur für eine Grenzüber-temperatur von 100 K



θ (°C) = Kühlmitteltemperatur
 $\Delta \theta$ (K) = Grenzüber-temperatur

6.04 Klassifikations-Vorschriften (gilt nur im Hinblick auf die zulässige Erwärmung)

Klassifikations-Vorschrift	KT °C	Erwärmung K	Oberlast und Zeit	$\frac{S_{\text{Nenn}}}{S_{\text{Typ}}}$
VDE 0530	40	100	50 % bei $\cos \varphi = 0,8$; 2 min	1,0
BS 2613/1957	40	100	50 % bei $\cos \varphi = 0,8$; 15 s	1,0
Germ. Lloyd	40*	100	50 % bei	1,0
	45	95	$\cos \varphi = 0,8$; 2 min	0,96
RINA	40*	100	50 % bei	1,0
	45*	95	$\cos \varphi = 0,6$; 2 min	0,96
	50	90		0,925
American Bureau of Shipping	40*	100	—	1,0
	50	90		0,925
Bureau Veritas	40*	100	50 % bei	1,0
	45*	95	$\cos \varphi = 0,6$; 2 min	0,96
	50	90		0,925
Det Norske Veritas Beschränkte Fahrt	40*	100	50 % bei	1,0
	45	90	$\cos \varphi = 0,6$; 2 min	0,925
Lloyd's Reg. of Shipp. Allgemeine Dienste	40*	95	50 % bei	0,96
	45	90	$\cos \varphi = 0,8$; 15 s	0,925
Tropenfahrt	40*	100	50 % bei	1,0
	45	95	$\cos \varphi = 0,8$; 2 min	0,96
Deutsche Schiffs-Revision und Klassifikation (DDR)	40*	100	50 % bei	1,0
	45	95	$\cos \varphi = 0,8$; 2 min	0,96
Sowjetischer Lloyd (SL.)	40*	100	50 % bei	1,0
	45	95	$\cos \varphi = 0,8$; 2 min	0,96

* Diese Kühlmitteltemperaturen sind nur mit Zustimmung der Klassifikations-Gesellschaft verwendungsfähig.

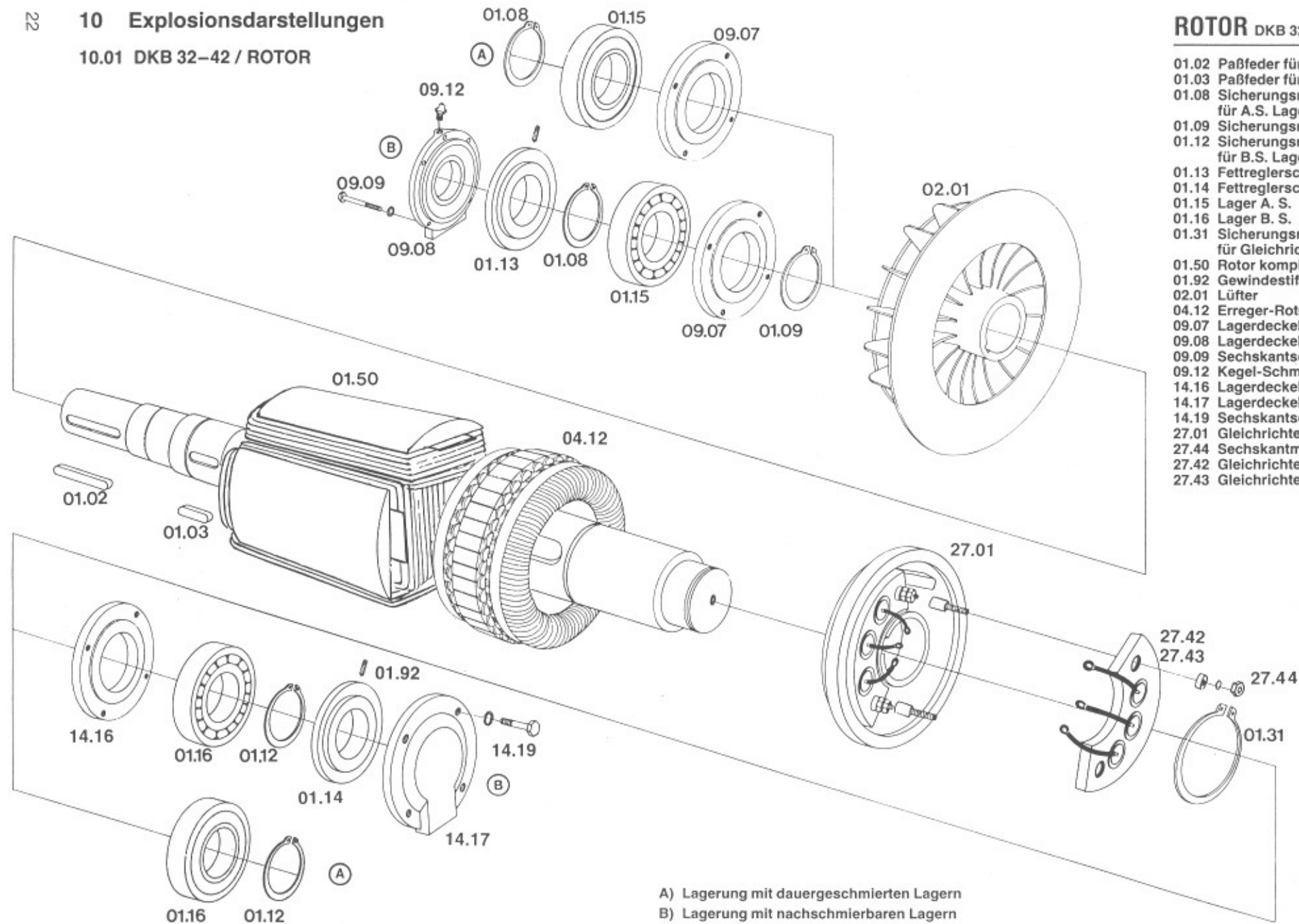
7. Schnittbild DKB 42/75-4 TS (siehe Seite 14–15)

8. Leistungsreihe u. technische Daten der bürstenlosen DKB-Generatoren (siehe Sonderdruck „Techn. Daten“)

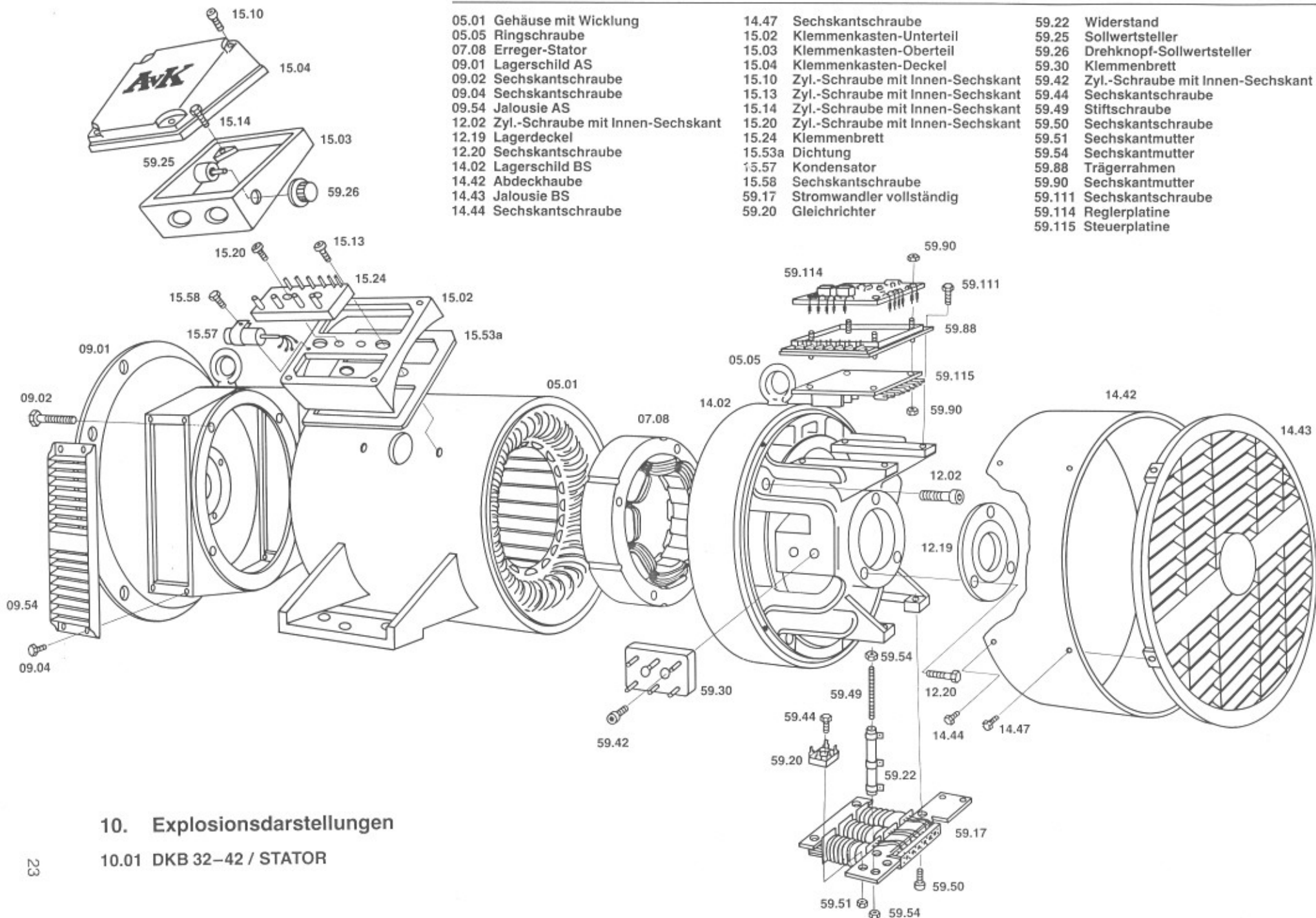
9. Maßtabellen der bürstenlosen DKB-Generatoren (siehe Sonderdruck „Techn. Daten“)

10 Explosionsdarstellungen

10.01 DKB 32-42 / ROTOR



STATOR DKB 32-42 Einzelteile

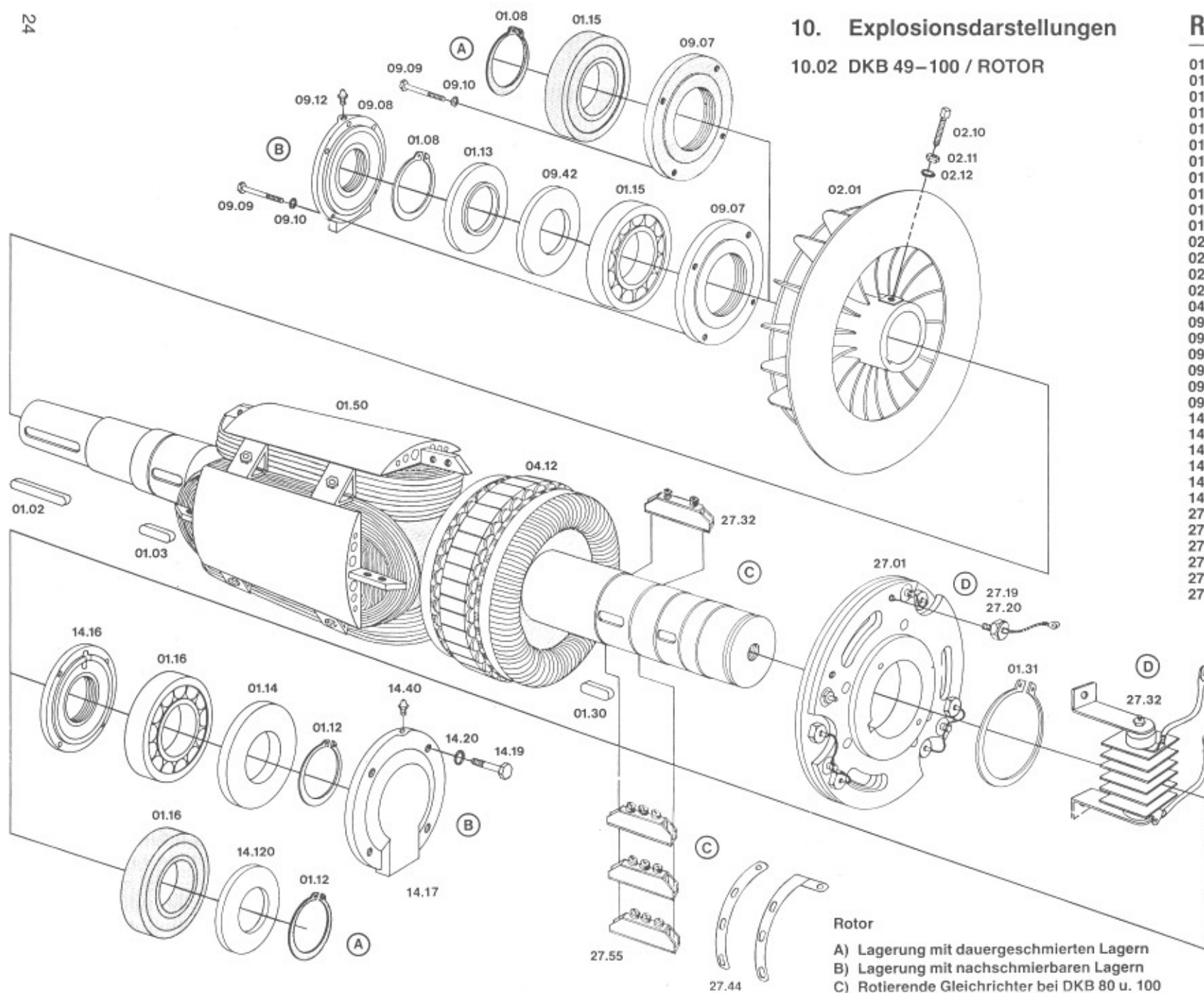


10. Explosionsdarstellungen

10.01 DKB 32-42 / STATOR

10. Explosionsdarstellungen

10.02 DKB 49-100 / ROTOR

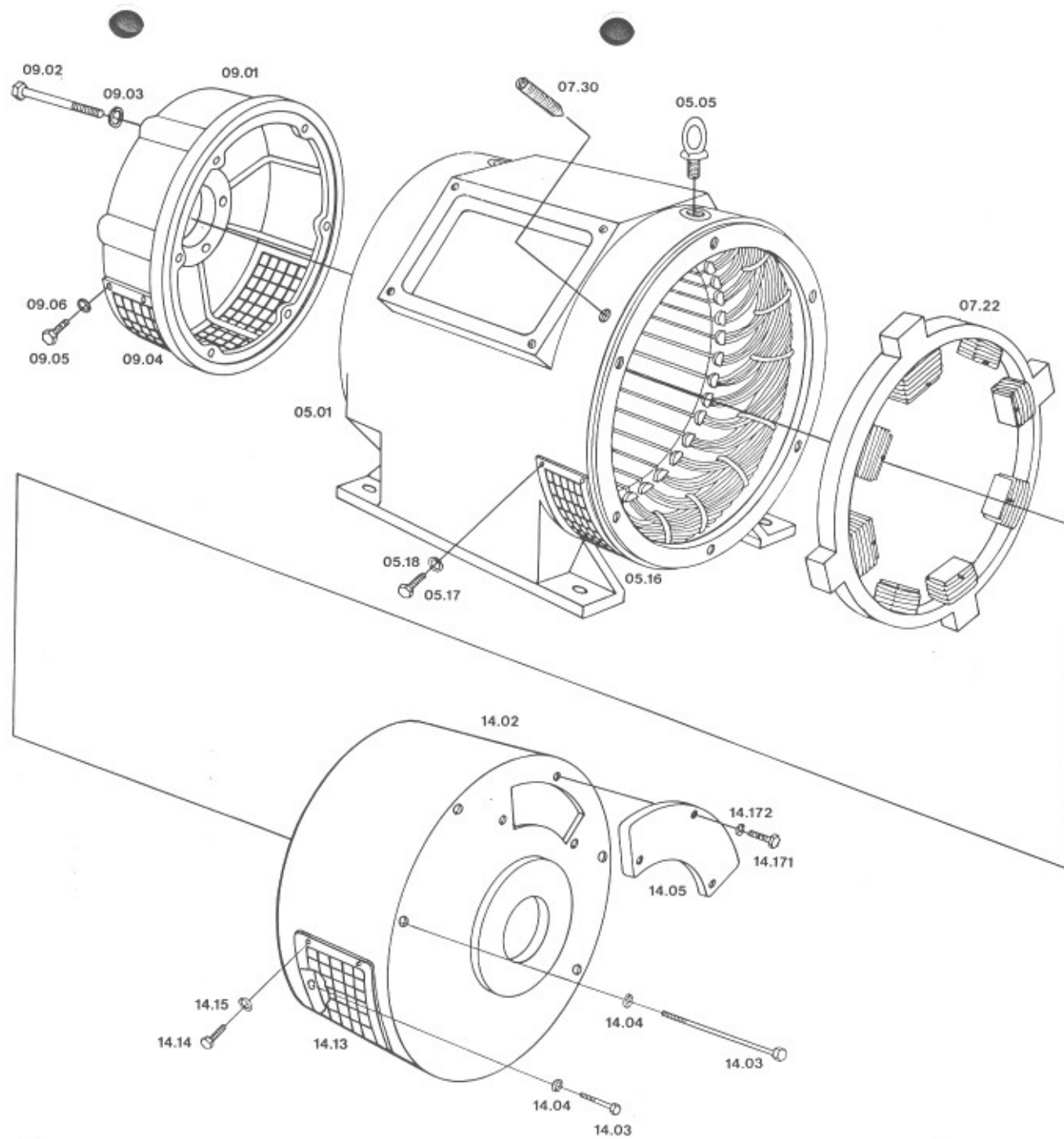


ROTOR DKB 49-100 Einzelteile

01.02	Paßfeder für A. S. Wellenende
01.03	Paßfeder für Lüfter
01.08	Sicherungsring für A. S. Lager
01.12	Sicherungsring für B. S. Lager
01.13	Fettreglerscheibe A. S.
01.14	Fettreglerscheibe B. S.
01.15	Lager A. S.
01.16	Lager B. S.
01.30	Paßfeder für Gleichrichterträger
01.31	Sicherungsring f. Gleichrichterträger
01.50	Rotor komplett
02.01	Lüfter
02.10	Feststellschraube
02.11	Sechskantmutter
02.12	Federring
04.12	Erreger-Rotorpaket
09.07	Lagerdeckel innen
09.08	Lagerdeckel außen
09.09	Sechskantschraube
09.10	Federring
09.12	Kegel-Schmiernippel
09.42	Tellerfeder
14.16	Lagerdeckel innen
14.17	Lagerdeckel außen
14.19	Sechskantschraube
14.20	Federring
14.40	Kegel-Schmiernippel
14.120	Tellerfeder
27.01	Gleichrichterträger
27.19	Gleichrichter +
27.20	Gleichrichter -
27.32	Überspannungsableiter
27.44	Verbindungsbügel
27.55	Gleichrichtermodul + -

Rotor

- A) Lagerung mit dauergeschmierten Lagern
 B) Lagerung mit nachschmierbaren Lagern
 C) Rotierende Gleichrichter bei DKB 80 u. 100

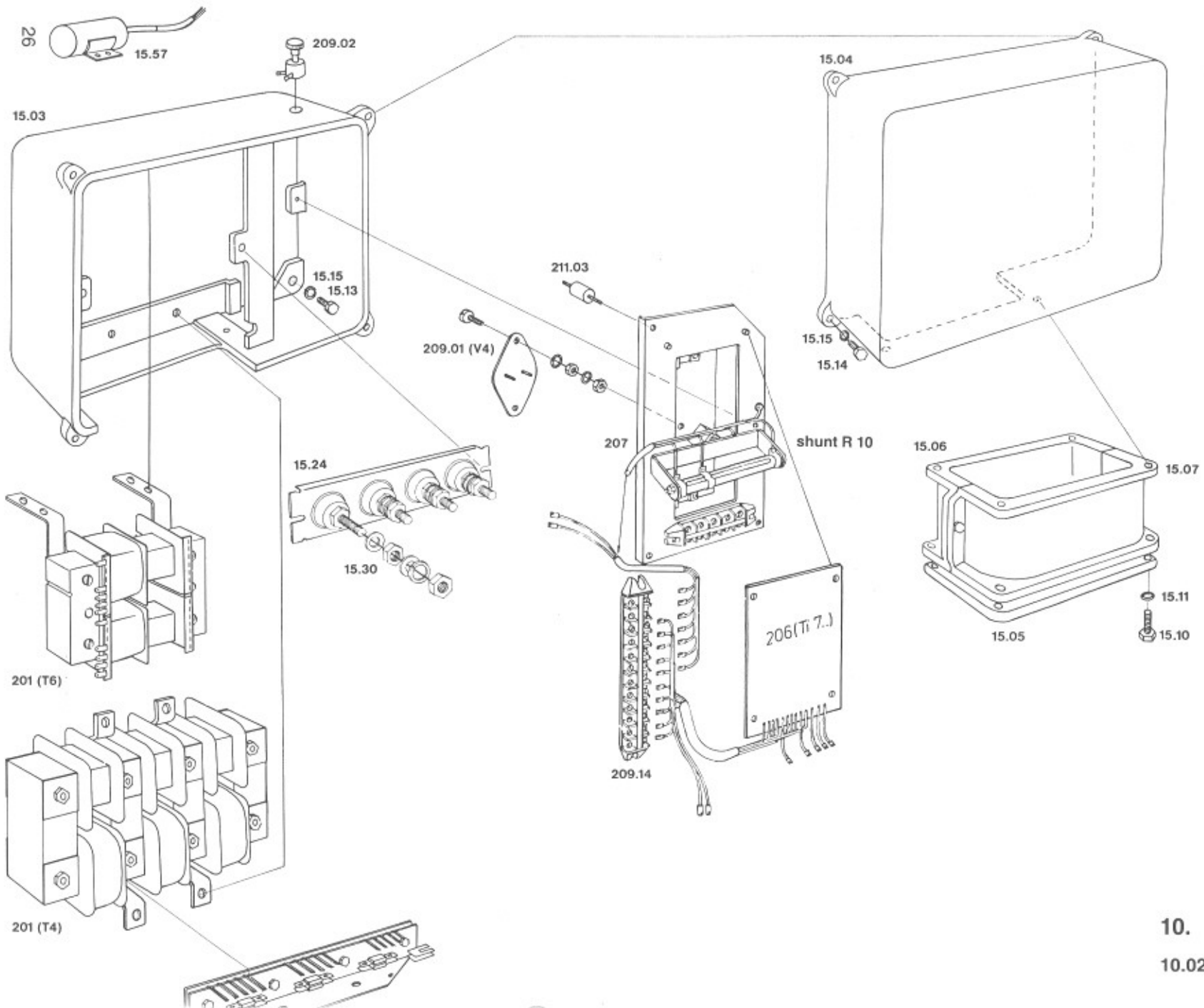


10. Explosionsdarstellungen

10.02 DKB 49-100 / STATOR

STATOR DKB 49-100 Einzelteile

- 05.01 Gehäuse
- 05.05 Ringschraube
- 05.16 Schutzgitter
- 05.17 Sechskantschraube
- 05.18 Federring
- 07.22 Erreger-Statorpaket
- 07.30 Gewindestift
- 09.01 Lagerschild A. S.
- 09.02 Sechskantschraube
- 09.03 Federring
- 09.04 Schutzgitter
- 09.05 Sechskantschraube
- 09.06 Federring
- 14.02 Lagerschild B. S.
- 14.03 Sechskantschraube
(Gewindebolzen)
- 14.04 Federring
- 14.05 Bedienungsdeckel
- 14.13 Schutzgitter
- 14.14 Sechskantschraube
- 14.15 Federring
- 14.171 Sechskantschraube
- 14.172 Federring



REGLER DKB49-100 Einzelteile

- 15.03 Klemmenst.-Oberteil
- 15.04 Klemmenst.-Deckel
- 15.05 Klemmenkasten-
Abdeckplatte
- 15.06 Klemmenkasten-
Stutzen-Unterteil
- 15.07 Klemmenkasten-
Stutzen-Oberteil
- 15.10 Sechskantschraube
- 15.11 Federring
- 15.13 Sechskantschraube
- 15.14 Sechskantschraube
- 15.15 Federring
- 15.24 Klemmenbrett
- 15.30 Klemme für
Niederspannung
- 15.57 Kondensator
- 201 Stromwandler (T4)
- 201 Stromwandler (T6)
- 206 gedruckte Schaltung
Ti 7...
- 206 gedruckte Schaltung
TO 23 (V2)
- 207 Reglergruppe
- 209.01 Leistungstransistor (V4)
- 209.02 Sollwertsteller
- 209.14 Klemmenleiste
- 211.03 Schwingelement

10. Explosionsdarstellungen

- 10.02 DKB 49-100
Klemmenkasten mit Regler