

Stromerzeugungsaggregate
Unterbrechungsfreie Stromversorgung

Teil 12: Dynamische USV-Anlagen mit und
ohne Hubkolben-Verbrennungsmotor

DIN
6280-12

ICS 29.160.40

Deskriptoren: Stromversorgungsanlage, unterbrechungsfrei, Wechselstrom, Stromerzeugungsaggregat

Generating sets – Uninterruptible power supply – Part 12: Dynamic UPS Systems with and without reciprocating internal combustion engines

Inhalt

	Seite
Vorwort	1
1 Anwendungsbereich und Zweck	2
2 Normative Verweisungen	2
3 Begriffe	2
4 Verwendete Formelzeichen	3
5 Weitere Vorschriften und Anforderungen	3
6 Ausführungsarten	4
7 Auswahlkriterien	6
8 Energiespeicher	6
9 Elektrische Hauptkomponenten der USV-Anlage	9
10 Hubkolben-Verbrennungsmotor	10
11 Dimensionierung und Überwachung der Lager des Maschinensatzes	10
12 Schalt- und Steuerungseinrichtungen	10
13 Prüfungen	10
Anhang A (informativ) Ausführungsbeispiele	11
Anhang B (informativ) Literaturhinweise	14

Vorwort

Diese Norm wurde vom Normenausschuß Maschinenbau (NAM) im DIN erstellt.

Fortsetzung Seite 2 bis 14

Normenausschuß Maschinenbau (NAM) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.

1 Anwendungsbereich und Zweck

Diese Norm gilt für unterbrechungsfreie Stromversorgungs-Anlagen (USV) mit rotierenden elektrischen Maschinen bzw. Maschinensätzen, die je nach Anwendungsfall mit Hubkolben-Verbrennungsmotoren kombiniert werden.

Eine USV-Anlage nach dieser Norm hat in erster Linie die Aufgabe, eine ständige Wechselstromversorgung der Verbraucher sicherzustellen. Die USV-Anlage kann darüber hinaus dazu dienen, die Qualität der Wechselstromversorgung zu verbessern, indem festgelegte Anforderungen eingehalten werden. Außerdem kann die USV-Anlage zur Spannungs- und/oder Frequenzumwandlung verwendet werden.

Diese Norm legt, unter Bezug auf die Festlegungen in der Reihe der Normen DIN 6280, die besonderen Anforderungen und Prüfungen von Stromerzeugungsaggregaten bzw. Maschinensätzen zur unterbrechungsfreien Stromversorgung fest.

2 Normative Verweisungen

Diese Norm enthält durch datierte oder undatierte Verweisungen Festlegungen aus anderen Publikationen. Diese normativen Verweisungen sind an den jeweiligen Stellen im Text zitiert, und die Publikationen sind nachstehend aufgeführt. Bei datierten Verweisungen gehören spätere Änderungen oder Überarbeitungen dieser Publikationen nur zu dieser Norm, falls sie durch Änderung oder Überarbeitung eingearbeitet sind. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe der in Bezug genommenen Publikation.

DIN 6280-1

Hubkolben-Verbrennungsmotoren – Stromerzeugungsaggregate mit Hubkolben-Verbrennungsmotoren – Allgemeine Begriffe

DIN 6280-2

Hubkolben-Verbrennungsmotoren – Stromerzeugungsaggregate mit Hubkolben-Verbrennungsmotoren – Leistungsauslegung und Leistungsschilder

DIN 6280-3

Hubkolben-Verbrennungsmotoren – Stromerzeugungsaggregate mit Hubkolben-Verbrennungsmotoren – Betriebsgrenzwerte für das Motor-, Generator- und Aggregateverhalten

DIN 6280-4

Hubkolben-Verbrennungsmotoren – Stromerzeugungsaggregate mit Hubkolben-Verbrennungsmotoren – Drehzahlregelung und Drehzahlverhalten der Hubkolben-Verbrennungsmotoren; Begriffe

DIN 6280-7

Hubkolben-Verbrennungsmotoren – Stromerzeugungsaggregate mit Hubkolben-Verbrennungsmotoren – Schalt- und Steuerungseinrichtungen für den Aggregatebetrieb; Anforderungen

DIN 6280-8

Hubkolben-Verbrennungsmotoren – Stromerzeugungsaggregate mit Hubkolben-Verbrennungsmotoren – Betriebsverhalten im Aggregatebetrieb; Begriffe

DIN 6280-9

Hubkolben-Verbrennungsmotoren – Stromerzeugungsaggregate mit Hubkolben-Verbrennungsmotoren – Abnahmeprüfung

Normen der Reihe

DIN EN 50091

Unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV)

DIN VDE 0558-5

Halbleiter Stromrichter – Unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV); Identisch mit IEC 146-4 : 1986

3 Begriffe

Für die Anwendung dieser Norm gelten die folgenden Definitionen:

3.1 Allgemeine Begriffe

Nach DIN 6280

3.2 Unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV)

Eine unterbrechungsfreie Stromversorgung im Sinne dieser Norm ist die unterbrechungsfreie Weiterversorgung der Verbraucher bei Störung der üblichen Stromversorgung.

Hierbei müssen Spannung und Frequenz innerhalb festgelegter statischer und dynamischer Grenzwerte und die Spannungsverzerrung, innerhalb der für die Verbraucher festgelegten Grenzen bleiben.

Als unterbrechungsfreie Stromversorgung gilt auch eine Weiterversorgung der Verbraucher nach einer Kurzunterbrechung (z. B. bei Schaltvorgängen), soweit dies für Verbraucher zulässig ist.

3.3 USV-Anlage

Eine USV-Anlage besteht aus allen Komponenten und Ausstattungen, die im jeweiligen Anwendungsfall die unterbrechungsfreie Stromversorgung sicherstellen.

3.4 Maschinensatz

Ein Maschinensatz im Sinne dieser Norm ist eine Kombination von rotierenden elektrischen Maschinen wie Gleichstrom-, Asynchron- oder Synchronmotor mit einem Synchrongenerator oder eine Synchronumkehrmaschine (Motor- und Generatorfunktion)

3.5 Stromrichter

Einrichtung zum Stromrichten, die ein oder mehrere elektronische Ventilbauelemente und, soweit erforderlich, Transformatoren, Filterkreise und Hilfseinrichtungen enthält.

(Aus: DIN VDE 0558-5 : 1988-09 und IEC 146-4)

Die Stromrichter können netz-, last-(maschinen-) oder selbstgeführt sein.

3.6 Netzdrossel

Eine Netzdrossel ist ein geregelter oder ungeregelter induktiver Widerstand, der in der Netzzuleitung der USV-Anlage angeordnet ist.

3.7 Elektronischer Schalter (z. B. Thyristorschalter)

Einrichtung mit mindestens einem steuerbaren elektronischen Ventilelement (aus DIN VDE 0558-5 : 1988-09) für elektronisches Schalten in Leistungskreisen.

(Aus: DIN VDE 0558-5 : 1988-09)

3.8 Umgehung (Bypass)

Alternativer Strompfad zum USV-System

3.9 Energiespeicher

In Energiespeichern für USV-Anlagen wird kinetische oder elektrochemische Energie gespeichert. Bei Ausfall der üblichen Stromversorgung wird diese Energie entweder während der gesamten Ausfallzeit oder bis zur Übernahme der Energieversorgung durch den Hubkolben-Verbrennungsmotor für die Verbraucher zur Verfügung gestellt.

3.10 Ausfallzeit t_a (Netzausfallzeit)

Ausfallzeit t_a ist die Zeit, in der die übliche Stromversorgung entweder ausgefallen ist oder in ihren Spannungs- und Frequenzwerten außerhalb der Toleranzbereiche liegt.

ANMERKUNG: Die Toleranzbereiche für Spannung und Frequenz können für Verbraucher und USV-Anlagen unterschiedlich sein.

3.11 Unterbrechungszeit t_u

Die Unterbrechungszeit im Sinne dieser Norm (im Unterschied zu der Definition in DIN 6280-8:1993-02, Abschnitt 5.3.1) ist die Zeit, während der die Spannung und die Frequenz am Verbraucher außerhalb der Toleranzbereiche liegen.

3.12 Überbrückungszeit t_b

Die Überbrückungszeit t_b ist die Zeit, für die die USV-Anlage die Verbraucheranlage ständig unter festgelegten Betriebs-

bedingungen bei Ausfall der üblichen Stromversorgung mit elektrischer Energie versorgen muß.

3.13 Ausfallhäufigkeit

Anzahl der Ausfälle der üblichen Stromversorgung je Zeiteinheit, während der die Energiespeicherung der USV-Anlage in Anspruch genommen wird.

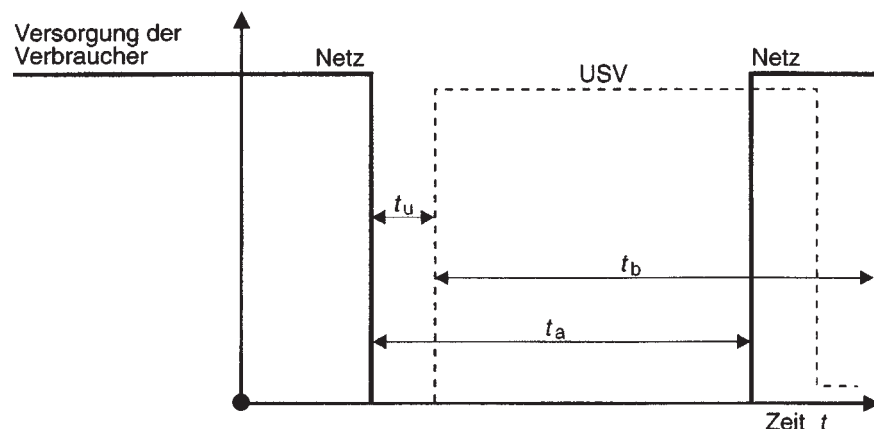
ANMERKUNG: Dazu muß auch die Aufladezeit des Energiespeichers beachtet werden.

3.14 Systemgebundene Drehzahl (Systemdrehzahl)

Drehzahl (n_1), die sich aus der Netzfrequenz und der Polzahl der elektrischen Maschine ergibt.

3.15 Systemfreie Drehzahl

Drehzahl (n_2), bei der sich der Energiespeicher mit einer höheren als der systemgebundenen Drehzahl dreht.



ANMERKUNG: Bei Sofortbereitschaftsanlagen (no break) ist $t_u = 0$

Bild 1: Schematische Darstellung der verwendeten Zeitbegriffe am Beispiel einer Schnellbereitschaftsanlage (short break)

4 Verwendete Formelzeichen

- t_a Ausfallzeit
- t_b Überbrückungszeit
- t_u Unterbrechungszeit
- n Anzahl von Anlagen
- n_1 systemgebundene Drehzahl
- n_2 systemfreie Drehzahl

5 Weitere Vorschriften und Anforderungen

Wenn spezielle Anforderungen aus Vorschriften von Abnahmegesellschaften oder Behörden, z.B. für Überwachung, beachtet werden müssen, so muß dies vom Auftraggeber angegeben werden.

Weitere Anforderungen sind zwischen Hersteller und Auftraggeber zu vereinbaren.

6 Ausführungsarten

6.1 Mögliche Systeme

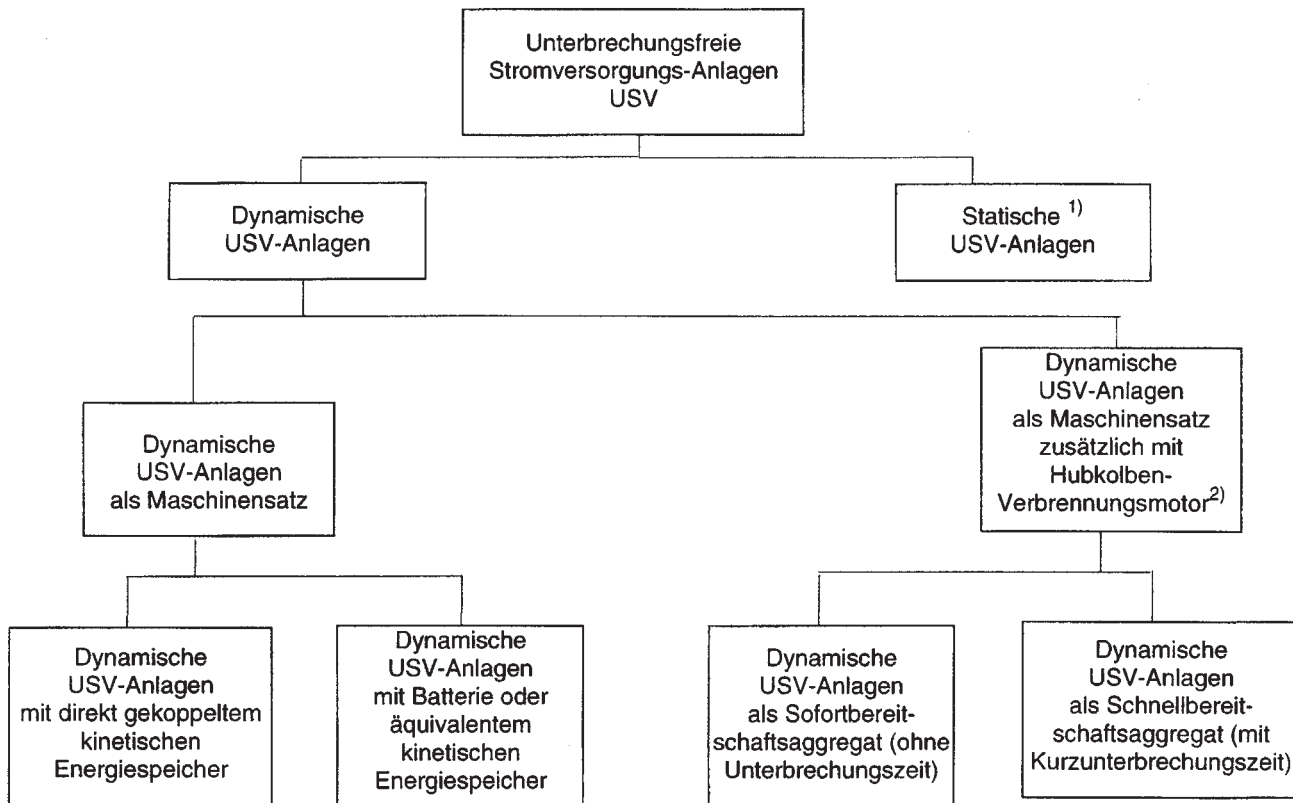


Bild 2: Übersicht möglicher USV-Anlagensysteme

6.2 Systemkonfiguration

Die unterbrechungsfreie Stromversorgung wird erreicht durch die Kombination von elektrischen Maschinen, (ggf. Stromrichtern und Schaltern) und Energiespeichern sowie ggf. durch Antrieb mit Hubkolben-Verbrennungsmotor.

Für eine Stromversorgung mit Energiespeichern für zeitbegrenzte Überbrückung werden kinetische Speicher (im Sekundenbereich) und elektrochemische Speicher (im Minutenbereich) verwendet. Für eine Stromversorgung zur Langzeitüberbrückung wird eine Kombination von Maschinensatz und Hubkolben-Verbrennungsmotor verwendet.

ANMERKUNG: Als weitere Möglichkeit der Langzeitüberbrückung kann ein separates Stromerzeugungsaggregat (siehe 5.2.1 von DIN 6280-1 : 1983-02) über eine USV-Anlage die Verbraucher versorgen.

Kriterien für die Auswahl der verschiedenen Ausführungsarten von USV-Anlagen sind unter anderem:

- Verbrauchernanforderung,
- Netzeinflüsse,
- Ausgangsleistung,
- Verfügbarkeit,
- Wirtschaftlichkeit,
- Platzbedarf.

In den folgenden Abschnitten werden einige typische Anordnungen und ihre wesentlichen Merkmale dargestellt:

6.3 Grundsätzliche Schaltungen für verschiedene Betriebsweisen

6.3.1 Aktiver Bereitschaftsbetrieb (Schnellbereitschaft – Shortbreak)

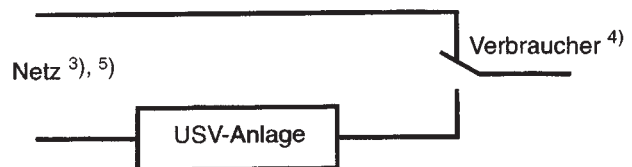


Bild 3: Aktiver Bereitschaftsbetrieb

In der USV-Anlage wird zur Versorgung der Verbraucher überwiegend ein Synchrongenerator verwendet.

Die Versorgung der Verbraucher erfolgt aus dem Netz, soweit dieses in den für die Verbraucher festgelegten Grenzen von Spannung, Frequenz usw. zur Verfügung steht.

1) Statische USV-Anlagen nach den Normen der Reihe DIN EN 50091, DIN VDE 0558-5

2) Üblicherweise mit Dieselmotor

3) Überwiegend vom öffentlichen Netz (EVU) oder Industrienetz.

4) Zu den unterbrechungsfrei zu versorgenden Verbrauchern.

5) Die Anschlüsse können zusammengefaßt sein.

- Die aus dem Netz gespeiste USV-Anlage läuft, praktisch unbelastet, galvanisch von den Verbrauchern getrennt, mit.
- Bei Netzausfall bzw. Überschreitung der Grenzwerte werden die Verbraucher auf die USV-Anlage umgeschaltet. Die dabei auftretende Unterbrechungszeit beträgt, je nach Zulässigkeit seitens der Verbraucher und Ausführung der Umschalteneinrichtung 2 bis 500 ms.
- Die Weiterversorgung der Verbraucher erfolgt – je nach Auslegung des die USV-Anlage versorgenden Energiespeichers – zeitlich begrenzt oder bei Verwendung eines Hubkolben-Verbrennungsmotors praktisch unbegrenzt (siehe Abschnitt 9)
- Kehrt das wieder stabilisierte Netz innerhalb der Überbrückungszeit t_b zurück, werden die Verbraucher auf das Netz zurückgeschaltet.
- Bei Verwendung einer Synchronisierungseinrichtung kann die Rückschaltung unterbrechungsfrei erfolgen.

ANMERKUNG: Für den aktiven Bereitschaftsbetrieb werden im allgemeinen Schnellbereitschaftsaggregate nach 5.2.2 von DIN 6280-1 : 1983-02, verwendet.

6.3.2 Durchlaufbetrieb (Sofortbereitschaft – No-break)



Bild 4: Durchlaufbetrieb

Für Antrieb der USV-Anlage und Speisung der Verbraucher werden überwiegend zwei gekuppelte elektrische Maschinen (Motor und Generator) oder eine Kombination aus beiden verwendet.

- Die Versorgung der Verbraucher erfolgt, sowohl bei stabilem als auch gestörtem Netz, galvanisch von diesem getrennt aus der USV-Anlage. Bei Netzausfall bzw. Überschreitung der Toleranzgrenzen am Eingang der USV-Anlage⁶⁾ wird die Energie für die zeitlich begrenzte Weiterversorgung dem Energiespeicher (siehe auch Abschnitt 5.2) entnommen bzw. für eine praktisch unbegrenzte Weiterversorgung durch einen Hubkolben-Verbrennungsmotor (siehe Abschnitt 9) sichergestellt. Nach stabilisierten Netzverhältnissen wird die Versorgung der USV-Anlage wieder vom Netz übernommen.

ANMERKUNG: Für den Begriff "Durchlaufbetrieb" wird in DIN VDE 0558-5 der Begriff "Dauerbetrieb" verwendet. Der Begriff "Dauerbetrieb" ist jedoch im Sinne der Reihe der Normen DIN 6280 anders definiert (siehe 4.1 von DIN 6280-1 : 1983-02).

6.3.3 Aktiver Mitlaufbetrieb (Sofortbereitschaft – No-break)

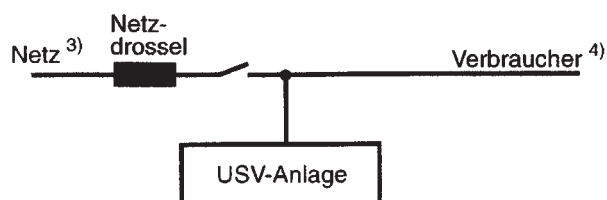


Bild 5: Aktiver Mitlaufbetrieb

Für Antrieb der USV-Anlage und Versorgung der Verbraucher werden Synchronmaschinen in elektrischer Doppelfunktion (Umkehrmaschine) oder Zweimaschinensätze verwendet, wobei letztere zeitweilig parallel geschaltet sein können.

- Die Versorgung der Verbraucher erfolgt aus dem Netz, soweit dieses in den für das System festgelegten Spannungs- und Frequenztoleranzen vorhanden ist.
- Die USV-Anlage – ebenfalls aus dem Netz gespeist – läuft praktisch unbelastet mit. Durch einen im Netzstrang geschalteten induktiven Widerstand (Drossel) findet eine weitgehende Entkoppelung zwischen Verbraucher und Netz statt, so daß Spannungsschwankungen entsprechend der Systemauslegung durch die parallel geschaltete/en Synchronmaschine/en ausgeglichen werden.
- Bei Netzausfall bzw. Überschreitung der Toleranzbereiche⁶⁾ erfolgt ein unterbrechungsfreier Übergang der Versorgung aus der Synchron-Umkehrmaschine.
- Den Antrieb der USV-Anlage übernimmt dann der Energiespeicher zeitlich begrenzt bzw. ein Hubkolben-Verbrennungsmotor nahezu unbegrenzt (siehe Abschnitt 9).

Der Übergang auf direkte Versorgung der Verbraucher auf das wieder stabilisierte Netz wird synchron und unterbrechungsfrei vorgenommen.

6.3.4 Betriebskombinationen

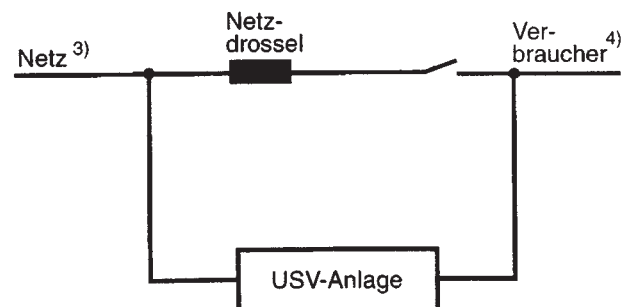


Bild 6: Betriebskombination

Durch Kombination von Schaltungskonzepten, wie z. B. nach Abschnitt 5.3.2 und 5.3.3 kann an einem zeitlich überwiegend spannungs- und frequenzstabilen Netz der verlustärmere "aktive Mitlaufbetrieb" gefahren und bei gelegentlich größerer Schwankungsbreite des Netzes auf "Durchlaufbetrieb" übergegangen werden.

6.4 Parallelschaltung von USV-Anlagen

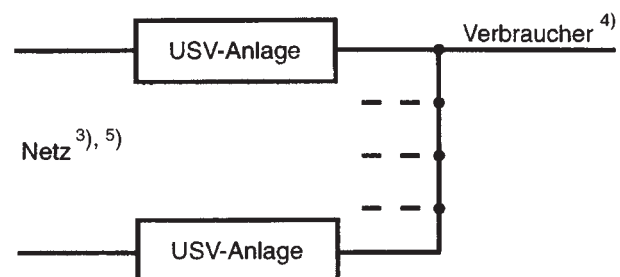


Bild 7: Parallelschaltung von USV-Anlagen

³⁾, ⁴⁾, ⁵⁾ siehe Seite 4

⁶⁾ Dynamische USV-Anlage mit integriertem netz- bzw. maschinengeführtem Zwischenkreis-Stromrichter erlauben durch netzunabhängige Spannungs- bzw. Frequenzregelung die Versorgung der Verbraucher aus Netzen mit größeren Schwankungsbreiten, ohne Inanspruchnahme des jeweiligen Energiespeichers.