

## C4.3 Niederspannungs (NS)-Motoren

F		
E		
D		
C		
B		
A		
0	Erst-Erstellung	24.01.2025
Rev.-Index	Anmerkung	Datum

## INHALTSVERZEICHNIS

<b>1</b>	<b>Allgemeines</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Vorschriften</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>Liefer- und Leistungsumfang</b>	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>Auslegung und Konstruktion</b>	<b>6</b>
4.1	Spannungsversorgung und Hilfsspannung	6
<b>5</b>	<b>Elektrische Anforderungen</b>	<b>7</b>
5.1	Allgemein	7
5.2	Isolation der Asynchronmotoren	7
<b>6</b>	<b>Kühlung</b>	<b>7</b>
<b>7</b>	<b>Korrosionsschutz und Farbe</b>	<b>7</b>
7.1	Frequenzumrichter	8
7.2	Motoren	8
<b>8</b>	<b>Auslegungsdaten der einzelnen Komponenten</b>	<b>8</b>
8.1	Umrichter	8
8.2	Motoren	10
8.2.1	Bemessungswerte	10
8.2.2	Einschalt- und Umschaltverhalten	10
8.2.3	Motorisolation	10
8.2.4	Betriebsart	10
8.2.5	Motorschutz	10
8.2.6	Motorschaltung	11
8.2.7	Schutzart	11
8.2.8	Klemmkästen	11
8.2.9	Lager	11
8.2.10	Auswuchtung	12
8.2.11	Laufgüte	12
8.2.12	Betriebsgeräusche	12
8.2.13	Kühlung	12
8.2.14	Stillstandsheizungen	12
8.2.15	Maschinentechnische Auslegung	13
8.2.15.1	Wellenenden	13
8.2.16	Drehrichtung	13
8.2.17	Bauformen	13
8.3	Wirkungsgrad	13
<b>9</b>	<b>Prüfungen und Abnahmen</b>	<b>13</b>
9.1	Frequenzumrichter	14
9.2	Drehstrom-Asynchronmotor	14
9.2.1	Typprüfung	14
9.2.2	Stückprüfungen	14
<b>10</b>	<b>Montage</b>	<b>15</b>
<b>11</b>	<b>Inbetriebsetzung</b>	<b>15</b>

<b>12</b>	<b>Dokumentation.....</b>	<b>15</b>
12.1	Unterlagen für Umrichter.....	16
12.2	Unterlagen für Motoren .....	17
12.2.1	Motoren mit Baugröße bis 280.....	17
12.2.2	Motoren mit Baugröße 280 bis 400 .....	17
12.2.3	Motoren mit Baugröße größer 400 .....	17
12.2.4	Unterlagen für Hilfssysteme .....	20

# 1 ALLGEMEINES

Die vorliegende Spezifikation gilt als Ausführungsrichtlinie für 690/400V-gespeiste Motoren und frequenzumrichtergerегelte Antriebe.

Sie beinhaltet generelle Festlegungen über Ausführung, Montage und Inbetriebsetzung sowie über den Liefer- und Leistungsumfang. Die umrichtergerегelten Antriebe sind im Wesentlichen zum Antrieb von Kraftwerksaggregaten wie Pumpen, Lüftern, Kompressoren u. ä. bestimmt.

Diese Spezifikation beinhaltet die erforderlichen Vorgaben für die Fertigung der o.g. umrichtergerегelten Antriebe bzw. für die Erstellung der geforderten Planungsunterlagen. Neben diesen Vorgaben sind auch die in den geltenden Vorschriften relevanten technischen Anforderungen zu beachten. Drehstrom-Niederspannungsmotoren sind grundsätzlich als Niederspannungs-Normmotoren auszuführen. Sie müssen den „Technische Anforderungen Drehstrom-Asynchronmotoren“ der V.I.K. entsprechen.

Die vorliegende Spezifikation ist für den Hersteller und seine Unterlieferanten verbindlich.

Abweichungen von dieser Spezifikation sind nur mit schriftlicher Zustimmung des AG zulässig.

Bei eventuellen Diskrepanzen zwischen den in diesem Konzept genannten Vorschriften, technischen Konzepten und technischen Vorgaben ist der AG zu konsultieren.

Vorschläge, die zu technischen Vereinfachungen und Kosteneinsparungen führen, sind vom AN vorzuschlagen und mit dem AG abzustimmen.

Es sind vollständige und allen Erfordernissen entsprechende, funktionstüchtige Antriebe nach dem neuesten Stand der Technik zu liefern, auch wenn einzelne Geräte und Bauteile nicht explizit genannt und näher spezifiziert sind. Dies gilt auch für die Dokumentations- und Betriebshandbuchunterlagen.

Alle für die Ausführung erforderlichen Untersuchungen und technischen Klärungen sowie Abstimmungen mit anderen AN und Unterlieferanten sind Bestandteil des Leistungsumfanges des AN.

Der AN ist alleinverantwortlich für die betriebssichere Ausführung der von ihm zu liefernden frequenzumrichtergerегelten Antriebe und hat unaufgefordert alle Randbedingungen, die für eine betriebssichere Ausführung erforderlich sind, zu berücksichtigen und in Erfahrung zu bringen. Dies gilt insbesondere hinsichtlich der Umgebungsbedingungen und der Anforderungen der verfahrenstechnischen Systeme.

Im Wesentlichen sind dies folgende Komponenten:

- Mindestens 6-pulsiger Zwischenkreisumrichter (nur U-Umrichter zugelassen) komplett mit interner Verkabelung und allen notwendigen Steuer- und Regeleinrichtungen
- Drehstromasynchronmotor
- Verkabelung zwischen Umrichter und Drehstromasynchronmotor
- Eventuell notwendige passive Kompensationen für die Beherrschung unzulässig hoher Oberschwingungen

## **2 VORSCHRIFTEN**

Für die Ausführung und Auslegung gelten u.a. folgende Vorschriften, jeweils in der letzten Ausgabe:

- VDE
- DIN ISO 2373
- BGV A3
- SI-Maßsystem
- ISO-System
- VDI-Normen
- VDEW-Richtlinien
- VIK-Empfehlungen für Drehstrom-Asynchronmotoren
- Kraftwerks-Kennzeichnungssystem (KKS)
- ZVEI-Vorschriften und Regeln
- ZLU zusätzliche Liefervereinbarungen für Umrichterantriebe in Kraftwerken

## **3 LIEFER- UND LEISTUNGSUMFANG**

Der Leistungsumfang beinhaltet:

- Komplette Detailplanung einschließlich der Erstellung aller für Planung, Freigabe, Bestellung, Prüfung, Montage, Inbetriebsetzung und Wartung erforderlichen Planungsunterlagen, komplett versehen mit der vorgeschriebenen Kennzeichnung und nach dem vorgeschriebenen Ordnungssystem sortiert, für die Stromrichtertransformatoren, die Umrichter, die Motoren und allen vom Stromrichtertransformator zum Umrichter und vom Umrichter zum Motor notwendigen Kabelverbindungen;
- Festlegung der erforderlichen Motorleistung, Drehzahl, Drehrichtung, Bauform, evtl. Flanschgröße, Art der Kupplung, erforderliche Momente;
- Angaben über Schweranlauf, falls zutreffend;
- Auslegung des für Motor und angetriebene Maschine evtl. des gemeinsamen Fundamentes bzw. des gemeinsamen Grundrahmens sowie der Befestigung des Motors;
- Lieferung und Montage gemeinsamer Grundrahmen, Fundamentanker oder sonstiger Befestigungselemente einschließlich Ausgleichsblechen in ausreichender Stückzahl, so dass ein Höhenausgleich bis 5 mm vorgenommen werden kann.
- Material für Ausgleichsbleche: Messing oder Edelstahl.
- Grundrahmen für Motoren mit einer Achshöhe von 250 mm und mehr sind mit einer Vorrichtung zum Feinausrichten (horizontal) zu versehen;
- Lieferung der kompletten Kupplung einschließlich der eventuell erforderlichen Kupplungsabdeckung sowie die Montage der Kupplung;
- Aufstellen, Ausrichten und Befestigen des Motors auf dem Fundament;
- Inbetriebsetzung
- Technische Klärung und planerische Bearbeitung der Nahtstellen zu allen anderen Komponenten und Gewerken, insbesondere Bau, maschinentechnische Komponenten, Leittechnik, Elektrotechnik, Klima- und Lüftungstechnik, Vorgaben von Nahtstellenforderungen der frequenzumrichtergerегelten Antriebe zu den o.g. Komponenten und Gewerken. Die Schnittstellenklärung ist durch den AN in eigener Verantwortung durchzuführen und kann nicht übertragen werden.
- Prüfen und Bestätigen von Schnittstellenklärungen oder Angaben

- Erstellung der für die elektrische, leittechnische, mechanische und bauliche Einbindung der frequenzumrichtergergerten Antriebe in die Gesamtanlage notwendigen Aufgabenstellung, Konzepte, Auslegungen, Software einschließlich aller zugehörigen Unterlagen
- Kennzeichnung der gelieferten Teile. Die Bezeichnung der Anlage erfolgt nach dem vorgeschriebenen Kennzeichnungssystem (KKS). Jede detaillierte Bezeichnung im Rahmen dieses Systems ist mit dem AG abzustimmen (Siehe hierzu Spezifikation C1.12 „KKS Richtlinie“).
- Durchführung von Analysen hinsichtlich Netzzrückwirkungen auf die Eigenbedarfsanlagen des Blockes und Erarbeitung von Empfehlungen über den Einsatz von aktiver oder passiver Kompensation, um die Netzzrückwirkungen zu verringern.
- Die Analysen sind bis zur 80. Harmonischen durchzuführen.
  - Gilt nur für Antriebe > 50 kW
- Beurteilen der Isolationsbeanspruchung der Motoren und der motorseitigen, entsprechend der Umrichterspannung erforderlichen Kabel, aufgrund auftretender Reflexion auf den Motorzuleitungen. Treffen der notwendigen Vorkehrungen (Tiefpassfilter). Erforderlichenfalls sind geschirmte Kabel einzusetzen.
- Komponentenprüfungen in den Werken der Hersteller und Werksabnahme, gilt nur für Antriebe > 50 kW
- Erstellung der erforderlichen Montage-, Inbetriebsetzungs- und Wartungsanweisungen
- Erstellung der Unterlagen für das Betriebshandbuch sowie die komplette betriebstechnische Dokumentation.
- Verpackung, Transport, Anlieferung frei Verwendungsstelle
- Montage und Inbetriebsetzung
- Mitarbeit bei der Klärung von technischen Fragen während der Montage und Inbetriebsetzungsphase; ggf. Durchführung von planerischen Korrekturen
- Komplette Dokumentation und Revisionsunterlagen, die mit der Ausführung nach Montage und Inbetriebsetzung übereinstimmen

## **4 AUSLEGUNG UND KONSTRUKTION**

Die vorgeschriebenen Auslegungs- und Umgebungsbedingungen gelten für den kompletten Lieferumfang.

Die vorgeschriebenen thermischen, dynamischen und durch Überspannung verursachten Beanspruchungen dürfen an keiner Stelle und an keinem Bauteil der Anlagen Schäden oder Verformungen verursachen.

Alle Komponenten sind für Dauerbetrieb auszulegen.

### **4.1 Spannungsversorgung und Hilfsspannung**

Die Frequenzumrichter werden an die 690/400-V-Schiene des Blockes angeschlossen. Folgende Hilfsspannungen stehen zur Verfügung:

- gesicherte Einspeisung 24 V DC (in Ausnahmefällen 400/230 V AC)

Die Hilfsspannungen sind grundsätzlich als Steuer und Meldesignale zu verwenden. Die Verwendung der internen FU-Steuerspannung ist nicht zulässig.

## **5 ELEKTRISCHE ANFORDERUNGEN**

### **5.1 Allgemein**

Der Betrieb der frequenzumrichterregelten Motoren darf nicht gestört werden durch:

- kurzzeitige Spannungseinbrüche von 25% an der 690/400-V-Schaltanlage durch Anlauf der an der 10-kV-Schaltanlage angeschlossenen Motoren. Es ist mit einer Dauer der Spannungseinbrüche bis zu ca. 10 Sekunden zu rechnen.
- kurzzeitige Spannungsabsenkung auf 70% der Nennspannung an den Oberspannungsklemmen der Stromrichtertransformatoren. Der Antrieb darf hierbei bei vollem Gegenmoment nicht kippen.
- Sofortumschaltung der Eigenbedarfsversorgung auf der 10-kV-Ebene (Spannungslose Pause - Umschaltzeit bis ca. 0,15 s) Der Antrieb darf hierbei bei vollem Gegenmoment nicht kippen.
- Bei Lastabwurf auf EB-Inselbetrieb ( $1,4 \times U_N$  für 2 Sek.) und den damit verbundenen Frequenzanstieg auf  $1,1 f_N$  für 5 Sek. muss der Umrichter weiterarbeiten.
- Der Antrieb soll Bemessungsleistung im Spannungsbereich  $0,9 U_N$  bis  $1,1 U_N$  ohne zeitliche Begrenzung abgeben können.

### **5.2 Isolation der Asynchronmotoren**

Die Isolation muss für die Aufstellung in feuchten Räumen mit starken Temperaturunterschieden geeignet sein.

Die Motoren sind in Wärmeklasse F auszuführen, Ausnutzung bei Bemessungsbetrieb, Bemessungsspannung und der für den Motor angegebenen maximalen Umgebungstemperatur jedoch nach Wärmeklasse B.

Die Isolation muss für den Umrichter-Betrieb ausgelegt sein. Das bedeutet u. a. die Motorisolation muss für eine Spitzen-Außenleiterspannung von 2.000 Volt ausgelegt sein.

## **6 KÜHLUNG**

Bei Einsatz von zwangsbelüfteten Umrichtern sind die Kühlluftventilatoren redundant auszuführen. Werden mehrere Kühlluftventilatoren eingesetzt, ist steuerungstechnisch dafür zu sorgen, dass sich gleiche Einsatzzeiten für die Kühlluftventilatoren ergeben. Bei redundanten Kühlluftventilatoren muss die Einsatzzeit jedes Lüfters bzw. Lüftergruppe hinreichend verstimmt sein (z.B. Verhältnis 60% zu 40%), damit es nicht alterungsbedingt zu quasigleichzeitigen Ausfällen kommen kann. Die Funktion der Kühlanlage ist zu überwachen und zu signalisieren, z.B. durch Einsatz von Strömungswächtern.

Die angesaugte Kühlluft ist insoweit zu filtern, um durch Eindringen von Fremdkörpern (Staub, Insekten usw.) den Betrieb des Umrichters nicht zu gefährden.

## **7 KORROSIONSSCHUTZ UND FARBE**

Der Korrosionsschutz und die Farbgebung erfolgen nach dem Farbkonzept des AG. Der Anstrich muss mindestens folgende Eigenschaften haben:

- wetterfest
- für staubige, feuchte und aggressive Atmosphäre geeignet
- Umgebungstemperaturen von mindestens 90°C dauernd und 120°C kurzzeitig
- nach einem Verfahren der serienmäßigen Herstellung des Herstellerwerkes aufzutragen
- Mindestschichtdicke:
  - Grundbeschichtung 80 µm
  - Deckanstrich 100 µm

Die erforderliche Grundbeschichtung richtet sich nach der Art der Beanspruchung. Wird Epoxydharzester (Bindemittel) mit Zinkstaub (Pigment) verwendet, Trockenschichtdicke mindestens 80 µm; Ausbesserung von Schadstellen gemäß DIN 55928, Teil 4, Grad St. 3 und Ausfleckung in gleicher Schichtdicke mit Zinkphosphatgrund in unverseiftem Bindemittel im Farbton zink-grau.

Es sind alle Außen- und Innenflächen mit einem Anstrich zu versehen. Die Verträglichkeit der Deckbeschichtung mit der Grundbeschichtung muss gewährleistet sein.

Schäden am Anstrich sind auf der Baustelle bis zur Abnahme vom AN auszubessern.

## 7.1 Frequenzumrichter

Bei Komplettschränken:

- Farbe: RAL 7035
- Mindestschichtdicke: 180 µm
- davon Deckanstrich: 100 µm

ansonsten Standardgerätefarbe bei Einbaukomponenten.

## 7.2 Motoren

- Farbe: siehe Farbkonzept
- Mindestschichtdicke: 180 µm
- davon Deckanstrich: 100 µm
- Die Verträglichkeit des Deckanstriches mit der Grundbeschichtung muss gewährleistet sein.
- Schäden am Anstrich sind auf der Baustelle bis zur Abnahme vom AN auszubessern.

# 8 AUSLEGUNGSDATEN DER EINZELNEN KOMPONENTEN

## 8.1 Umrichter

Ausführung des Umrichters als:

Zwischenkreisumrichter U-Zwischenkreis, bestehend aus:

- einem Netzstromrichter
- einem Motorstromrichter und den



- Zwischenkreiskomponenten

Folgende Auslegungsdaten sind zugrunde zu legen

Benennung	Vorgabe
Netzspannung	690/400 V , Toleranz +10 %; -15% Industrienetz Klasse 2 DIN EN 61000-2-4
Netzfrequenz	50Hz $\pm$ 5%
Aufstellung	Komplettschrank : in belüfteten elektrischen Betriebsraum bzw. in verfahrenstechnischen Anlagen  Einzelkomponente: Verwendung in Schaltanlagen-schrank ist die Belüftung mit Schaltschrank-bauer, AG abzustimmen
Schutzart	Mind. IP41 (entsprechend Aufstellungsort)
A-Schallleistungspegel	max. 75dB(A)

Die Auswirkungen eines möglichen Störlichtbogens sind gering zu halten, indem eine sinnvolle Unterteilung in Lichtbogenbarrieren vorzusehen ist, die ein Übergreifen eines Störlichtbogens auf benachbarte Komponenten weitgehend verhindern.

Die Kabel der Zu- und Abführungen erfolgen grundsätzlich, sowohl für Leistungs- als auch für Steuerkabel, von unten und in eigenen vom Geräteraum getrennten Kabelanschlussräumen. Die Kabelanschlussräume sind ausreichend zu dimensionieren. Die erforderlichen Anschlusslaschen, Hilfsschienen und Kabelbefestigungseisen sind mitzuliefern.

Spannungsführende Teile (freiliegende Stromschienen) sind so abzudecken, dass sie bei geöffneter Tür gegen zufälliges Berühren geschützt sind und das Arbeiten ohne Verstoß §§ 6 bis 8 der BGV A3 ausgeführt werden können. Die Schutzabdeckungen müssen leicht demontierbar sein.

Für jeden Frequenzumrichter ist ein Schalter im Schrank zur Freischaltung vorzusehen. Die Bedienung muss bei Antrieben > 50 kW mit geschlossener Tür möglich sein.

Die Hilfs- und Steuerspannung muss bei allen Frequenzumrichtern im Schrank abschaltbar bzw. trennbar sein.

Die Fernbedienung von der Warte (EIN, AUS) erfolgt über Koppelrelais bzw. Busanbindung. Diese gehören zum Lieferumfang des AN der frequenzumrichter-geregelten Antriebe bei Komplettschränken und sind vom AN in den Umrichterschrank einzubauen und auf Klemmleiste zu verdrahten. Als Führungssollwert für den Umrichter wird ein Signal 4-20 mA zur Verfügung gestellt. Der Typ des einzusetzenden Koppelrelais ist abhängig vom AN der Leittechnik und wird später festgelegt.

Die Ein- und Ausschaltung des Frequenzumrichters-/Motorleistungskreises erfolgt in der Regel über Netzschütze im Schaltschrank. Die Hilfsspannung (24 V DC) des Frequenzumrichters bleibt im Normalfall bei ausgeschaltetem Antrieb zugeschaltet. Der Frequenzumrichter muss für die externe Hilfsspannungsbetriebsweise geeignet sein.

Die Analog- und Binärgeber sind im Schaltschrank über eine gemeinsame Klemmleiste zu verdrahten.

Sämtliche Schutz- und Überwachungseinrichtungen des Motors sind über Klemmleisten in den Umrichter zu führen und dort aufzulegen.

Welche zusammengefassten Meldungen in die Warte gelegt werden, wird vom AG festgelegt.

Bei Erfordernis zur Messung der Frequenz und Wirkleistung in der ZLT, ist ein Frequenz- und ein Leistungsumformer mit einem Ausgang von jeweils 4-20 mA vorzusehen.

Sind nach Meinung des AN zur Verringerung von Netzrückwirkungen aktive oder passive Filter notwendig, sind diese vorzusehen. Dasselbe trifft für Tiefpassfilter zur Verringerung der Isolationsbeanspruchung infolge von Reflexionen zu.

## 8.2 Motoren

### 8.2.1 Bemessungswerte

- Bemessungsspannung: 690 V Stern Schaltung 400 V Dreieck Schaltung
- Zul. Spannungstoleranz:  $\pm 10 \%$
- Betriebsspannung: 690 V Stern Schaltung 400 V Dreieck Schaltung
- Spannungsqualität des speisenden Netzes:  
Industriernetz Kl. 2 nach DIN EN 61000-2-4
- Bemessungsfrequenz: 50 Hz  $\pm 5 \%$  bei gleichzeitiger Spannungsabweichung innerhalb der zul. Grenzen

d.h. derselbe Antrieb ist sowohl mit 400 V als auch mit 690 V betreibbar.

Alle zu liefernden Antriebe müssen für den Einsatz mit Frequenzumrichter geeignet sein.

### 8.2.2 Einschalt- und Umschaltverhalten

Die Motoren sind geeignet für direktes Einschalten. Sie sind so auszulegen, dass sie bei einer Spannungsabsenkung von 20 % und gleichzeitig auftretender Frequenzabsenkung von 5 % bei gekuppelter Arbeitsmaschine mit vollem Gegenmoment in Betrieb genommen werden können und bei einer Spannungsabsenkung von 25 % bei vollem Gegenmoment in Betrieb bleiben.

Die Wicklungen der Motoren und die Motorkupplungen sind so auszulegen, dass die Motoren bei einem Restfeld von 100 % auf ein in Phasenopposition befindliches starres Netz mit 105 % der Motornennspannung umgeschaltet werden können.

### 8.2.3 Motorisolation

Die Motoren sind mindestens nach Isolierstoffklasse F auszuführen. Die thermische Ausnutzung der Maschinen erfolgt nach Klasse B. Die Isolation der Motoren muss für den Betrieb in feuchten Räumen mit ätzenden Gasen oder Dämpfen ausgelegt sein (VPI-Isolation).

### 8.2.4 Betriebsart

Alle Motoren sind, wenn keine anderen Vorgaben, grundsätzlich für Dauerbetrieb - "S1" - nach IEC/VDE bei Betrieb mit Bemessungsspannung und Bemessungsleistung auszulegen.

### 8.2.5 Motorschutz

Motoren mit hoher Schalthäufigkeit oder sinngemäßer Extrembeanspruchung sind in der Ständerwicklung je Phase mit Kaltleitern auszurüsten. Die Messleitungen sind auf einen separaten

Messklemmenkasten an einer geeigneten Stelle des Motorgehäuses auf derselben Motorseite wie der Hauptanschlusskasten zu führen. Der Messklemmenkasten soll während des Betriebes zugänglich sein.

### **8.2.6 Motorschaltung**

Alle sechs Wicklungsenden sind in den Klemmenkasten zu führen und einzeln anzuschließen.

- Schaltung bei Auslieferung in "Stern"
- Läuferbauart als Kurzschlussläufer

### **8.2.7 Schutzart**

Schutzart der Motoren ist mindestens IP54

### **8.2.8 Klemmkästen**

Für die Klemmenkästen sind die gleichen Werkstoffe wie für die Motorgehäuse zu verwenden.

Der Klemmenkasten ist generell von der D-Seite aus gesehen rechts anzuordnen. Ist dies aus Gründen, die durch die Konstruktion bedingt sind nicht möglich, so muss der Klemmenkasten von der D-Seite - oben oder links - auch nachträglich - angeordnet werden können. Dabei ist der Klemmenkasten in axialer Mitte des Gehäuses vorzusehen. Die Einführung der Kabel in den Klemmenkasten erfolgt mit entsprechenden Verschraubungen nach DIN 42925.

Ab Baugröße 200 erfolgt die Einführung der Kabel in den Klemmenkasten mit abnehmbarem Abschlussstück, nach Angabe mit Stopfbuchsverschraubung oder teilbarem Kabelanschlussstutzen oder längsgeteiltem Anschlusskasten. Ab Baugröße 355 müssen die Klemmenkästen so ausgeführt sein, dass das Anschlusskabel abgehoben werden kann, ohne es durch eine Abschlussöffnung ziehen zu müssen. Die Klemmenkästen sind ab Baugröße 71 um 4 x 90° drehbar auszuführen. Die Klemmen dürfen dabei nicht mitgedreht werden.

Kabelanschlussraum und Klemmen sind so ausreichend zu bemessen, dass der Anschluss von Kabeln bzw. Leitungen problemlos vorgenommen werden kann. Der Leiterquerschnitt ist nach der Spezifikation C4.6 „Verkabelung, Installation und Beleuchtung“ auszulegen, unter Betrachtung, dass bei Motoranlauf der zulässige Spannungsfall von 5 % nicht überschritten wird.

Die Verbindung vom Anschlussraum zum Inneren des Motors muss so beschaffen sein, dass ein Hineinfallen von Fremdkörpern in das Motorinnere verhindert ist. Am Motorgehäusefuß oder Flansch ist eine korrosionsbeständige Flachklemme mit Klemmbügel oder Laschenklemme als Erdungsklemme anzuordnen. Bei Motoren < 15 kW genügt eine Erdungsschraube.

### **8.2.9 Lager**

Für Motoren bis Baugröße 280 sind wartungsfreie Rillenkugellager einzusetzen.

Die Lebensdauer der Lager (DIN 42966) muss 40.000 Betriebsstunden nach ZLM betragen. Es sind Lager mit Lebensdauerschmierung vorzusehen.

Die Lager müssen eine Füllung mit lithiumverseiftem Fett erhalten, (z.B. Shell „Alvania G3“ ). Motoren ab Baugröße 280 erhalten eine Nachschmiereinrichtung mit Fettmengenregler. Ab Baugröße 280 sind auf einem separaten Typenschild anzugeben:

- Lagertyp D- und N-Seite

- Fettmarke
- Fettfüllmenge je Lager
- Nachschmierfrist

Die Nachschmiereinrichtungen müssen gut zugänglich und so konstruiert sein, dass das Altfett bei jedem Schmierdienst entfernt wird oder dass der Auffangraum groß genug für die Aufnahme der Fettmenge ist, die während der nominellen Motorlebensdauer anfällt.

Motoren ab einschließlich Baugröße 315 sind mit Festaufnehmern zur Wälzlagerüberwachung nach der Stoßimpulsmeßmethode (SPM) auszuführen. Die Messkabel sind zu einem Anschlusskasten an einer geeigneten Stelle des Motorgehäuses auf derselben Motorseite wie der Hauptanschlusskasten zu führen. Die Anschlusskästen müssen leicht und ohne Gefahr für das Messpersonal zugänglich sein.

Die Stoßimpulswerte an den Lagern des entkuppelt leerlaufenden Motors müssen bei der Motorinbetriebnahme folgender Bedingung genügen:

- SVN 20 dBN

#### **8.2.10 Auswuchtung**

Die Motoren sind mit eingelegter ganzer Passfeder dynamisch auszuwuchten. Wuchtbohrungen in elektrisch aktivem Material sind nicht zulässig.

#### **8.2.11 Laufgüte**

Die Schwingstärkestufe N nach DIN ISO 2373 darf nicht überschritten werden.

#### **8.2.12 Betriebsgeräusche**

Die Grenzwerte der Schalleistungspegel nach DIN VDE 0530; Teil 9 sind einzuhalten; jedoch max. Schalldruck bei Nennlast 77 dB (A) plus 3 dB (A) Toleranz (siehe DIN VDE 0530; Teil 9, Erläuterungen).

#### **8.2.13 Kühlung**

Es sind oberflächengekühlte Motoren (Kühlart IC 0141) vorzusehen. Ausnahmen sind mit dem AG abzustimmen.

Sie sind für eine maximale Kühlluft Eintrittstemperatur von +40°C auszulegen. Im direkten Bereich heißer Anlagenteile wie z.B. Kessel, Feuerung, Heißluft, Rauchgasleitungen muss von einer erhöhten Umgebungstemperatur von etwa 60°C ausgegangen werden.

#### **8.2.14 Stillstandsheizungen**

Motoren sind so auszulegen, dass Stillstandsheizungen nicht erforderlich sind. In Ausnahmefällen ist die Ausführung mit dem AG abzustimmen.

Stillstandsheizungen sind für 230 V auszulegen und die Anschlüsse auf einen separaten Klemmenkasten zu führen.

### 8.2.15 Maschinentechnische Auslegung

Die Motoren sind zum Antrieb von Kraftwerks-Aggregaten bestimmt. Dabei wird das Motordrehmoment über die Welle mit Kupplung oder Riemenscheibe auf das Aggregat übertragen.

#### 8.2.15.1 Wellenenden

Die Wellenenden der Motorläufer sind nach DIN 748 auszuführen und mit Zentrierbohrungen mit Gewinde zu versehen. Passfeder gemäß DIN 6885.

Das Auf- und Abziehen der Lager und Lüfter muss mit Klauenabziehvorröchtungen leicht vorgenommen werden können.

Die Motoren sind, wenn nichts anderes angegeben, mit einem freien Wellenende zu versehen.

### 8.2.16 Drehrichtung

Die NS-Motoren sollen grundsätzlich für Betrieb in beiden Drehrichtungen ausgeführt sein.

### 8.2.17 Bauformen

Die Motoren sind grundsätzlich in Bauformen nach DIN 42950 zu fertigen.

Vorzugsweise sind folgende Bauformen vorzusehen:

- Bauform IM B5
- Bauform IM B3
- Bauform IM V1
- Bauform IM V3
- Bauform IM V5

Die erforderliche Bauform ist vom jeweiligen anzutreibenden Aggregat abhängig.

## 8.3 Wirkungsgrad

Gemäß DIN EN 60034-30-1 (VDE 0530-30-1)

Gemäß dem europäischen Sektorkomitee für elektrische Antriebstechnik sind alle 2- und 4 poligen Niederspannungsmotoren, Leistungsbereich 1 bis 90 kW, Betriebsart S1 und nicht Ex-geschützte, entsprechend dem Wirkungsgrad mit dem Effizienzkennzeichen (Eff1, Eff2 bzw. Eff3) zu klassifizieren. Bei der Motorausführung und den Frequenzumrichter ist die höchste Effizienzklasse (Eff1) für durchlaufende Antriebe mit den zugehörigen Frequenzumrichter vorzusehen.

Antriebe über 90 kW sind beim Wirkungsgrad wie MS-Antriebe zu behandeln.

## 9 PRÜFUNGEN UND ABNAHMEN

Für ausgewählte Antriebe können Werksabnahmen nach Maßgabe des AG durchgeführt werden.

Für die Prüfungen sind entsprechende aussagefähige Prüfnachweise zu erbringen.

Weitere Prüfungen und/oder Prüfprotokolle, die gem. den geltenden Vorschriften gefordert werden, sind auf Verlangen des AG kostenlos bei der Abnahme durchzuführen bzw. bereitzustellen.

## **9.1 Frequenzumrichter**

Bei einem Umrichter ist: eine Typprüfung nach DIN EN 60146, Teil 1 – 1 und DIN VDE 0160 durchzuführen. Für die Stückprüfungen gelten dieselben Vorschriften.

Die Stückprüfung beinhaltet:

- Sichtkontrolle
- Spannungsprüfung
- Funktionsprüfung/Schwachlastprüfung
- Prüfung der Steuer-, Schutz- und Hilfseinrichtungen

## **9.2 Drehstrom-Asynchronmotor**

Die folgenden Prüfungsarten sind durchzuführen:

- Typprüfungen
- Stückprüfungen

### **9.2.1 Typprüfung**

Bei einem Motor ist eine Typprüfung entsprechend dem Stand der Technik nach Abstimmung mit dem AG durchzuführen.

### **9.2.2 Stückprüfungen**

Die nachfolgend genannten Stückprüfungen sind gemäß den geltenden Vorschriften für alle Motoren durchzuführen:

- Funktionskontrolle des Zubehörs
- Wicklungswiderstandsmessung kalt
- Spannungsprüfung und Isolationsmessung
- Aufnahme der Leerlaufkennlinie
- Messung der Leerlaufverluste
- Messung der Kurzschlusskennlinie bis zu ca. 1,3 I<sub>r</sub>
- Messung der Schwingstärke nach DIN VDE 0530
- Stoßimpulsmessung der Wälzlager (SPM) (I x mit gekoppelter Arbeitsmaschine, I x auf Fundament und I x Prüffeld)
- Spannungsprüfung der in die Wicklungen eingebauten Temperaturfühler
- Schleuderprüfung
- Wicklungsprüfung nach VDE 0530
- Messung der Wellenspannung

- Kontrolle der Temperaturanzeigen
- Geräuschmessung
- Farbaufbau

## **10 MONTAGE**

Der Montageumfang beinhaltet die betriebsfertige Montage der drehzahlgeregelten Antriebe, im Wesentlichen:

- Abladen und Transport im Kraftwerksgelände
- Aufstellen, Ausrichten und Befestigen der Umrichterschränke einschließlich Grundrahmen
- Aufstellen, Ausrichten und Befestigen der Motoren einschließlich aufgezogener Kupplungshälften auf dem Fundament oder Grundrahmen
- Verkabelung (Verlegen, Befestigen, Bezeichnen und beidseitiges Anschließen) der Kabel, die im Lieferumfang des AN enthalten sind (Kabel zwischen den Umrichterschränken, Kabel vom Umrichter zum Motor)
- Komplette Beschilderung aller Komponenten nach KKS
- Gestellung aller Hilfs- und Fachkräfte
- Gestellung aller Werkzeuge, Hebezeuge und sonstiger Montagegeräte
- Gestellung eines Montageleiters zur Montageüberwachung. Gilt nur für Antrieb >50 kW.

## **11 INBETRIEBSETZUNG**

Die Inbetriebsetzung gehört zum Leistungsumfang des AN. Es kann nicht von einer kontinuierlichen Inbetriebsetzung ausgegangen werden.

Die Inbetriebsetzung von Antrieben >50 kW umfasst folgende Arbeitsumfänge:

- Überprüfung der vom AN der Installation gelegten und angeschlossenen Kabel auf Vollständigkeit und richtigen Anschluss
- Überprüfung der Funktionen von den Mess-, Überwachungs-, Steuer-, Regel- und Schutzeinrichtungen des Lieferumfangs des AN und gemeinsam mit den angrenzenden Komponenten mit Unterstützung der AN der jeweiligen Komponenten
- Funktionsprüfung und Probeläufe im Zuge der verfahrenstechnischen Inbetriebsetzung der Gesamtanlage.

Nach erfolgtem Probetrieb ist vom AN nochmals eine SPM-Messung (ab Baugröße 315) durchzuführen und in die Enddokumentation zu übernehmen.

Als Nachweis einer ordnungsgemäßen Funktion der Komponenten dienen die vom AN während der IBS zu erstellenden Prüf- und IBS-Nachweise.

## **12 DOKUMENTATION**

Grundsätzlich gilt die Spezifikation C1.15 „Enddokumentation“. Nachfolgend wird auf einige Besonderheiten hingewiesen.



## 12.1 Unterlagen für Umrichter

Für die Umrichter sind folgende Unterlagen zu übergeben:

- Technische Beschreibungen der Einzelkomponenten/Datenblätter
  - Herstellerangaben
  - Elektrische Daten und Einstelldaten
- Aufbaupläne/Maßzeichnungen
- Anlagen- bzw. Schrankdispositionen mit folgenden Angaben
  - Transportgewichte und -abmessungen Klemmenanschlusspläne
  - Bauangaben mit erforderlichen Aussparungen, Durchbrüchen, Fundamenten und Grundrahmen
  - Anordnungspläne mit Angabe der Schrankabmessungen und Vermaßung der Geräteeinbauten
- Funktionsbeschreibung

Anfertigen von Funktionsplänen für Schutzverriegelungen, Automaten und Meldeverknüpfungen sowie von Funktionsbeschreibungen zur Erläuterung der Funktion der Anlage.
- Systemschaltplan

Der Systemschaltplan ist nach Vereinbarung mit dem AG mit Anlagenkennzeichen zu erstellen.
- Stromlaufpläne

Wirkschaltpläne als alleinige Darstellung werden nicht akzeptiert
- Geräteschaltpläne

Geräteschaltpläne, soweit nicht alle erforderlichen Details in den Stromlaufplänen dargestellt sind.
- Gerätstücklisten mit Herstellerangabe und Fabrikationsnummer /Betriebsmittelpläne

Sortiert nach Betriebsmittelkennzeichen in alphabetischer Reihenfolge
- Klemmenanschlusspläne
- Beschreibung für Schutzeinrichtungen
- Überwachungseinrichtungen
- Steuerungseinrichtungen
- Beschreibung und Vorschriften für
  - Transport
  - Montage
  - Betrieb
  - Wartung
  - Prüfungsunterlagen
- Protokoll der Werks- bzw. Abnahmeprüfung
- Ergebnisse der Typprüfung
- Protokoll der Stückprüfung



- Korrosionsschutznachweis

Die Übergabe der Qualitätssicherungsnachweise (u.a. Prüfpläne) als Bestandteil der Gesamtdokumentation hat vor Montagebeginn zu erfolgen.

## 12.2 Unterlagen für Motoren

Die zu liefernden Unterlagen sind von der Motorgröße abhängig.

### 12.2.1 Motoren mit Baugröße bis 280

- Technische Beschreibung des Motors, ggf. mit Hinweisen auf Abweichungen von der V.I.K.-Ausführung bzw. von diesen Vereinbarungen
- Maßzeichnung
- Motorschnittzeichnung
- Montage- und Betriebsanleitung
- Ersatzteillisten, Gerätedokumentation mit Herstellerangabe und Fabrikationsnummern

### 12.2.2 Motoren mit Baugröße 280 bis 400

- Technische Beschreibung des Motors, ggf. mit Hinweisen auf Abweichungen von der V.I.K.-Ausführung bzw. von diesen Vereinbarungen
- Maßzeichnung
- Motorschnittzeichnung bzw. Explosionsdarstellung
- Montage- und Betriebsanleitung
- Angaben zur Lagerung
  - Lagertypen, Hersteller, Laufzeit bzw. Lebensdauer der Lager
  - Fettmenge je Lager
- Ersatzteillisten, Gerätedokumentation mit Herstellerangabe und Fabrikationsnummern
- Wellenzeichnung
- Wickelschema und Wickeldaten
- Prüfprotokolle
- Kennlinien  $[I, M = f(n)]$

### 12.2.3 Motoren mit Baugröße größer 400

1. Datenblatt mit den wesentlichen Auslegungsdaten sowie Maschinenummer(n) und Baujahr, u.a.:
  - Bemessungsspannung

- Bemessungsleistung
  - ggf. Belastbarkeit eines zweiten Wellenendes
  - Bemessungsdrehzahl
  - Bauform
  - Schutzart Motor/Klemmkasten
  - Drehsinn des Motors
  - Angaben zur Lagerung
    - Lagerart
    - Lagertypen, Hersteller, Laufzeit bzw. Lebensdauer der Lager
    - Fettmenge je Lager
    - Schmierfristen
2. Technische Beschreibung des Motors
- Die Beschreibung des Motors muss enthalten:
- Hinweise auf Abweichungen von diesen Liefervereinbarungen
  - Angaben über die Eigenfrequenz von überkritisch laufenden Motoren
  - Angabe, ob der Motor läuferkritisch ausgelegt wurde
  - Betriebswerte für die Lager, die Wasserkühler bzw. die Kühlluft
  - Angaben über die Grenzwerte für Warnung und Abschaltung von Gebern
3. Maßzeichnungen
4. Motorschnittzeichnungen bzw. Explosionsdarstellung
5. Transport-, Montage- und Betriebsanleitung
6. Ersatzteillisten, Gerätedokumentation mit Herstellerangaben und Fabrikationsnummern
7. Wellenzeichnung, Wickelschema und Wickeldaten
8. Anschlusspläne und Schaltpläne für Zusatzeinrichtungen
- Werden für die Beschreibung von Zusatzeinrichtungen Herstellerlisten beigelegt, so müssen die zutreffenden Geräte gekennzeichnet werden.
9. Protokolle der Stück- und ggf. der Abnahme- und Typprüfung
- Bei Folgelieferungen typgeprüfter Motoren sind die Ergebnisse der Typprüfung beizufügen.
10. Angaben für 50 Hz-Netzbetrieb:
- Bemessungsspannung
  - Bemessungsleistung
  - Wärmeklasse/Ausnutzung
  - Bemessungsdrehzahl
  - Bemessungsstrom
11. Wirkungsgrad und Leistungsfaktor für Bemessungsleistung
- Lastkennlinien ( $\eta$ ,  $\cos \phi$ ,  $I$ ,  $s$  als Funktion als Last)

- Drehzahl-/Drehmomentkennlinie
  - Anlaufstrom, Leistungsfaktor beim Anlauf
  - zulässige Einschaltzeit bei festgebremstem Läufer für die Ausgangszustände
  - auf Umgebungstemperatur abgekühlter Läufer
  - betriebswarmer Läufer nach mindestens einstündigem Betrieb mit Bemessungsleistung  
Für beide Zustände sind die Umgebungs- und Kühlmitteltemperaturen gemäß VDE 0530 Teil I. Abschnitt 11.2.1 zugrunde zu legen.
  - Thermische Zeitkonstante der Ständerwicklung für Betrieb mit Bemessungsleistung
  - Abkühlung nach Abschaltung
  - Anlaufzeiten mit Gegenmoment der Arbeitsmaschine bei 100 % und 80 % Bemessungsspannung
  - Massenträgheitsmoment
  - Messflächenschalldruckpegel
  - Laufruhe
  - Gewicht
12. Angaben für Umrichterbetrieb:
- Bemessungsspannung
  - Bemessungsleistung/Drehzahl
  - Wärmeklasse/Ausnutzung
  - Max. Leistung/Drehzahl
  - Max. Leistung für 15 min
  - Bemessungsstrom
  - max. Anlaufstrom
  - Bemessungsfrequenz
  - Frequenzbereich/Drehzahlbereich
  - Anfahrtdrehzahlregelbereich
13. Betriebszahlregelbereich
- Schleuderdrehzahl
  - Wirkungsgrad inkl. Luft- und Lagerreibung und Zusatzverluste durch Stromrichterbetrieb bei Betriebslast
  - Leistungsfaktor bei Betriebslast
  - Gesamtverluste bei Bemessungsleistung
  - Messflächenschalldruckpegel bei Umrichterbetrieb
  - Laufruhe
  - Massenträgheitsmoment des Läufers
  - Einbauzeichnungen für die Lager, z. B. Lagerköpfe und Lagerschalen, Schmierringe

### **12.2.4 Unterlagen für Hilfssysteme**

Die Dokumentation muss enthalten:

1.     Betriebshandbuch
2.     Verfahrenstechnische Systemschaltpläne
3.     Funktionsschemata/-beschreibungen
4.     Dispositionspläne
5.     Signalliste
6.     E- Verbraucherliste
7.     E- Verbraucherkennblätter
8.     Kabelliste
9.     Zusammenstellungszeichnungen/Stückliste
10.    Geräte-Messblätter
11.    Übersichtsschaltplan
12.    Stromlaufpläne
13.    Klemmen-Anschlusspläne
14.    Prüfnachweise
15.    Gerätedokumentation mit Herstellerangaben und Fabrikationsnummern

Die Unterlagen sind pro drehzahlgeregelten Antrieb zu liefern.