

Luft- und Raumfahrt
Elektrische Ausrüstung
 Energiebilanz

DIN
29 571
 Teil 3

Aerospace; electrical equipment, analysis of load and power source capacity

Ersatz für Ausgabe 09.86

Aéronautique et espace; équipement électrique, bilan électrique

Diese Norm ist anerkannt durch das Bundesamt für Wehrtechnik und Beschaffung und das Luftfahrt-Bundesamt.

Diese Norm wurde in Anlehnung an MIL-E-7016 E erstellt. Gegenüber MIL-E-7016 E sind in der vorliegenden Norm die Einsatzbedingungen je Betriebsphase der einzelnen Verbraucher (K-Spalten auf den Seiten 17 und 23 zusätzlich aufgenommen.

Inhalt

	Seite
1 Anwendungsbereich	2
2 Begriffe	2
2.1 Elektrisches Bordnetz	2
2.2 Stromversorgungssystem	2
2.3 Stromverteilungssystem	2
2.4 Primärsystem	2
2.5 Sekundärsystem	2
2.6 Nennleistung	2
2.7 Überlastbarkeit	3
2.8 Gesamtverlustfaktor	3
2.9 Sammelschienenleistung	3
2.10 Leistungsreserve	3
2.11 Betriebszustand	3
2.12 Betriebsphase	3
2.13 Energiebilanz	4
3 Umfang der Energiebilanz	4
4 Darstellung der Energiebilanz	4
4.1 Titelseite	4
4.2 Inhaltsübersicht	4
4.3 Einführung	4
4.4 Gleichstrom-Energiebilanz	5
4.5 Wechselstrom-Energiebilanz	7
4.6 Batterie-Energiebilanz	10
Beispiel einer Energiebilanz	12
Zitierte Normen und andere Unterlagen	39

Fortsetzung Seite 2 bis 39

Normenstelle Luftfahrt (NL) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V.

Jede Art der Vervielfältigung, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Berlin, gestattet.

1 Anwendungsbereich

Diese Norm ist für Gleichstrom- und Wechselstrom-Bordnetze nach DIN 29 576 Teil 1 anzuwenden und beschreibt die zur Erstellung der Energiebilanz erforderlichen Verfahren.

2 Begriffe

Dieser Abschnitt enthält neben den Begriffserklärungen auch zusätzliche erläuternde Angaben.

2.1 Elektrisches Bordnetz

Ein elektrisches Bordnetz im Sinne dieser Norm ist die Gesamtheit aller Stromversorgungssysteme eines Luftfahrzeuges sowie der an diese angeschlossenen Verbraucher.

2.2 Stromversorgungssystem

Ein Stromversorgungssystem besteht aus einem oder mehreren Stromerzeugern gleicher Nennspannung bzw. Frequenz sowie dem dazugehörigen Stromverteilungssystem.

2.2.1 Stromquelle

Stromquelle ist ein Gerät, welches elektrische Energie erzeugt, umformt oder speichert.

Gleichstromquellen:

Generatoren, Transformatorgleichrichter, Batterien

Wechselstromquellen:

Generatoren, Transformatoren, Wechselrichter, Frequenzumrichter

a) Betriebsstromquelle

Die Betriebsstromquelle versorgt ein Stromversorgungssystem während des normalen Betriebszustandes.

b) Notstromquelle

Notstromquellen können solche mit begrenzter (Batterien) oder solche mit unbegrenzter (Stau- luftgetriebene Generatoren) Versorgungsdauer sein.

Die Notstromquelle soll bei Ausfall der Betriebsstromquelle die an diese angeschlossenen Verbraucher oder einen Teil derselben versorgen. Hat die Notstromquelle von der Betriebsstromquelle unterschiedliche Merkmale, ist eine eigene Energiebilanz erforderlich.

2.3 Stromverteilungssystem

Ein Stromverteilungssystem ist die Gesamtheit aller an eine oder mehrere Stromquellen angeschlossenen Sammelschienen einschließlich der Schalteinrichtungen, die sie miteinander verbinden.

2.3.1 Sammelschiene

Eine Sammelschiene ist ein elektrischer Leiter, welcher zur gemeinsamen Versorgung zweier oder mehrerer Verbraucher dient.

a) Hauptsammelschiene

Eine Hauptsammelschiene dient dazu, eventuell gleiche Stromquellen zu verbinden und die elektrische Energie während des normalen Betriebszustandes zentral zu verteilen.

b) Untersammelschiene

Eine Untersammelschiene versorgt während des normalen Betriebszustandes eine Gruppe von Verbrauchern. Je nach Bedeutung kann sie z. B. bei Ausfall der Betriebsstromquelle abgetrennt und auch wieder zugeschaltet werden. Entsprechend der Funktion der an die Untersammelschiene angeschlossenen Verbraucher kann diese auch als z. B. Vorrangssammelschiene, Hilfssammelschiene, Überwachungssammelschiene usw. bezeichnet werden.

c) Notsammelschiene

Eine Notsammelschiene wird von einer Betriebsstromquelle oder einer Notstromquelle versorgt, um ständige Einspeisung während aller Betriebsphasen einschließlich Notbetrieb sicherzustellen.

d) Batteriesammelschiene

Eine Batteriesammelschiene ist mit der Batterie verbunden und dient zur Versorgung von Verbrauchern, die sowohl bei abgestelltem Luftfahrzeug (z. B. Kabinendachbetätigung, Hindernis- leuchten) als auch nach Betätigung des NOT-AUS-Schalters (z. B. Feuerlöschanlage) betrieben werden müssen.

2.4 Primärsystem

Das Primärsystem ist der Teil eines Stromversorgungssystems, der elektrische Energie aus nicht- elektrischer Energie erzeugt.

Beispiel:

Vom Triebwerk angetriebener Generator

Batterie als Notstromquelle

2.5 Sekundärsystem

Das Sekundärsystem ist der Teil eines Stromversorgungssystems, der die elektrische Energie des Primärsystems umformt.

Ein Sekundärsystem mit der Gesamtheit seiner angeschlossenen Verbraucher kann als ein Verbraucher des Primärsystems behandelt werden.

Beispiel für Gleichstrom-Bordnetz:

Umformer Gleichstrom/Wechselstrom mit Verbrauchern

Beispiele für Wechselstrom-Bordnetz:

Transformatorgleichrichter mit Verbrauchern

Transformator mit Verbrauchern

Frequenzumrichter mit Verbrauchern.

2.6 Nennleistung

In Energiebilanzen werden Nennleistungen wie folgt angegeben:

bei Gleichstrom in A, bezogen auf 28 V Nennspannung
bei Wechselstrom in VA

2.6.1 Nennleistung eines elektrischen Gerätes

Die Nennleistung eines elektrischen Gerätes ist die auf seiner Leistungsschild angegebene Leistung und ist in der Regel für Dauerbetrieb angegeben.

2.6.2 Nennleistung des Bordnetzes

Nach DIN 29 576 Teil 1

2.7 Überlastbarkeit

Die Überlastbarkeit einer Stromquelle ist die über die Nennleistung hinausgehende mögliche Leistungsabgabe. In dieser Norm wird die Überlastbarkeit für folgende Zeitspannen betrachtet:

- 5 Sekunden
- 2 Minuten
- 15 Minuten (Dauerbetrieb)

Andere Zeitspannen können vereinbart werden.

2.8 Gesamtverlustfaktor

Mit dem Gesamtverlustfaktor werden Umgebungs- und Betriebsbedingungen der Stromquellen und des Stromverteilungssystems berücksichtigt, welche die Ausnutzung der Nennleistung eines Bordnetzes einschränken. Er ist das Produkt aus den jeweils zutreffenden nachstehend aufgeführten Einzelverlustfaktoren.

2.8.1 Mechanischer Verlustfaktor

Der mechanische Verlustfaktor berücksichtigt eine Minderung der Generatorleistung, die sich eventuell aus der Leistungsgrenze des Generatorantriebs ergibt. - Er ist das Verhältnis der Abgabeleistung des Generatorantriebs zur Leistungsaufnahme des Generators bei Nennlast.

Der mechanische Verlustfaktor ist 1,0, wenn der thermische Verlustfaktor bereits eine Leistungsminderung bewirkt.

2.8.2 Thermischer Verlustfaktor

Der thermische Verlustfaktor berücksichtigt die Auswirkungen verschiedener Umgebungs- und Betriebsbedingungen auf den Kühlmitteldurchfluß der Stromquelle und damit auf deren Leistungsabgabe. Unter Ausnutzung der spezifischen Wärmekapazität der Stromquelle soll dieser Faktor für die 5-Sekunden-Zeitspanne mit 1,0 eingesetzt werden, da hier die Auswirkungen von Temperatur, Höhe und Druckabfall vernachlässigt werden können. Für längere Zeitspannen (2 Minuten, 15 Minuten) sind entsprechende Werte aus Berechnungs- und Prüfunterlagen heranzuziehen.

Der thermische Verlustfaktor ist 1,0, wenn der mechanische Verlustfaktor bereits eine Leistungsminderung bewirkt.

2.8.3 Parallelbetrieb-Faktor

Der Parallelbetrieb-Faktor wird eingesetzt, wenn Stromquellen parallel geschaltet sind.

Der Parallelbetrieb-Faktor ist 0,9, solange keine genauen Angaben über die Lastaufteilung der Stromquellen gemacht werden können.

2.8.4 Spannungsfall-Faktor

Der Spannungsfall-Faktor berücksichtigt den Leistungsverlust, welcher durch den Spannungsfall zwischen Generator-Klemmen und Sammelschiene entsteht. Sein Wert entspricht dem Verhältnis von Bordnetz-Nennspannung zu Generator-Nennspannung. Ist der Generator für Nennleistung an der Sammelschiene ausgelegt, ist der Spannungsfall-Faktor 1,0.

2.9 Sammelschienenleistung

Die Sammelschienenleistung ergibt sich aus Multiplikation der Nennleistung des Bordnetzes mit dem Gesamtverlustfaktor. Sie ist die den Verbrauchern an der Sammelschiene zur Verfügung stehende Leistung.

2.10 Leistungsreserve

Die Leistungsreserve gibt an, wieviel Prozent der Nennleistung des Bordnetzes noch zur Versorgung zusätzlicher Verbraucher zur Verfügung stehen.

2.11 Betriebszustand

Betriebszustand ist der Zustand des Bordnetzes wie in DIN 29 576 Teil 1 definiert.

2.12 Betriebsphase

Die Betriebsphase ist ein Betriebszustand des Luftfahrzeuges, in dem alle Verbraucher eingeschaltet sind, welche zur Durchführung des Betriebes während dieser Phase erforderlich sind.

Folgende Betriebsphasen sind möglich:

- a) Startvorbereitung
Diese Betriebsphase umfaßt die Vorbereitungen zum Start; z. B. sind Betankungsanlage, Beleuchtung, Sprechfunk, Heizung, Lüfter, Kreiselpumpen in Betrieb. Die benötigte Energie wird entweder bordeigenen Stromquellen oder Bodenaggregaten entnommen.
- b) Anlassen und Warmlaufen
Zeitspanne zwischen dem Anlassen der/des Triebwerke(s) und Rollbeginn.
- c) Rollen
Zeitspanne a) zwischen der ersten Bewegung des Luftfahrzeuges am Boden mit Eigenversorgung und Startbeginn
b) zwischen dem Beenden der Landung und Abschalten der/des Triebwerke(s)
- d) Starten und Steigen
Betriebsphase zwischen Startbeginn und Ausrichten des Luftfahrzeuges nach Erreichen der Reiseflughöhe.

In dieser Betriebsphase werden z. B. Klappen gefahren, Fahrwerk eingezogen, Landescheinwerfer ausgeschaltet, Flügel geschwenkt usw.

- e) Reiseflug
Betriebsphase, in der das Luftfahrzeug auf dem Weg zum und vom Einsatz- bzw. Bestimmungsort ist.
- f) Einsatz
In dieser Phase sind alle für den Einsatz des Luftfahrzeuges erforderlichen Verbraucher eingeschaltet, z. B. Kameras, Rettungswinde usw.
- g) Landung
Diese Betriebsphase beginnt mit der Vorbereitung zur Landung und endet mit dem Ausrollen auf der Landebahn.
- h) Notbetrieb
Betriebsphase, in der die Betriebsstromquelle nicht zur Verfügung steht und Verbraucher, welche für die Flugsicherheit wichtig sind, auf ein anderes System umgeschaltet werden. Mögliche Verbraucher dieser Art sind z. B. Flugführungsinstrumente, Ruder- und Klappensteuerung, Triebwerksteuerung usw.

Je nach Einsatz des Luftfahrzeuges sind weitere Betriebsphasen möglich, z. B. Boden-Einsatzbereitschaft, Sinkflug, Warteflug, Umrüstung, Wartung.

2.13 Energiebilanz

Die Energiebilanz stellt die Belastung eines Stromversorgungssystems durch die an dieses angeschlossenen Verbraucher während verschiedener Betriebsphasen des Luftfahrzeuges dar. Sie ist eine nach Sammelschienen geordnete Zusammenstellung der Verbraucher eines Stromversorgungssystems mit der Summierung ihrer elektrischen Verbrauchswerte während der Betriebsphasen.

Die Energiebilanz enthält außerdem eine Berechnung der Leistungsreserve zur Abdeckung zukünftiger Belastungsanforderungen.

3 Umfang der Energiebilanz

Die Energiebilanz muß folgende Angaben enthalten:

- a) Titelseite
- b) Inhaltsübersicht
- c) Einführung
 - Vorwort
 - Übersichtsschaltplan
 - Funktionsbeschreibung
 - Übersichtsblatt
 - Datenblatt Stromquellen
- d) Gleichstrom-Energiebilanz
 - Liste Gleichstromverbraucher
 - Analyseblatt Gleichstromverbraucher
 - Summenblatt Gleichstrom-Sammelschienen
 - Auslastungsblatt Gleichstrom-System
 - Auslastungsdiagramm Gleichstrom-System
- e) Wechselstrom-Energiebilanz
 - Liste Wechselstromverbraucher
 - Analyseblatt Wechselstromverbraucher
 - Summenblatt Wechselstrom-Sammelschienen
 - Auslastungsblatt Wechselstrom-System
 - Auslastungsdiagramm Wechselstrom-System
- f) Untersuchung der Übergangsvorgänge

- g) Batterie-Energiebilanz
 - Datenblatt der Batterie
 - Belastung durch Startvorbereitung und Triebwerksstart
 - Ladungsanalyse
 - Lastanalyse
 - Berechnung der Restversorgungsdauer
- h) Nachweis der untersuchten Werte
- i) Schlußbetrachtung

4 Darstellung der Energiebilanz

Die Energiebilanz schafft Klarheit darüber, ob die Stromquellen die Verbraucher in allen Betriebsphasen mit elektrischer Energie versorgen können.

Die Seiten 12 bis 38 sind Beispiele. Sie stellen einen Auszug aus einer typischen Energiebilanz dar.

4.1 Titelseite

Beispiel siehe Seite 12

Die Titelseite soll mindestens folgende Angaben enthalten:

- a) Ersteller der Energiebilanz
- b) "Energiebilanz nach DIN 29 571 Teil 3"
- c) Baumuster
- d) Baureihe
- e) Einsatzart
- f) Ausgabe
- g) Datum der Erstellung
- h) Anzahl der Seiten

4.2 Inhaltsübersicht

Die Inhaltsübersicht soll eine Aufzählung der einzelnen Teile der Energiebilanz enthalten.

Beispiel siehe Seite 13

4.3 Einführung

4.3.1 Vorwort

Das Vorwort soll die Einsatzart und die dadurch bedingten Anforderungen an das Stromversorgungssystem beschreiben (z. B. Einschränkung der Einsatzart bei Ausfall eines Teiles der Stromversorgung, usw.)

Das Vorwort der Batterie-Energiebilanz soll eine kurze Beschreibung der Einsatzart Notbetrieb (Batterie als einzige Stromquelle) enthalten.

4.3.2 Übersichtsschaltplan (UP)

Siehe LN 29 571 Teil 1

4.3.3 Funktionsbeschreibung (FB)

Siehe LN 29 571 Teil 1

4.3.4 Übersichtsblatt

Beispiel siehe Seite 14

Das Übersichtsblatt soll eine Aufstellung der Sammelschienen des primären und sekundären Stromversorgungssystems sowie der betrachteten Betriebsphasen enthalten. Die Reihenfolge der Betriebsphasen soll einer typischen Einsatzart des Luftfahrzeuges entsprechend gewählt werden (siehe Abschnitt 2.12).

4.3.5 Datenblatt Stromquellen

Beispiel siehe Seite 15

Dieses Datenblatt soll eine Aufstellung aller primären und sekundären Stromquellen enthalten mit Angaben über:

- a) Leistung/Überlastbarkeit
- b) Spannung
- c) Frequenz
- d) Wirkungsgrad
- e) Leistungsfaktor
- f) Drehzahl
- g) Kühlung
- h) Gerätekennung, z. B. Hersteller, Typ, Technische Lieferbedingungen
- i) Schaltung
- j) Zuordnung zur Sammelschiene bei verschiedenen Betriebsphasen

4.4 Gleichstrom-Energiebilanz

Ist das Gleichstrom-Versorgungssystem ein primäres System, wird mit der Gleichstrom-Energiebilanz die Belastung der Generatoren untersucht.

Ist das Gleichstrom-Versorgungssystem ein sekundäres System, wird mit der Gleichstrom-Energiebilanz die Belastung der/des Transformatorgleichrichter(s) untersucht. Die Gesamtleistung der Gleichstromverbraucher wird dann unter Berücksichtigung von Wirkungsgrad und Leistungsfaktor des zugeordneten Transformatorgleichrichters als ein Verbraucher des primären Wechselstrom-Versorgungssystems behandelt.

4.4.1 Liste Gleichstromverbraucher

Beispiel siehe Seite 16

Die Liste Gleichstromverbraucher enthält alle Gleichstromverbraucher, geordnet nach Sammelschienen. Innerhalb einer Sammelschiene sollen die Verbraucher einer Anlage (z. B. Klimaanlage, Außenbeleuchtung, Flugsteuerung) zusammengefaßt werden.

Mit Ausnahme der Kenn-Nummer, die zum Auffinden der Verbraucher in der Energiebilanz dient, sind alle Spalten dieser Liste durch Buchstaben in alphabetischer Reihenfolge gekennzeichnet.

Die Liste Gleichstromverbraucher zeigt im Beispiel Seite 16 die Verbraucher nur einer Sammelschiene; es können jedoch auch mehrere Sammelschienen auf einer Seite gezeigt werden, wenn die Anzahl der Verbraucher dies zuläßt.

Spalte A - Verbraucher

Jeder Verbraucher, welcher elektrische Leistung vom betrachteten Stromversorgungssystem bezieht, soll hier mit seinem Kennzeichen nach DIN 29 571 Teil 2 eingetragen werden. Versorgt die Sammelschiene auch Wechselstromverbraucher über einen Umformer, wird dieser als letzter Verbraucher mit seinen Nenndaten aufgeführt.

Spalte B - Betriebszeit

Hier wird die tatsächliche Betriebszeit während einer 15-Minuten-Periode jeder Betriebsphase eingetragen. Arbeitet der Verbraucher während dieser Zeit mit Unterbrechungen, so ist die aus den Einzelzeiten sich ergebende Gesamtbetriebszeit während der 15-Minuten-Periode anzugeben. Für Betriebszeiten, die kleiner als 0,005 Minuten sind, soll "0" eingetragen werden; bei mehr als 0,005 Minuten soll auf die nächste 0,01 Minute aufgerundet werden.

Spalte C - Geräte-Anzahl

Sind mehrere gleiche Geräte an einer Sammelschiene angeschlossen, wird ihre Anzahl eingetragen, wenn die Geräte in Spalte A nur einmal aufgeführt worden sind.

Spalte D - Gleichstrom-Verbrauch je Gerät

Der während der Betriebszeit (Spalte B) benötigte Strom des Gerätes bei Nennspannung wird in Ampere eingetragen. Übergangsvorgänge werden nicht berücksichtigt.

Spalte E - Gerätekennung

Der Eintrag soll alle zur Identifizierung des Verbrauchers notwendigen Angaben enthalten, z. B. Hersteller, Typ, Technische Lieferbedingungen

Spalte F - Informationsquelle

In dieser Spalte sollen Angaben über die Herkunft der eingetragenen Daten gemacht werden; z. B. Hersteller, Prüfbericht

Spalte G - Spannungsbereich

Der Mindest- und Höchstwert der Spannung, bei der das Gerät die geforderte Leistung abgibt, soll hier eingetragen werden.

Spalte H - Anschlußwert

Der in dieser Spalte enthaltene Wert ist das Produkt aus den Werten der Spalten C und D. Bei mehreren gleichen Geräten, die unter Spalte A nur einmal angegeben wurden, zeigt die Spalte H deren gesamte Stromaufnahme.

Spalte I - Leistungsfaktor

Diese Spalte entfällt bei der Gleichstrom-Energiebilanz.

Spalte K - Betriebsphasen

Diese Spalte zeigt in den Unterspalten K - 1 bis K - n, in welchen der in der jeweiligen Energiebilanz betrachteten Betriebsphasen der Verbraucher elektrische Energie bezieht. Die Eintragungen haben folgende Bedeutungen:

- 0 Der Verbraucher bezieht in dieser Betriebsphase keinen Strom (ist nicht eingeschaltet)
- 1 Der Verbraucher bezieht in dieser Betriebsphase Strom nach Spalte H für die in Spalte B angegebene Zeit.
- A, B, C usw. Der Verbraucher bezieht in dieser Betriebsphase Strom unter anderen als für 1 angegebenen Bedingungen. Diese sollten gesondert erläutert werden.

Der gesamte an der Sammelschiene entnommene Strom wird durch die Summe der Werte in Spalte H angezeigt.

4.4.2 Analyseblatt Gleichstromverbraucher

Beispiel siehe Seite 17

Im Analysenblatt Gleichstromverbraucher wird der Gesamtstrom der an einer Sammelschiene angeschlossenen Verbraucher für jede der im Übersichtsblatt angegebenen Betriebsphasen K - 1 bis K - n ermittelt. Für jede Betriebsphase sollen Analysen für folgende Zeitspannen erstellt werden:

- 5 Sekunden
- 2 Minuten
- 15 Minuten (Dauerbetrieb)

Von den 4 Spalten unter jeder Betriebsphase zeigt die erste noch einmal den Anschlußwert aus Spalte H, während die übrigen Spalten die mittlere Stromaufnahme während der betrachteten Zeitspannen zeigen.

Die mittlere Stromaufnahme eines Verbrauchers über eine bestimmte Zeitspanne (5 Sekunden, 2 Minuten, 15 Minuten) ergibt sich aus dem Anschlußwert (Spalte H), multipliziert mit dem Verhältnis Betriebszeit/Zeitspanne.

Mittelwert = Anschlußwert ·	Betriebszeit	Mittelwert in A
	Zeitspanne	Anschlußwert in A
		Zeitspannen in min

Wird hierbei ein Wert erhalten, der den Anschlußwert übersteigt, so ist der Anschlußwert einzusetzen. Die Summen der Spalten in Zeile A stellen den Gesamtstrom aller Verbraucher einer Sammelschiene für die betreffende Zeitspanne in der betrachteten Betriebsphase dar.

Wie im Beispiel Seite 17 gezeigt, können mehrere Betriebsphasen auf einem Analyseblatt dargestellt werden; sind nur wenige Verbraucher vorhanden, können auch mehrere Sammelschienen auf einem Analyse-

blatt dargestellt werden. Die Verbraucher sollen grundsätzlich wie auf der Geräteliste aufgeführt werden, es genügt jedoch die Angabe ihrer Kennnummer.

Als letzter Verbraucher wird - wenn vorhanden - der während der betrachteten Betriebsphase entnommene Strom eines Wechselrichters zur Versorgung eines sekundären Wechselstrom-Systems eingetragen.

4.4.3 Summenblatt Gleichstrom-Sammelschienen

Beispiel siehe Seite 18

Die Ströme aller Gleichstrom-Sammelschienen werden zum Gesamtstrom des betrachteten Gleichstrom-Versorgungssystems summiert.

4.4.4 Auslastungsblatt Gleichstrom-System

Beispiel siehe Seite 19

Dieses Blatt ist eine Gegenüberstellung der Sammelschienenleistung eines Stromversorgungssystems zur Belastung dieses Systems durch seine Verbraucher sowie der daraus resultierenden Leistungsreserve.

Im gezeigten Beispiel ist das Gleichstromsystem ein Sekundärsystem, d. h. die Stromquelle besteht aus 2 parallelgeschalteten Transformatorgleichrichtern, die ihre Energie vom primären Wechselstromsystem erhalten.

Während der Betriebsphase K - 8 (Umrüsten) übernimmt im Beispiel nur ein Transformatorgleichrichter die Versorgung der eingeschalteten Verbraucher (siehe auch Datenblatt Stromquellen, Seite 15).

Zeilen 1 bis 9

Diese Zeilen enthalten Betriebsdaten des Luftfahrzeuges, bezogen auf die betrachteten Betriebsphasen.

Zeilen 10 bis 19

Diese Zeilen enthalten Angaben über die Stromquelle während der betrachteten Betriebsphasen, z. B.

- Drehzahlbereich
- Kühlmittel-Ein- und Austrittstemperatur
- Kühlmittel-Durchsatz bzw.
- Druckabfall

Zeilen 20 bis 25

Diese Zeilen sind den für die jeweilige Betriebsphase gültigen Verlustfaktoren (siehe Abschnitt 2.8) vorbehalten.

Zeilen 28 bis 34

Diese Zeilen enthalten für die 5-Sekunden-Zeitspanne die Angaben, die zur Ermittlung der Leistungsreserve je Betriebsphase erforderlich sind:

Zeile 30

den Gesamtverlustfaktor als Produkt der darüberstehenden Einzelverlustfaktoren

Zeile 31

die 5-Sekunden-Leistungsabgabe der Stromquelle(n) in A

Zeile 32

die 5-Sekunden-Sammelschienenleistung als Produkt aus den Zeilen 30 und 31 in A

Zeile 33

die Gesamtbelastung aller Sammelschienen des Sekundärsystems während der einzelnen Betriebsphasen in A

Zeile 34

die Leistungsreserve der sekundären Stromquelle(n) in %, die wie folgt ermittelt wird:

$$\text{Reserve} = \frac{\text{Sammelschienenleistung minus Gesamtbelastung}}{\text{Sammelschienenleistung}} \cdot 100$$

bzw. in Zeilenwerten:

$$\text{Zeile 34} = \frac{\text{Zeile 32} - \text{Zeile 33}}{\text{Zeile 32}} \cdot 100$$

Die Berechnung der Leistungsreserve für die 2-Minuten-Zeitspanne sowie Dauerbetrieb (15 Minuten) erfolgt mit den entsprechenden Werten auf dieselbe Weise in den Zeilen 38 bis 44 und 48 bis 54.

4.4.5 Auslastungsdiagramm Gleichstrom-System

Beispiel siehe Seite 20

Dieses Diagramm ist eine graphische Darstellung des unter Abschnitt 4.4.4 beschriebenen Auslastungsblattes, wobei unter der für jede Betriebsphase und jede Zeitspanne eingetragenen Sammelschienenleistung die Belastung durch die Verbraucher eingetragen wird.

4.5 Wechselstrom-Energiebilanz

Ist das Wechselstrom-Versorgungssystem ein primäres System, wird mit der Wechselstrom-Energiebilanz die Belastung der Generatoren untersucht.

Ist das Wechselstrom-Versorgungssystem ein sekundäres System, wird mit der Wechselstrom-Energiebilanz die Belastung der/des Gleichstrom/Wechselstrom-Umformer(s) untersucht. Die Gesamtleistung der Wechselstrom-Verbraucher wird dann unter Berücksichtigung von Wirkungsgrad und Leistungsfaktor des zugeordneten Umformers als ein Verbraucher des primären Gleichstrom-Versorgungssystems behandelt.

4.5.1 Liste Wechselstromverbraucher

Beispiel siehe Seite 21 und 22

Die Liste Wechselstrom-Verbraucher enthält alle Wechselstrom-Verbraucher, geordnet nach Sammelschienen. Innerhalb einer Sammelschiene sollen die

Verbraucher einer Anlage (z. B. Klimaanlage, Außenbeleuchtung, Flugsteuerung) zusammengefaßt werden.

Mit Ausnahme der Kenn-Nummer, die zum Auffinden der Verbraucher in der Energiebilanz dient, sind alle Spalten dieser Liste in alphabetischer Reihenfolge gekennzeichnet.

Infolge der großen Datenmenge (Angabe von Dreiphasen- und Einzelphasenleistung, Berücksichtigung von Schein-, Wirk- und Blindleistung) verteilt sich im Beispiel der Umfang auf 2 Seiten, die beide zusammen die Liste Wechselstrom-Verbraucher darstellen. Dabei enthält die 1. Seite die Spalten A bis D, während auf der 2. Seite die Spalten E bis K untergebracht sind.

Das Beispiel auf den Seiten 21 und 22 zeigt die Verbraucher nur einer Sammelschiene. Bei entsprechend geringer Verbraucherzahl können auch mehrere Sammelschienen auf einer Seite untergebracht werden.

Spalte A - Verbraucher

Jeder Verbraucher, welcher elektrische Leistung vom betrachteten Stromversorgungssystem bezieht, soll hier mit seinem Kennzeichen nach DIN 29 571 Teil 2 eingetragen werden. Die Gerätebezeichnung kann zur besseren Handhabung der Energiebilanz auf der 2. Seite wiederholt werden. Versorgt die betrachtete Sammelschiene auch Gleichstrom-Verbraucher über einen Transformatorgleichrichter, wird dieser als letzter Verbraucher mit seinen Nenndaten aufgeführt. Sinngemäß gilt dies auch für die anderen unter Abschnitt 2.5 aufgeführten Umformer.

Spalte B - Betriebszeit

Hier wird die tatsächliche Betriebszeit während einer 15-Minuten-Periode jeder Betriebsphase eingetragen. Arbeitet der Verbraucher während dieser Zeit mit Unterbrechungen, so ist die aus den Einzelheiten sich ergebende Gesamtbetriebszeit während der 15-Minuten-Periode anzugeben. Für Betriebszeiten kleiner als 0,005 Minuten soll "0" eingetragen werden; bei mehr als 0,005 Minuten soll auf die nächste 0,01 Minute aufgerundet werden.

Spalte C - Geräte-Anzahl

Sind mehrere gleiche Geräte an einer Sammelschiene angeschlossen, wird hier ihre Anzahl eingetragen, wenn die Geräte in Spalte A nur einmal aufgeführt sind.

Spalte D - Wechselstrom-Verbrauch je Gerät

Die während der Betriebszeit (Spalte B) entnommene Leistung bei Nennspannung wird als Scheinleistung in VA, Wirkleistung in W und Blindleistung in var angegeben.

Kapazitive Verbraucher werden durch ein Minuszeichen gekennzeichnet.

In weiteren Unterspalten werden Wirk- und Blindleistung jeder einzelnen Phase bei dreiphasigen Wechselstromverbrauchern angegeben.

Wirk- und Blindleistung dreiphasiger Verbraucher werden unter den Phasen A - N, B - N und C - N eingetragen. Bei Verbrauchern in Δ-Schaltung muß deren Leistung auf Y-Schaltung umgerechnet werden.

Die Summe der Werte in den Spalten geben die installierte Leistung an der betrachteten Sammelschiene wieder.

Die Scheinleistung in VA darf nicht algebraisch aus den Einzelleistungen summiert werden, sondern muß vektoriell aus den Summen von Wirkleistung in W und Blindleistung in var errechnet werden.

Spalte E - Gerätekennung

Der Eintrag soll alle zur Identifizierung des Verbrauchers notwendigen Angaben enthalten, z. B. Hersteller, Typ, Technische Lieferbedingungen

Spalte F - Informationsquelle

In dieser Spalte sollen Angaben über die Herkunft der eingetragenen Daten gemacht werden; z. B. Hersteller, Prüfbericht

Spalte G - Spannungs- und Frequenzbereich

Die Mindest- und Höchstwerte von Spannung und Frequenz, bei der das Gerät die geforderte Leistung abgibt, werden hier eingetragen. Die Spannung wird als Effektivwert angegeben.

Spalte H - Anschlußwert

Wirk- und Blindleistung jedes Verbrauchers werden in den beiden Unterspalten in W bzw. var eingetragen. Sind mehrere gleiche Geräte als ein Verbraucher unter Spalte A eingetragen, soll in Spalte H das Produkt aus den Spalten C (Anzahl) und D (Geräteleistung in W und var) stehen.

Spalte I - Leistungsfaktor

In dieser Spalte ist der Leistungsfaktor des Verbrauchers einzutragen. Ist der Leistungsfaktor kapazitiv, soll er durch ein C gekennzeichnet sein.

Spalte K - Betriebsphasen

Diese Spalte zeigt in den Unterspalten K - 1 bis K - n, in welchen der in der jeweiligen Energiebilanz betrachteten Betriebsphasen der Verbraucher elektrische Energie bezieht. Die Eintragungen haben folgende Bedeutungen:

0 Der Verbraucher bezieht in dieser Betriebsphase keine Leistung (ist nicht eingeschaltet)

1 Der Verbraucher bezieht in dieser Betriebsphase Leistung nach Spalte H für die in Spalte B angegebene Zeit.

A, B, C usw. Der Verbraucher bezieht in dieser Betriebsphase Leistung unter anderen als für 1 angegebenen Bedingungen. Diese sollen gesondert erläutert werden.

Die gesamte an der betrachteten Sammelschiene installierte Wirk- und Blindleistung wird als Summe der Unterspalten W und var von Spalte H gezeigt. Der Leistungsfaktor der an dieser Sammelschiene entnommenen Gesamtlast wird unter Spalte I eingetragen.

4.5.2 Analyseblatt Wechselstromverbraucher

Beispiel siehe Seite 23

Im Analyseblatt Wechselstromverbraucher wird der Gesamtverbrauch der an einer Sammelschiene angeschlossenen Verbraucher für jede der im Übersichtsblatt angegebenen Betriebsphasen K - 1 bis K - n ermittelt. Für jede Betriebsphase sollen Analysen für folgende Zeitspannen erstellt werden:

- 5 Sekunden
- 2 Minuten
- 15 Minuten (Dauerbetrieb)

Für jede Zeitspanne werden die mittlere Wirkleistung in W und Blindleistung in var für jede Phase (A - N, B - N, C - N) eingetragen. Die mittlere Leistungsaufnahme eines Verbrauchers ergibt sich aus den Werten der Spalte H nach Abschnitt 4.5.1, multipliziert mit dem Verhältnis Betriebszeit/Zeitspanne.

$$\text{Mittelwert} = \text{Anschlußwert} \cdot \frac{\text{Betriebszeit}}{\text{Zeitspanne}}$$

Mittelwert
in W bzw. var
Anschlußwert
in W bzw. var
Zeitspannen
in min

Ergibt sich hierbei ein Wert, der den Anschlußwert übersteigt, so ist der Anschlußwert einzusetzen. Als letzter Verbraucher wird - wenn vorhanden - die über den Transformatorgleichrichter während der betrachteten Betriebsphase entnommene Gleichstromleistung eingetragen. Sie wird wie folgt ermittelt:

$$P = \frac{I \cdot U}{\eta}$$

$$Q = P \cdot \tan \varphi$$

Hierin bedeuten:

P primäre Wirkleistung des Transformatorgleichrichters in W

I Stromverbrauch aus der Gleichstrom-Energiebilanz für den zu betrachtenden Fall (Betriebsphase, Zeitspanne)

U Ausgangsspannung des Transformatorgleichrichters

η Wirkungsgrad des Transformatorgleichrichters

Q primäre Blindleistung des Transformatorgleichrichters

$\tan \varphi$ wird aus dem Leistungsfaktor des Transformatorgleichrichters errechnet.

Die auf diese Weise erhaltenen Werte sind zu je 1/3 unter den Phasenspalten (A - N, B - N, C - N) einzutragen.

Wird das sekundäre Gleichstromsystem während bestimmter Betriebsphasen z. B. über 2 parallelgeschaltete Transformatorgleichrichter versorgt, die ihrerseits wieder an verschiedenen Wechselstrom-Sammelschienen angeschlossen sind, werden die oben erhaltenen Werte je zur Hälfte auf die beiden Transformatorgleichrichter verteilt.

Zeile A

des Analysenblattes enthält die Summe der Werte aus den Spalten für Wirk- und Blindleistung je Phase der betrachteten Sammelschiene.

Zeile B

enthält für jede Phase die aus Wirk- und Blindleistung vektorielement ermittelt Scheinleistung sowie den dazugehörigen Leistungsfaktor.

Zeile C

enthält für jede betrachtete Zeitanalyse den Belastungsunterschied der drei Phasen in Prozent. Er wird ermittelt aus der Differenz der größten und der kleinsten Phasen-Scheinleistung aus Zeile B, bezogen auf die während dieser Betriebsphase und Zeitspanne zur Verfügung stehende Sammelschienenleistung des Stromversorgungs-Systems.

Beispiel siehe Seite 23

Betriebsphase K - 4

5-Sekunden-Analyse

Max. Belastungsunterschied:

$$4740 \text{ VA} - 4574 \text{ VA} = 166 \text{ VA}$$

Beispiel siehe Seite 25

Nennleistung in K - 4 für 5 Sekunden: 160 kVA

Sammelschienenleistung: 153,6 kVA

$$\text{Belastungsunterschied in \%} = \frac{166 \text{ VA}}{153\,600 \text{ VA}} \cdot 100 = 0,11 \%$$

Die Sammelschienen-Leistung wird nach Abschnitt 4.5.4 ermittelt.

Der zulässige Belastungsunterschied darf die in DIN 29 576 Teil 1 angegebenen Grenzen nicht überschreiten.

Zeile D

enthält die Gesamtwirkleistung als algebraische Summe der drei Phasenwirkleistungen, die Gesamtblindleistung als algebraische Summe der drei Phasenblindleistungen und die Gesamtscheinleistung als vektorielle Summe aus Gesamtwirk- und Gesamtblindleistung für die betreffende Zeitspanne während der betrachteten Betriebsphase.

Das Beispiel auf Seite 23 enthält die Verbraucher nur einer Sammelschiene. Sind nur wenige Verbraucher vorhanden, können auch mehrere Sammelschienen auf einem Analyseblatt dargestellt werden. Die Verbraucher sollen hier grundsätzlich wie auf der Geräteliste aufgeführt werden, es genügt jedoch die Angabe ihrer Kenn-Nummer.

4.5.3 Summenblatt Wechselstrom-Sammelschienen

Beispiel siehe Seite 24

Im horizontalen Aufbau enthält das Summenblatt für jede Betriebsphase in Zeile A die Gesamtsumme von Wirk- und Blindleistung aller betrachteten Wechsel-

strom-Sammelschienen. Die Zeilen B, C und D entstehen daraus wie unter Abschnitt 4.5.2 beschrieben.

4.5.4 Auslastungsblatt Wechselstrom-System

Beispiel siehe Seite 25

Dieses Blatt ist eine Gegenüberstellung der Sammelschienenleistung eines Stromversorgungssystems zur Belastung dieses Systems durch seine Verbraucher sowie der daraus resultierenden Leistungsreserve.

Im gezeigten Beispiel ist das Wechselstromsystem ein Primärsystem, d. h. die Stromquelle besteht aus einem oder mehreren parallelgeschalteten triebwerksangetriebenen Drehstromgeneratoren, die über einen oder mehrere parallelgeschaltete Transformatorgleichrichter die Gleichstromverbraucher des betrachteten Bordnetzes versorgen.

Während der Betriebsphasen K - 1, K - 8 und K - 9 übernimmt im Beispiel nur ein Generator die Versorgung, siehe auch Datenblatt Stromquellen Seite 15

Zeilen 1 bis 9

Diese Zeilen enthalten Betriebsdaten des Luftfahrzeuges, bezogen auf die betrachteten Betriebsphasen.

Zeilen 10 bis 19

Diese Zeilen enthalten Angaben über die Stromquellen während der betrachteten Betriebsphasen; z. B.

Drehzahlbereich

Kühlmittelein- und -austrittstemperatur

Kühlmittel-Durchsatz bzw.

Druckabfall

Zeilen 20 bis 25

Diese Zeilen sind den für die jeweilige Betriebsphase gültigen Verlustfaktoren (siehe Abschnitt 2.8) vorbehalten.

Zeilen 28 bis 35

Diese Zeilen enthalten für die 5-Sekunden-Zeitspanne die Angaben, die zur Ermittlung der Leistungsreserve je Betriebsphase erforderlich sind:

Zeile 30

den Gesamtverlustfaktor als Produkt der darüberstehenden Einzelverlustfaktoren

Zeile 31

die 5-Sekunden-Leistungsabgabe der Stromquelle(n) in kVA

Zeile 32

die 5-Sekunden-Sammelschienenleistung als Produkt aus den Zeilen 30 und 31 in kVA

Zeile 33

die Gesamtbelastung aller Sammelschienen des primären Versorgungssystems während der einzelnen Betriebsphasen in kVA

Zeile 34

die Leistungsreserve der primären Stromquelle(n), die wie folgt ermittelt wird:

mit J = Sammelschienenleistung

K = Nennleistung des Sekundärsystems

L = Belastung des Primärsystems einschließlich Leistungsabgabe an das Sekundärsystem

M = Leistungsabgabe an das Sekundärsystem

wird die Leistungsreserve H errechnet zu

$$H = \frac{(J - K) - (L - M)}{J} \cdot 100 \quad H \text{ in } \%$$

Zeile 35

enthält den Gesamt-Belastungsunterschied der 3 Phasen, errechnet nach Abschnitt 4.5.2

Die Leistungsreserve für die 2-Minuten-Zeitspanne sowie Dauerbetrieb (15 Minuten) wird mit den entsprechenden Werten auf dieselbe Weise in den Zeilen 38 bis 45 und 48 bis 55 berechnet.

4.5.5 Auslastungsdiagramm Wechselstrom-System

Beispiel siehe Seite 26

Dieses Diagramm ist eine graphische Darstellung des unter Abschnitt 4.5.4 beschriebenen Auslastungsblattes, wobei unter der für jede Betriebsphase und jede Zeitspanne eingetragenen Sammelschienenleistung die Belastung durch die Verbraucher eingetragen wird.

4.6 Batterie-Energiebilanz

Die Batterie-Energiebilanz stellt die Belastung der Batterie durch die an diese angeschlossenen Verbraucher während der Betriebsphase Notbetrieb dar.

Sie schafft Klarheit darüber, ob die Batterie für die erforderliche Mindestzeit die für den Notbetrieb notwendigen Verbraucher mit elektrischer Energie versorgen kann.

Die Seiten 27 bis 38 zeigen ein Beispiel einer Energiebilanz für Notbetrieb mit Batterie als Notstromquelle.

4.6.1 Datenblatt der Batterie

Dieses Datenblatt soll eine Aufstellung der Daten der Batterie enthalten mit Angaben über:

- a) Spannungs-Kapazitätsverhalten in Abhängigkeit von Entladestrom und Temperatur

- b) Temperaturverhalten

- c) Geräteerkennung, z. B. Hersteller, Typ, Technische Lieferbedingungen oder Spezifikation.

4.6.2 Belastung der Batterie durch Startvorbereitung und Triebwerksstart

Der Anfangsladezustand der Batterie wird mit 80 % der Nennkapazität angenommen.

Davon sind abzuziehen:

- die notwendige Kapazität für die Startvorbereitung
- die erforderliche Kapazität für einen erfolgreichen Triebwerksstart einschließlich der maximal anzunehmenden bzw. vorgegebenen Anzahl von erfolglosen Startversuchen mit nachfolgender Belüftung der Triebwerke

4.6.3 Ladungsanalyse

Die Ladungsanalyse soll Aufschluß über die Ladung der Batterie ab Ladungsbeginn geben und auf der Batteriekapazität nach dem erfolgreichen Triebwerksstart basieren. Sie gibt Auskunft über die Nachladung der für die Startvorbereitung und den Triebwerksstart entnommenen Kapazität.

4.6.4 Lastanalyse

Für die Darstellung der Belastung der Batterie durch die angeschlossenen Verbraucher sind zu erstellen:

4.6.4.1 Liste der notwendigen Verbraucher

Die Liste der notwendigen Verbraucher soll alle mindestens geforderten Verbraucher, sowie die flugzeugspezifischen Verbraucher, die im Notbetrieb erforderlich sind, enthalten. Jeder Verbraucher soll mit seiner Benennung und seinem Kennzeichen nach DIN 29 571 Teil 2 eingetragen werden. Weitere Angaben sind zulässig.

4.6.4.2 Gliederung der Betriebsphase Notbetrieb

Die Betriebsphase Notbetrieb wird in mehrere Abschnitte aufgeteilt, denen Zeiten und Ströme zugeordnet werden. Die Anzahl der Abschnitte und die zugehörigen Zeiten sind vorzugeben.

Z. B. bei Aufteilung in 3 Abschnitte:

- Ausfall der Betriebsstromquelle; Strom I_1 während der Lastabschaltzeit T_1 .
- Weiterführung der Betriebsphase Notbetrieb; Strom I_2 während der Zeit T_2 . Die Zeit T_2 ergibt sich aus der Berechnung der Restversorgungsdauer im Abschnitt 4.6.5.
- Beendigung der Betriebsphase Notbetrieb; Strom I_3 während der Zeit T_3 .

4.6.4.3 Analyseblatt Gleichstromverbraucher

Im Analyseblatt Gleichstromverbraucher werden die Verbraucher, nach Sammelschienen geordnet, aufgelistet.

Die Verbraucher sollen hier grundsätzlich wie auf der Liste der notwendigen Verbraucher aufgeführt werden, es genügt jedoch die Angabe ihrer Kennnummer.

Die Ströme der elektrischen Verbraucher sind gemäß der Gliederung der Betriebsphase Notbetrieb einzutragen.

Beispiel siehe Seite 35

- Ausfall der Betriebsstromquelle:
Hier werden die Ströme I1 aller derjenigen Verbraucher eingetragen, die zum Zeitpunkt des Ausfalls der Betriebsstromquelle eingeschaltet waren und die Batterie, unabhängig vom automatischen oder manuellen Abschalten aller nicht notwendigen Verbraucher, während der Zeit T1 belasten.
- Weiterführung der Betriebsphase Notbetrieb:
Hier werden die Ströme I2 aller derjenigen Verbraucher eingetragen, die während der Weiterführung der Betriebsphase Notbetrieb, nach der Liste der notwendigen Verbraucher, die Batterie während der Zeit T2 belasten.
- Beendigung der Betriebsphase Notbetrieb:
Hier werden die Ströme I3 aller derjenigen Verbraucher eingetragen, die während der Landevorbereitung und Landung, nach der Liste der notwendigen Verbraucher, die Batterie während der Zeit T3 belasten.

4.6.4.4 Summenblatt Gleichstrom-Sammelschienen

Die Ströme aller Gleichstrom-Sammelschienen werden zum Gesamtstrom des betrachteten Gleichstrom-Versorgungssystems summiert.

Beispiel siehe Seite 36

4.6.4.5 Berücksichtigung der Wechselstromverbraucher

Die Gleichströme der von einer Batterie versorgten Wechselstromverbraucher sind unter Berücksichtigung des Umformer-Wirkungsgrades zu berechnen. Analyse- und Summenblatt sind entsprechend Abschnitt 4.6.4.2 bis Abschnitt 4.6.4.4 zu erstellen und im Auslastungsblatt entsprechend zu berücksichtigen.

4.6.5 Berechnung der Restversorgungsdauer

Beispiel siehe Seite 37

Zur Berechnung soll die Batterie-Nennkapazität bei einstündiger Entladung zugrunde gelegt werden, diese ist mit C1 definiert.

Die bei Eintritt der Bedingungen für Notbetrieb vorhandene Batteriekapazität wird mit 80 % ¹⁾ der Nennkapazität angenommen, also $0,8 \cdot C1$.

Entsprechend der Gliederung der Betriebsphase Notbetrieb gilt:

$$I1 \cdot T1 + I2 \cdot T2 + I3 \cdot T3 \leq 0,8 \cdot C1$$

d. h., die Summe aller Produkte aus den Strömen I1, I2, I3 der Verbraucher mal den zugehörigen Zeiten T1, T2, T3, während denen die Batterie belastet wird, muß kleiner oder gleich der 80%igen Batteriekapazität bei einstündiger Entladung sein.

Die Summe der Zeiten T1, T2, T3 ist dann die Restversorgungsdauer.

$$T1 + T2 + T3 = \text{Restversorgungsdauer}$$

Die Nennkapazität C1 einer Batterie bezieht sich auf den Entladestrom $1 \cdot C1A$. Bei höheren Entladeströmen ist ein Sicherheitsfaktor in die Restversorgungsdauerberechnung einzubeziehen, der sich z. B. aus der Abhängigkeit der Nennkapazität vom Entladestrom ergibt.

Beispiel:

Mit

$$I1 = 2,4 \cdot C1A, (I2 \text{ und } I3 \leq C1A)$$

wird der Sicherheitsfaktor für die Restflugdauerberechnung mit 1,3 angenommen. Um eventuelle Kapazitätsverluste der Batterie durch hohe Entladeströme ab Ausfall der Betriebsstromquelle entsprechend obiger Bedingung zu berücksichtigen, berechnet sich die Restversorgungsdauer aus

$$T1 + T2 + T3,$$

wenn die Bedingung

$$1,3 \cdot I1 \cdot T1 + I2 \cdot T2 + I3 \cdot T3 \leq 0,8 \cdot C1$$

erfüllt ist.

4.6.6 Auslastungsblatt

Quantitative und graphische Darstellung der im Summenblatt erhaltenen Werte für I1, I2, I3 in Abhängigkeit von den zugehörigen Zeiten T1, T2, T3.

Beispiel siehe Seite 38

¹⁾ Dieser Wert ist gegebenenfalls, abhängig von den Einsatzbedingungen, zu verringern.

Beispiel einer Energiebilanz

XYZ *)

ENERGIEBILANZ NACH DIN 29 571 TEIL 3

MUSTER : SCHULFLUGZEUG 650

BAUREIHE : VORSERIE

EINSATZART : FLUGERPROBUNG

AUSGABE : A

DATUM :

*) XYZ steht für den Firmennamen des Herstellers