

DIN EN 3830

ICS 49.060

**Luft- und Raumfahrt –
Elektrisches Bordnetz –
Energiebilanz;
Deutsche und Englische Fassung EN 3830:2022**

Aerospace series –
Electrical system –
Load analysis;
German and English version EN 3830:2022

Série aérospatiale –
Réseau électrique –
Bilan électrique;
Version allemande et anglaise EN 3830:2022

Gesamtumfang 48 Seiten

DIN-Normenausschuss Luft- und Raumfahrt (NL)

Nationales Vorwort

Der Verband der Europäischen Luft-, Raumfahrt- und Verteidigungsindustrie – Normung (ASD-STAN) ist vom Europäischen Komitee für Normung (CEN) für zuständig erklärt worden, Europäische Normen (EN) für das Gebiet der Luft- und Raumfahrt auszuarbeiten. Durch die Vereinbarung vom 3. Oktober 1986 wurde ASD Assoziierte Organisation (ASB) des CEN.

Das vorliegende Dokument (EN 3830:2022) wurde von ASD-STAN, Fachbereich Elektrotechnik, unter Mitwirkung deutscher Experten des DIN-Normenausschusses Luft- und Raumfahrt (NL) erarbeitet.

Hinweis: die Kopfzeile der Englischen Fassung muss richtigerweise „EN 3830:2022 (E)“ heißen.

Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 131-04-01 AA „Elektrische Bordnetze“ im DIN-Normenausschuss Luft- und Raumfahrt (NL).

Entsprechend Beschluss 57/9 des Technischen Ausschusses des Beirats des DIN-Normenausschusses Luft- und Raumfahrt (NL) sind die europäischen Luft- und Raumfahrt-Normungsergebnisse zweisprachig, in Deutsch und Englisch, in das Deutsche Normenwerk zu überführen. Aus diesem Grund wurde der Deutschen Fassung dieses Dokuments die Englische Fassung hinzugefügt.

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

Deutsche Fassung

Luft- und Raumfahrt —
Elektrisches Bordnetz —
Energiebilanz

Aerospace series —
Electrical system —
Load analysis

Série aérospatiale —
Réseau électrique —
Bilan électrique

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 7. Februar 2020 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim CEN-CENELEC-Management-Zentrum oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Management-Zentrum mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, der Republik Nordmazedonien, Rumänien, Schweden, der Schweiz, Serbien, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

CEN-CENELEC Management-Zentrum: Rue de la Science 23, B-1040 Brüssel

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	4
Einleitung	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe	6
3.1 Energiebilanz	6
3.2 Elektrisches Bordnetz	7
3.3 Leistungsbegriffe	9
3.4 Verfügbare Leistung	9
3.5 Einschaltdauer	11
3.6 Betriebsbedingungen	11
4 Analysenbericht	13
4.1 Allgemeines	13
4.2 Einführung	13
4.3 Funktionsbeschreibung des Bordnetzes	13
4.4 Daten der Stromquellen	13
4.5 Zeitspannen	14
5 Gleichstromverbraucher-Analyse	14
5.1 Allgemeines	14
5.2 Mindestangaben für die Gleichstromverbraucher-Analyse	14
5.2.1 Allgemeines	14
5.2.2 Gerätekennung	14
5.2.3 Anzahl der Geräte/Geräteeinheiten	15
5.2.4 Einschaltdauer	15
5.2.5 Betriebsphasen des Luftfahrzeuges	15
5.2.6 Nennverbrauch	15
5.3 Berechnung der mittleren Leistungsaufnahme	15
5.4 Summe Gleichstromverbrauch	16
6 Wechselstromverbraucher-Analyse	16
6.1 Allgemeines	16
6.2 Mindestangaben für die Wechselstromverbraucher-Analyse	16
6.2.1 Allgemeines	16
6.2.2 Gerätekennung	16
6.2.3 Anzahl der Geräte/Geräteeinheiten	17
6.2.4 Einschaltdauer	17
6.2.5 Betriebsphasen des Luftfahrzeuges	17
6.2.6 Nennverbrauch	17
6.3 Berechnung der mittleren Leistungsaufnahme	17
6.4 Summe Wechselstromverbrauch	18
7 Stromquellen-Analyse	18
7.1 Allgemeines	18
7.2 Reduzierung	18
7.3 Nachweis der Leistungsreserve	18
7.4 Stromquellen-Auslastung	19

8 Batterie-Energiebilanz 19

8.1 Allgemeines 19

8.2 Anfangsladezustand 19

8.3 Bestimmung der Ladung..... 20

8.4 Restflugdauer..... 20

Anhang A (informativ) Beispiel für Auslastung des Primärversorgungssystems 21

Literaturhinweise..... 23

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (EN 3830:2022) wurde vom Verband der Europäischen Luft-, Raumfahrt- und Verteidigungsindustrie – Normung (ASD-STAN) erstellt.

Nachdem Umfragen und Abstimmungen entsprechend den Regeln dieses Verbandes durchgeführt wurden, hat dieses Dokument die Zustimmung der nationalen Verbände und offiziellen Behörden der Mitgliedsländer der ASD erhalten, bevor es CEN vorgelegt wurde.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis August 2022, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis August 2022 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Entsprechend der CEN-CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, die Republik Nordmazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Serbien, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Türkei, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

Einleitung

Dieses Dokument ist anwendbar für Gleichstrom- und Wechselstrom-Bordnetze nach EN 2282 und wurde unter Berücksichtigung von MIL-E-7016F erstellt. Es beschreibt die zur Erstellung einer Energiebilanz erforderlichen Verfahren.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt das Verfahren zur Erstellung einer Energiebilanz fest, in der die Leistungsfähigkeit eines Stromversorgungssystems mit den Leistungsanforderungen der angeschlossenen Verbraucher verglichen wird.

Durch die Energiebilanz ist nachzuweisen, dass die Stromquellen diese Verbraucher unter allen Betriebszuständen des Stromversorgungssystems und während aller Betriebsphasen des Luftfahrzeuges versorgen können und dass die geforderte Leistungsreserve zur Abdeckung zukünftiger Anforderungen sichergestellt ist.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

EN 2282, *Luft- und Raumfahrt — Eigenschaften der elektrischen Stromversorgung von Luftfahrzeugen*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

- ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <https://www.iso.org/obp>
- IEC Electropedia: verfügbar unter <https://www.electropedia.org/>

3.1 Energiebilanz

3.1.1

Energiebilanz

eine Energiebilanz besteht aus zwei Teilen:

- einer Analyse der Leistungsfähigkeit eines Stromversorgungssystems (Stromquellen-Analyse);
- einer Analyse der Leistungsanforderungen der angeschlossenen Verbraucher (Verbraucher-Analyse).

3.1.2

Stromquellen-Analyse

mit einer Stromquellen-Analyse wird die zur Versorgung der angeschlossenen Verbraucher erforderliche Leistungsfähigkeit des Stromversorgungssystems unter Berücksichtigung aller spezifizierten Luftfahrzeug-Betriebsphasen bestimmt und die prozentuale Leistungsreserve berechnet

3.1.3

Verbraucher-Analyse

eine Verbraucher-Analyse ist im Wesentlichen eine nach den Sammelschienen der Stromquellen geordnete Zusammenstellung der Verbraucher mit der Summierung ihrer elektrischen Verbrauchswerte während derselben Betriebsphasen des Luftfahrzeuges, wie sie für die Stromquellen-Analyse festgelegt worden sind

3.2 Elektrisches Bordnetz

3.2.1

elektrisches Bordnetz

das elektrische Bordnetz ist die Gesamtheit der elektrischen Stromquellen, Verbraucher, Steuerungs- und Schutzgeräte und allen gemeinsamen Verbindungen der Anlage

3.2.2

Stromversorgungssystem

ein Stromversorgungssystem besteht aus einem oder mehreren Stromerzeugern gleicher Nennspannung und/oder Frequenz sowie dem dazugehörigen Stromverteilungssystem

3.2.2.1

Stromquellen

Stromquellen sind Geräte, die Energie von den Luftfahrzeug-Triebwerken, von einem Energie-Umwandler, von einer Bodenversorgungseinheit oder von Batterien zur Verfügung stellen

Beispiele für elektrische Stromquellen sind:

— Gleichstromquellen:

- Generatoren;
- Transformatorgleichrichter;
- Batterien;

— Wechselstromquellen:

- Generatoren;
- Transformatoren;
- Umformer;
- Frequenzumformer.

3.2.2.2

Betriebsstromquellen

Betriebsstromquellen liefern elektrische Energie an die Verbraucher während des normalen Betriebszustandes, wie er in EN 2282 festgelegt ist

3.2.2.3

Notstromquellen

Notstromquellen liefern elektrische Energie an die Verbraucher (oder einen festgelegten Teil derselben) bei Ausfall der Betriebsstromquelle, wie in EN 2282 festgelegt

Notstromquellen können solche mit begrenzter (z. B. Batterien) oder unbegrenzter (z. B. stauluftgetriebene Generatoren) Versorgungsdauer sein; im Allgemeinen sind sie von begrenztem Leistungsvermögen und erfordern während ihres Betriebes die Abschaltung bestimmter Verbraucher

3.2.3

Stromverteilungssystem

ein Stromverteilungssystem umfasst die Gesamtheit aller an eine oder mehrere Stromquellen angeschlossenen Sammelschienen einschließlich der zum Zu- oder Abschalten erforderlichen Schalteinrichtungen

3.2.3.1

Sammelschienen

eine Sammelschiene ist ein elektrischer Leiter, der zur gemeinsamen Versorgung zweier oder mehrerer angeschlossener Verbraucher dient; je nach beabsichtigtem Zweck können verschiedene Sammelschientypen festgelegt werden, z. B.:

a) Hauptsammelschiene oder „Primärsammelschiene“

Eine Hauptsammelschiene wird für die zentrale Stromverteilung unter normalen Betriebsbedingungen verwendet und kann im Falle mehrerer identischer Stromquellen zu deren Verbindung verwendet werden.

b) Untersammelschiene oder „Sekundärsammelschiene“

Eine Untersammelschiene versorgt während des normalen Betriebszustandes eine festgelegte Gruppe von Verbrauchern. Entsprechend der Funktion und Wichtigkeit dieser Verbraucher kann diese Sammelschiene z. B. als Vorrangssammelschiene, Hilfssammelschiene, Überwachungssammelschiene usw. verwendet werden.

c) Notsammelschiene

Die Notsammelschiene wird üblicherweise von der Betriebsstromquelle, bei deren Ausfall von den Notstromquellen versorgt, um eine ausreichende Versorgung der während des Notbetriebes unbedingt erforderlichen Verbraucher sicherzustellen.

d) Batteriesammelschiene

ist mit der Batterie des Luftfahrzeugs verbunden; diese Sammelschiene dient zur Versorgung von Verbrauchern, die sowohl bei Bodenbetrieb (z. B. Kabinendachbetätigung, Hinderniswarnleuchten) als auch bei Notbetrieb im Flug (z. B. Not-Schalter, Brandhahn) betrieben werden müssen.

3.2.4

Verbraucher

als Verbraucher wird jedes Gerät oder jede Gerätegruppe bezeichnet, das bzw. die elektrische Energie verbraucht

3.2.5

Primärsystem

ein Primärsystem ist gekennzeichnet durch eine oder mehrere Stromquellen, die elektrische Energie aus nicht-elektrischer Energie erzeugen

Eine Primärstromquelle ist unabhängig von jeder anderen elektrischen Stromquelle.

Beispiele

- Generator, vom Haupttriebwerk angetrieben, mit angeschlossenen Verbrauchern;
- Generator, von der Hilfsturbine angetrieben, mit angeschlossenen Verbrauchern;
- Bordbatterie, als Notstromquelle, mit angeschlossenen Verbrauchern.

ANMERKUNG Im Falle eines Frequenzsystems mit variabler Drehzahlregelung (en: variable speed control frequency, VSCF) als Primärstromquelle werden dessen Bestandteile als Generator betrachtet.

3.2.6

Sekundärsystem

ein Sekundärsystem ist gekennzeichnet durch eine Stromquelle, die die elektrische Energie einer Primärstromquelle zur Versorgung der angeschlossenen Verbraucher transformiert/umwandelt; das Sekundärsystem ist vollständig abhängig vom Primärsystem und wird zusammen mit den angeschlossenen Verbrauchern als Einzelverbraucher des Primärsystems behandelt

Beispiele für ein Sekundärsystem an einem Luftfahrzeug mit einem:

- Gleichstrom-Primärsystem: Wechselrichter mit angeschlossenen Verbrauchern;
- Wechselstrom-Primärsystem;
 - Transformator mit angeschlossenen Verbrauchern;
 - Transformatorgleichrichter mit angeschlossenen Verbrauchern.

3.3 Leistungsbegriffe

3.3.1

Nennleistung

die Nennleistung eines elektrischen Gerätes/einer Geräteeinheit, ob Stromquelle oder Stromverbraucher, ist die auf seinem Typschild angegebene Leistung, die in der Regel dem Dauerbetrieb entspricht

3.3.2

Stromquellen-Überlastbarkeit

die Überlastbarkeit einer Stromquelle ist die mögliche, über die Nennleistung hinausgehende, kurzzeitige Leistungsabgabe, abhängig von der Gerätespezifikation, z. B.:

- 100 % Nennleistung bei Dauerbetrieb;
- 150 % Nennleistung für 5 min;
- 200 % Nennleistung für 5 s.

Diese Werte (Überlast und Zeitspannen) dürfen entsprechend den für die jeweilige Stromquelle festgelegten Anforderungen abweichen.

3.3.3

Kurzzeitleistung

die Kurzzeitleistung einer Stromquelle ist die maximale Ausgangsleistung während der Zeit, für die die Überlastbarkeit des Geräts definiert ist

3.4 Verfügbare Leistung

3.4.1

verfügbare Leistung

verfügbare Leistung ist die Leistung, die gleichzeitig im ausgeglichenen Betriebszustand des Bordnetzes entnommen werden kann, unter Berücksichtigung der festgelegten Betriebsbedingungen im Luftfahrzeug und der Nennleistung jeder Stromquelle

3.4.2

Gesamtverlustfaktor

mit dem Gesamtverlustfaktor werden Umgebungs- und Betriebsbedingungen der Stromquellen (außer Bordbatterien) berücksichtigt, die normalerweise die volle Ausnutzung der Nennleistung des Bordnetzes

einschränken; der Gesamtverlustfaktor ist das Produkt aus den jeweils zutreffenden nachstehend aufgeführten Einzelfaktoren

3.4.2.1

mechanischer Verlustfaktor

der mechanische Verlustfaktor berücksichtigt eine mögliche Minderung der Generator-Ausgangsleistung durch Auswirkungen des mechanischen Antriebs auf die Generator-Eingangsleistung bei Nennlast

Der mechanische Verlustfaktor ist 1, wenn der thermische Verlustfaktor bereits eine Leistungsminderung bewirkt.

3.4.2.2

elektromagnetischer Verlustfaktor

der elektromagnetische Verlustfaktor entspricht dem Verhältnis der maximal zulässigen Leistung bei Betriebsdrehzahl zur Nennleistung; dieser Verlustfaktor muss 1 betragen, wenn die Leistung eines Stromversorgungssystems bereits durch den mechanischen oder thermischen Verlustfaktor gemindert ist

3.4.2.3

thermischer Verlustfaktor

der thermische Verlustfaktor berücksichtigt die Auswirkungen verschiedener Umgebungs- und Betriebsbedingungen auf das Kühlmittel (Öl oder Luft) und deren Auswirkungen auf die Leistungsabgabe der Stromquelle; unter Ausnutzung der spezifischen Wärmekapazität der Stromquelle darf dieser Faktor für die 5 s-Zeitspanne mit 1 eingesetzt werden, da in diesem Fall die Auswirkungen von Temperatur, Höhe und Druckabfall vernachlässigt werden können; für längere Zeitspannen als 5 s sind entsprechende Werte aus Berechnungs- und Prüfunterlagen heranzuziehen

Bei Stromversorgungssystemen, deren Leistung bereits durch den mechanischen oder elektromagnetischen Verlustfaktor gemindert ist, muss der thermische Verlustfaktor 1 betragen.

3.4.2.4

Parallelbetriebsfaktor

dieser Faktor ist immer dann einzusetzen, wenn Stromquellen parallel geschaltet sind; für Generatoren muss der Parallelbetriebsfaktor 0,9 betragen, solange keine genauen Angaben über deren Lastaufteilung zur Verfügung gestellt werden können

3.4.2.5

Spannungsabfall-Faktor

der Spannungsabfall-Faktor berücksichtigt den Leistungsverlust, der durch den Spannungsabfall zwischen Generator-Ausgangsklemmen und Sammelschiene entsteht; sein Wert entspricht dem Verhältnis von Bordnetz-Nennspannung am Regelungspunkt zu der an den Generator-Ausgangsklemmen gemessenen Spannung bei Nennlast

Ist der Generator für Nennspannung an der Sammelschiene ausgelegt, wird der Spannungsabfall-Faktor mit 1 angesetzt.

3.4.3

reduzierte Sammelschienenleistung

die reduzierte, an den Verbraucher-Eingangsklemmen verfügbare Leistung ergibt sich aus dem Produkt der Stromquellen-Nennleistung und dem *Gesamtverlustfaktor* (3.4.2) als Produkt der jeweils zutreffenden einzelnen zuvor genannten Verlustfaktoren

3.4.4

Leistungsreserve

die Leistungsreserve gibt an, wieviel Prozent der Nennleistung des Bordnetzes noch zur Versorgung zukünftiger Verbraucher zur Verfügung stehen; dieser Wert wird in Prozent der reduzierten Sammelschienenleistung angegeben

3.5 Einschaltdauer

3.5.1

Einschaltdauer

die Einschaltdauer ist die Zeit (in min), während der ein Verbraucher in jeder Betriebsphase eingeschaltet ist und elektrische Energie bezieht; für Verbraucher mit Aussetzbetrieb ist die sich aus den Einzelzeiten ergebende Gesamt-Einschaltdauer während einer 15 min-Periode der Betriebsphase zur Berechnung der mittleren Leistung anzuwenden

Verbraucher mit einer Einschaltdauer $\leq 0,3$ s dürfen nur aufgezeichnet, aber nicht zur Berechnung herangezogen werden.

3.6 Betriebsbedingungen

3.6.1

Betriebszustand des Bordnetzes

die Betriebszustände des Bordnetzes (normal, anormal, Notbetrieb) sind in EN 2282 festgelegt

3.6.2

Betriebsphasen des Luftfahrzeuges

mit der Energiebilanz wird der Gesamtverbrauch für jede Betriebsphase des betrachteten Luftfahrzeuges bestimmt; diese Betriebsphasen einschließlich der während dieser Betriebsphasen verfügbaren Stromquellen müssen entsprechend den Gesamtanforderungen an das Luftfahrzeug festgelegt werden

Die Betriebsphasen dürfen aus der nachfolgenden Liste ausgewählt werden und müssen in ihrer Reihenfolge in der Energiebilanz einem typischen Einsatz des Luftfahrzeuges entsprechend betrachtet werden:

— Bodenbetrieb

Während dieser Betriebsphase sind die Haupttriebwerke nicht in Betrieb, und die normalen Stromquellen stehen nicht zur Verfügung. Einige oder alle Systeme werden entweder von einer Bodeneinheit oder von einem Hilfsturbinen-Generator versorgt.

— Startvorbereitung

Zur Vorbereitung eines Luftfahrzeuges für den beabsichtigten Einsatz ist für den Betrieb, z. B. für Betankung, Heizung, Beleuchtung, Beladung, Ausrichtung von Kreiselgeräten, Bodenverständigung, Küche usw. elektrische Energie erforderlich. Diese Systeme werden entweder von einer Bodeneinheit oder von einem Hilfsturbinen-Generator versorgt.

— Triebwerksanlassen

Betriebsphase, während der die Triebwerke nacheinander mit Bodenenergie, Batterien oder einem Hilfsturbinen-Generator angelassen werden.

— Rollen

Dies ist definiert als die Zeit zwischen:

- der ersten Bewegung des Luftfahrzeuges (am Boden) unter Eigenversorgung und dem Start;
- der Beendigung der Landung und Abschalten der Triebwerke.

Während dieser Betriebsphase müssen Lande- und Rollscheinwerfer benutzt werden.

— Starten

Diese Betriebsphase beginnt mit dem Startlauf und endet bei Erreichen einer für das jeweilige Luftfahrzeug festgelegten Höhe. Während dieser Betriebsphase werden das Fahrwerk eingefahren, Flügelklappen und Lamellen bedient, Flügel geschwenkt, Lande- und Rolscheinwerfer ausgeschaltet usw.

— Steigen

Diese Betriebsphase beginnt bei einer für das jeweilige Luftfahrzeug festgelegten Höhe und endet bei Erreichen der Reiseflughöhe.

— Reiseflug

Betriebsphase, während der das Luftfahrzeug im Horizontalflug zum oder vom Einsatz- oder Bestimmungsort ist.

— Einsatz

In dieser Betriebsphase sind alle für den Einsatz des Luftfahrzeuges erforderlichen Verbraucher eingeschaltet, z. B. Kameras, Rettungswinden, Luftbetankungsgeräte usw.

— Sinkflug

Betriebsphase zwischen dem Verlassen der Reiseflughöhe und dem Beginn des Landeanfluges. Flügelklappen/Lamellen, Landescheinwerfer usw. können schon in Betrieb sein.

— Landung

Diese Betriebsphase beginnt mit den Vorbereitungen zur Landung und endet mit dem Ausrollen auf der Landebahn. Verbraucher wie Lande-/Rolscheinwerfer, Fahrwerk, Schubumkehrer und das Bremssystem kennzeichnen diese Betriebsphase.

— Ausfall

Die Energiebilanz muss den Ausfall einer oder mehrerer Stromquellen und die daraus entstehenden Folgen wie teilweise Abschaltung von Sammelschienen/Verbrauchern berücksichtigen. Sie muss nachweisen, dass die reduzierte Stromquellenleistung in der Lage ist, all jene Verbraucher ausreichend zu versorgen, die unter diesen Bedingungen weiterbetrieben werden müssen.

— Notbetrieb

Betriebsphase, während der die Betriebsstromquellen nicht zur Verfügung stehen und Verbraucher, die für die Flugsicherheit wichtig sind, auf das Notsystem umgeschaltet werden müssen. Zu Beschränkungen der Notversorgung siehe 3.2.2.3.

Für jede einzelne Betriebsphase des Luftfahrzeugs ist eine eigene Berechnung erforderlich.

3.6.3

Zusammenfassung von Betriebsphasen

Wenn eingeschaltete Verbraucher und Stromquellen in mehr als einer der vorstehend aufgeführten Betriebsphasen bezüglich Anzahl und Verbrauch identisch sind, können diese zu einer Betriebsphase zusammengefasst werden, die dann aber durch eine geeignete Benennung zu kennzeichnen ist.

Je nach Anforderung an die Einsatzart des Luftfahrzeuges dürfen weitere Betriebsphasen in Betracht gezogen werden, z. B. Warteflug, Boden-Einsatzbereitschaft, Wartung.

4 Analysenbericht

4.1 Allgemeines

Die Ergebnisse der Verbraucher- und Stromquellenanalyse sind in Form eines Berichtes darzustellen. Der inhaltliche Aufbau der Verbraucher- und Stromquellenanalyse muss den folgenden Unterabschnitten entsprechen.

4.2 Einführung

Die Einführung muss eine Angabe zu den Anforderungen an die Einsatzart des Luftfahrzeuges bezüglich der sich ergebenden Anforderungen an das Stromversorgungssystem enthalten.

Die Betriebsphasen des Luftfahrzeuges, auf denen die Energiebilanz basieren muss, sind entsprechend der Auswahl in 3.6.2 und/oder 3.6.3 festzulegen.

4.3 Funktionsbeschreibung des Bordnetzes

Eine Beschreibung des Bordnetzbetriebes muss mindestens enthalten:

- Anzahl und Kennzeichnung der Stromquellen;
- Zusammenwirken von Primär-/Sekundärsystem (wenn zutreffend);
- Parallelbetrieb der Stromquellen (wenn zutreffend);
- Übersichtsplan der Sammelschienenanordnung, Verbindungen und Stromquellen;
- Normal- und Notbetrieb (siehe EN 2282) mit den verfügbaren Stromquellen.

Die Beschreibung muss die Systemzustände und die Betriebsarten entsprechend den festgelegten Betriebsphasen des Luftfahrzeuges enthalten (siehe 4.2).

4.4 Daten der Stromquellen

Für jede Stromquelle sind mindestens die folgenden Parameter zur Verfügung zu stellen:

- Geräteerkennung, z. B. Herstellerspezifikation;
- Nennleistung (Typschild);
- Spannung;
- Leistungsfaktor (nur bei Wechselstromquellen);
- Wirkungsgrad;
- Schaltungsart (Stern/Dreieck);
- Kurzzeitleistung;
- Batterie-Lade-/Entladecharakteristiken.