



RCS AUDIO-SYSTEMS GmbH  
D-83043 Bad Aibling  
Gewerbepark Markfeld 5  
tel. +49 (0) 80 61 / 35 01-0  
fax +49 (0) 80 61 / 35 01-29 01  
e-mail: info@rcs-audio.com  
<http://www.rcs-audio.com>

## HANDBUCH

Netzteile für Beschallungs- und Sprachalarmierungssysteme

Typ

### ESP-2000B, ESP-4000B

Version vom 11.03.2014

1. TECHNISCHE BESCHREIBUNG .....	2
2. FUNKTIONSPRINZIP.....	6
3. EINBAU UND ANSCHLUSS.....	8
4. INBETRIEBNAHME .....	10
5. HANDHABUNG.....	12
6. SERVICE.....	14
7. SONSTIGE INFORMATIONEN .....	16

## Warnungen

- Lesen Sie bitte vor der Inbetriebnahme diese Bedienungsanleitung.
- Berühren Sie nicht die internen Bauteile des in Betrieb befindlichen Gerätes - dies kann Stromschläge oder Verbrennungen zur Folge haben.
- Schützen Sie das Innere des Gerätes vor Fremdkörpern oder Flüssigkeiten - es besteht die Gefahr von Stromschlägen und Schäden an der Anlage.
- Verdecken Sie nicht die Lüftungsöffnungen - dies kann zur Beschädigung des Gerätes führen.
- Auf den Seiten des Gerätes sollte man für einen Freiraum von mindestens 8cm für eine ordnungsgemäße Luftzirkulation sorgen.
- Das Gerät ist an das Stromnetz mit Schutzerdung anzuschließen.
- Das Gerät kann den Betrieb von empfindlichen und in der Nähe befindlichen Radio- und Fernsehgeräten stören.

## 1. Technische Beschreibung

### 1.1. Anwendungsbereich

Die Netzteile sind zur Versorgung der Beschallungs- und Sprachalarmierungssysteme (ELA) sowie Gewährleistung einer redundanten Versorgung mit Hilfe Akkubatterien für akustische Verstärker sowie separat für die Steuerungen und andere ELA-Module bestimmt:

1. ESP-2000B für maximal 6 Verstärker in Verbindung mit einer oder zwei Batterien.
2. ESP-4000B für maximal 12 Verstärker in Verbindung mit einer oder bis zu vier Batterien.

*Die oben genannten Verstärker sind auch auf die Zusammenarbeit mit den Systemen zur Kontrolle der Rauch- und Wärmefreihaltung (poln. SKRDIC), einschließlich Fernsteuerung, ausgelegt.*

### 1.2. Konstruktion

Die Netzteile verfügen über ein Metallgehäuse und sind für den Einbau in einem typischen 19-Zoll-Rack bestimmt:

1. ESP-2000B - 1HE hoch,
2. ESP-4000B - 2HE hoch,

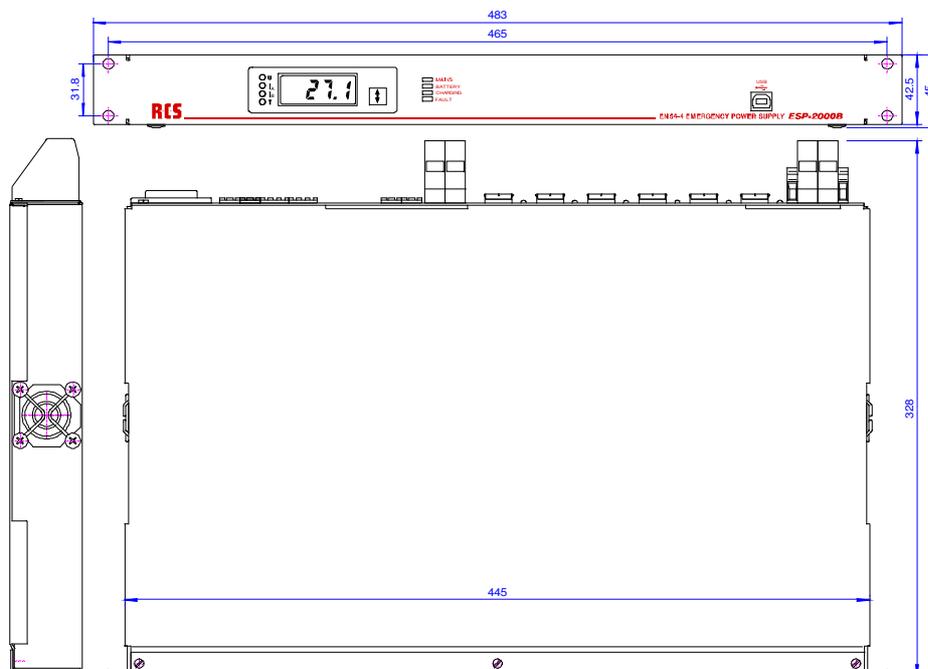


Abb. 1 Ansicht und Abmessungen des Netzteils ESP-2000B.

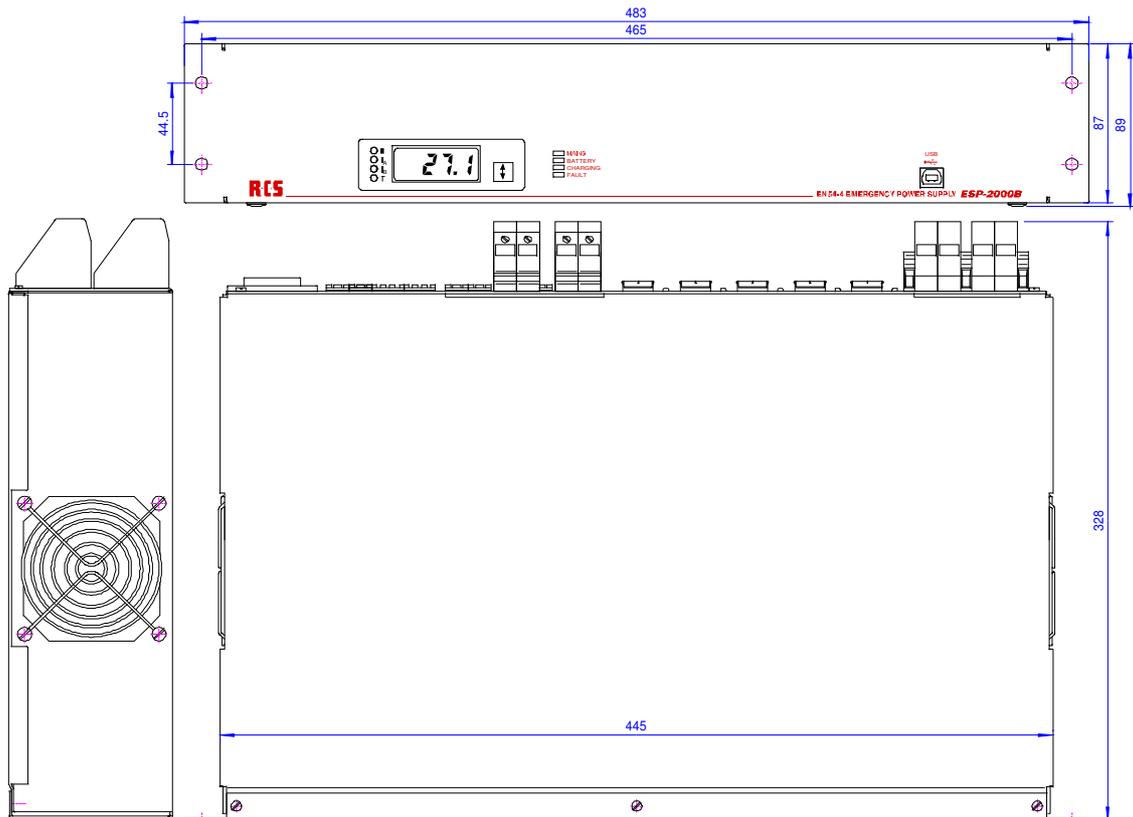


Abb. 2 Ansicht und Abmessungen des Netzteils ESP-4000B.

### Netzteil ESP-2000B

Hinweis: Zusammen mit dem Netzteil werden geliefert:

1. Temperaturfühler;
2. alle Stecker für den Anschluss der Verstärker (6 Stück SPC-Stecker 5/2-ST-1-7);
3. alle Stecker für den Anschluss der 24V Ausgänge (Aux1/Aux2 (2 Stecker des Typs MSTB2,5/2-ST));
4. alle Stecker für den Anschluss aller Ein- und Ausgänge (5 Stecker des Typs MSTB2,5/2-ST).

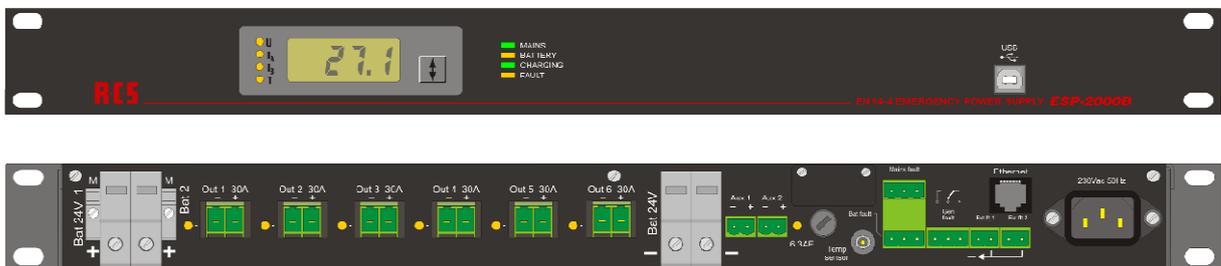


Abb. 3 Vorderseite und Rückseite des Netzteils **ESP-2000B**.

Auf der Vorderseite des Netzteils wurden eine digitale Anzeige, ein **USB-Anschluss** und 4 LED-Signalleuchten platziert:

- |                                   |   |
|-----------------------------------|---|
| 1. <b>Mains</b> NETZ (grün)       | 3. <b>Charging</b> - LADEVORGANG (grün) |
| 2. <b>Battery</b> BATTERIE (gelb) | 4. <b>Fault</b> FEHLER (gelb)           |

Auf der Rückseite befinden sich:

- IEC-Stecker für den Anschluss an das Netzteil (**VERSORGUNG 230V 50Hz**);
- Vier Schraubklemmen zum Verbinden von zwei 24 V Batterien (**BAT1, BAT2**) und zwei nebenliegende Anschlüsse zum Ausgleich der Batteriespannung **M (Mittenspeisung)**;
- Buchse für den Anschluss des Temperatursensors (**Temp sensor**)
- Zwei Eingänge für Signale über externe Fehler (**EXT FLT1** und **EXT FLT2**)
- Drei Ausgänge für Übertragungssignale (**Mains fault, BAT fault** und **Gen fault**)
- 6 Ausgänge für den Anschluss der ELA-Verstärker 24 V (von **OUT 1** bis **OUT 6**). *Auch für den Anschluss von Systemen zur Rauch- und Wärmefreihaltung- Kontrolle*
- Doppelbuchse für den Anschluss der Netzsteuerung und anderer ELA-Module, ausgerichtet auf eine Versorgungsspannung von 24 V (**Aux 1/2**). *Auch für den Anschluss von Systemen zur Kontrolle der Rauch- und Wärmefreihaltung.*
- Ethernet-Anschluss

### Netzteil ESP-4000B

Hinweis: Zusammen mit dem Netzteil werden geliefert:

1. Temperatursensor;
2. alle Stecker für den Anschluss der Verstärker (12 Stück SPC-Stecker 5/2-ST-1-7);
3. alle Stecker für den Anschluss der 24V Ausgänge (Aux1/Aux2 (2 Stecker des Typs MSTB2,5/2-ST));
4. alle Stecker für den Anschluss aller Ein- und Ausgänge (5 Stecker des Typs MSTB2, 5/2-ST).

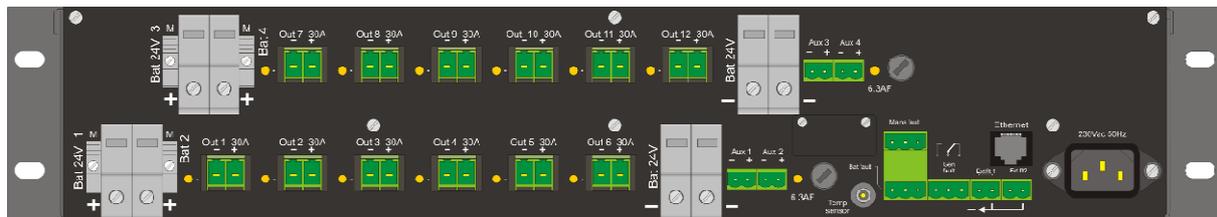


Abb. 4 Vorderseite und Rückseite des Netzteils **ESP- 4000B**.

Auf der Vorderseite des Netzteils wurden eine digitale Anzeige, ein **USB-Anschluss** und 4 LED-Signalleuchten platziert:

- |                                     |   |
|-------------------------------------|---|
| 1. <b>Mains</b> - NETZ (grün)       | 3. <b>Charging</b> - LADEVORGANG (grün) |
| 2. <b>Battery</b> - BATTERIE (gelb) | 4. <b>Fault</b> - FEHLER (gelb)         |

Auf der Rückseite befinden sich:

- PC-Anschluss für das Netzteil (**230V 50Hz**).
- Acht Schraubklemmen zum Verbinden von vier 24 V Batterien (**BAT1, BAT2, BAT 3 und BAT4**) und vier nebenliegende Anschlüsse zum Ausgleich der Batteriespannung **M (Mittenspeisung)**;
- Buchse für den Anschluss des Temperatursensors (**Temp sensor**)
- Zwei Eingänge für Signale über externe Fehler (**Ext flt 1** und **Ext flt 2**)
- Drei Ausgänge für Übertragungssignale (**Mains fault, BAT fault** und **Gen fault**)
- 12 Steckdosen für den Anschluss der ELA-Verstärker 24 V (von **Out 1** bis **Out 12**). *Auch für den Anschluss von Systemen zur Kontrolle der Rauch- und Wärmefreihaltung.*

- zwei Doppelbuchsen für den Anschluss der Netzsteuerung und anderer ELA-Module, ausgerichtet auf eine Versorgungsspannung von 24 V (**Aux 1/2**). *Auch für den Anschluss von Systemen zur Kontrolle der Rauch- und Wärmefreihaltung*
- Ethernet-Anschluss

### 1.3. Grundlegende elektrische Parameter

	ESP-2000B	ESP-4000B
Stromversorgung	230V +10% -15% 50Hz	
Leistungsfaktor	0.94	
Wirkungsgrad (während des Ladevorgangs)	84%	
Stabilisierung der Ausgangsspannung	0.5%	
Leckstrom im Schutzleiter	<1.5 mA	<3mA
Maximale Leistungsaufnahme aus dem Netz	2.7 A	5.4A
Nennspannung der externen Batterie	24V	24V
Nennspannung im Pufferbetrieb bei 25°C	27.1V	27.1V
Nennspannung bei Schnellladung bei 25°C	28.3V	28.3V
Temperaturkompensationswert beim Pufferbetrieb und bei Schnellladung	- 48 mV/°C	- 48 mV/°C
Maximale Kapazität der angeschlossenen Batterien	320Ah *2) *4)	640Ah *2) *4)
Maximale Anzahl der Batteriestränge	2	4
Maximaler Ladestrom	16A	32A
Maximaler Schleifenwiderstand der Batterien *1)	50mΩ	50mΩ
Belastbarkeit/Ausgangsleistung der ELA-Verstärker	6 x 30 A	12 x 30 A
Belastbarkeit/Ausgangsleistung der Netzsteuerung und anderer ELA-Module	1x6 A	2x6 A
Stromaufnahme aus der Batterie für den Eigenbedarf des Netzteils	< 400 mA	< 600mA
Stromaufnahme aus den Batterien nach dem Trennen des Tiefentladungsschutzes.	< 3mA	< 6mA
Änderungen der Ausgangsspannung *3)	20.0...28.8 V	20.0...28.8 V
Maximaler Ausgangsstrom, der an die zusätzlichen Ausgänge unterbrechungsfrei geliefert werden kann - 24V I <sub>max.a</sub> [A].	2A	4A
Maximaler Strom, der aus einer einzigen Batterie zur Stromversorgung des Netzteils gezogen werden kann, nachdem die Hauptversorgungsquelle [A] abgeschaltet wurde.	96A	96A
Maximaler Strom, der aus allen Batterien bei einem Feueralarm bezogen werden kann [A].	186A	372A

\*1.) *Garantierter Schleifenwiderstand der Batterien, bei dem die Signalisierung eines Schadens separat für jeden Batteriestrang aktiviert wird.*

\*2.) *Die angegebenen Kapazitäten der Batterien berücksichtigen der Leistungsaufnahme I<sub>max.a</sub> an den zusätzlichen 24 V Ausgängen für die ELA-Steuerung: 2A für ESP-2000B, 4A für ESP-4000B. Wird der Strombedarf höher als angegeben, ist die Kapazität der Batterien um 25Ah pro 1A des Stroms über die angegebenen I<sub>max.a</sub> Werte zu reduzieren.*

\*3.) *Der angegebene Umfang gibt Spannungswerte zwischen der Spannung der entladenen Batterie (am Ende des Betriebszyklus) und der Spannung bei der Schnellladung unter Berücksichtigung der Temperaturkompensation an.*

\*4.) *Die Berechnung der für das angegebenen ELA-System richtigen Kapazität und die Auswahl der Batterien im Zusammenhang mit der Spezifikation des Systems gehen über diese Anleitung hinaus.*

### 1.4. Empfohlene Betriebsbedingungen

Relative Luftfeuchtigkeit	max. 80 %
Direkte Sonneneinstrahlung	unzulässig
Stöße während des Betriebs	unzulässig
Umgebungstemperatur	
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Zulässige Lagertemperatur (Grenzwert)</li> <li>▪ Betriebstemperatur – Klasse <b>3K5</b> gemäß <b>EN 60721-3-3</b></li> </ul>	-40...+85°C -5...+45°C

## 2. Funktionsprinzip

Die Mikroprozessorsteuerung überprüft die Netzversorgung, den Zustand der Batterie, den Zustand der Anschlüsse für externe Alarmsignale sowie eine Reihe an internen Parametern (z. B. maximale Zeit der Schnellladung). Bei der Feststellung einer Unregelmäßigkeit wird eine Störmeldung ausgegeben. Dieser Zustand wird durch entsprechende Leuchtdioden auf der Vorderseite und drei Relais für Fernübertragung auf der Rückseite des Gerätes signalisiert. Diese Relais werden dann erregt, wenn keine Fehlersignale generiert werden, also hat die Signalisierung eines Fehlers das Abschalten des Relais zur Folge.

Das System des Netzteils basiert auf Pufferbetrieb bei direkter Spannungsversorgung. Das aus dem Stromnetz versorgte Ladegerät wird parallel an eine externe Batterie angeschlossen.

Die ELA-Verstärker mit eigenen Netzteilen sollten bei einer Netzspannung keinen Strom aus der 24 V Spannung ziehen. Wiederum bei einem Stromausfall sollten diese die Versorgung automatisch auf Versorgung aus garantierter Spannung umschalten und den Strom aus den Batterien beziehen.

Unten, Abb. 5a. und 5b. enthalten Blockdiagramme der beiden Netzteile.

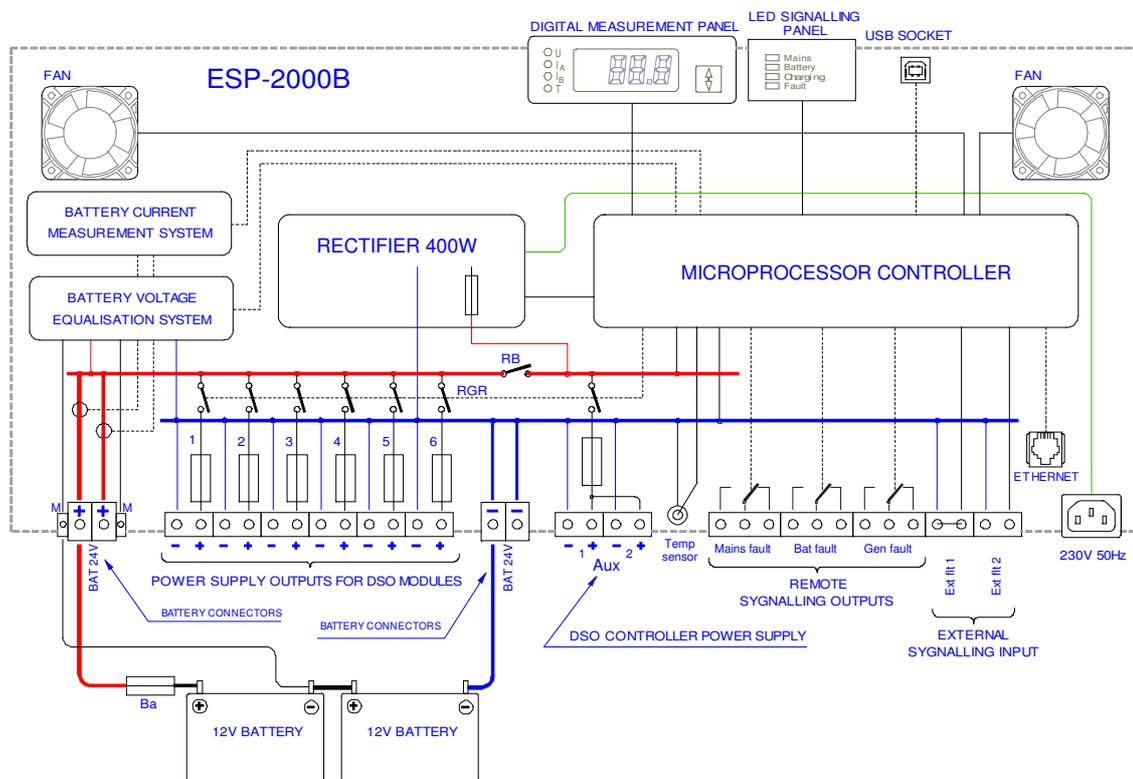


Abb. 5a Blockschaltbild des Netzteils ESP-2000B.

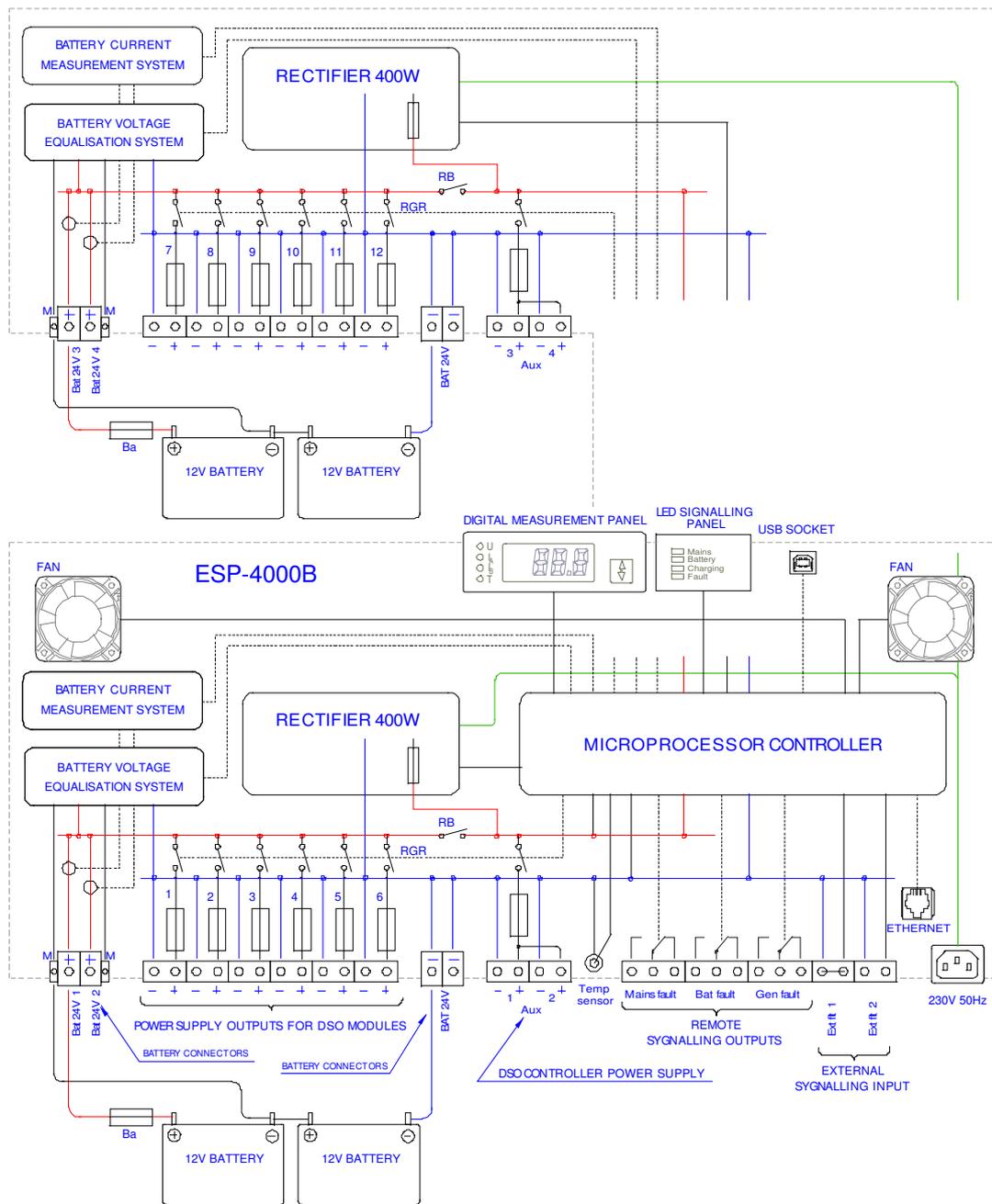


Abb. 5b. Blockschnittbild des Netzteils ESP-4000B.

Bei einer Netzversorgung hält das Ladegerät des Netzteils die externen Batterien im aufgeladenen Zustand. Der Betrieb des Ladegerätes wird von der Mikroprozessorsteuerung des Netzteils gesteuert; dieses wiederum überwacht selbstständig die Batterien und aufrechterhält deren Spannung im Pufferbetrieb unter Berücksichtigung der Umgebungstemperatur, sofern ein Außentemperaturfühler angeschlossen wurde. Der Temperaturfühler ist in der Nähe der Batterie zu platzieren. Ist kein Temperaturfühler vorhanden, ist eine Spannung für eine Umgebungstemperatur von 25 °C zu halten.

Im Falle eines Stromausfalls werden die am Netzteil angeschlossenen ELA Verstärker direkt aus der Batterie versorgt (Batterieversorgung). Falls nach der Rückkehr zur Stromversorgung aus dem Netz die Batterie mehr Strom als vorgegeben bezieht, geht das Netzteil in den Modus der Schnellladung über. In diesem Modus wird mit Durchlassstrom bei erhöhter Spannung geladen. Die Schnellladung endet bei einer funktionstüchtigen Batterie durch einen signifikanten Abfall der Versorgungsspannung (nachdem die vorgegebene Ladespannung erreicht wurde); das Netzteil fährt die Spannung auf das Niveau des Pufferbetriebs runter und lädt weiterhin in diesem Modus auf. Falls die Batterie defekt ist, wird die

Schnellladung, nachdem die vorgegebene Ladezeit oder die maximale, zulässige Umgebungstemperatur der Batterien überschritten wurde, im Notmodus unterbrochen.

Sowohl das Netzteil ESP-2000B als auch ESP-4000B sind mit einem Tiefentladungsschutz ausgerüstet - einem internen Schalter zum Schutz vor Tiefentladung an den Relais in den Ausgangskreisen (jeweils ein Relais in jedem Kreis zur Versorgung der Verstärker sowie jeweils ein Relais an jedem Ausgang zur Versorgung der ELA-Steuerung). Sie trennen die Ausgänge von den Batterien, nachdem die Batterie die minimale, zulässige Entladeschlussspannung erreicht hat, was diese vor der weiteren Entladung und somit Beschädigung schützt.

Der zweite Trennschalter RB (Batterieschalter) sorgt für eine unterbrechungsfreie Versorgung der zusätzlichen Ausgänge aus dem Gleichrichter bei Kurzschluss der Batterieklemmen des Netzteils.

Die Steuereinheit verfügt über eine zusätzliche Funktion zur Messung des Widerstands der Batteriekreise. Die Messung des Widerstands erfolgt nur im Puffermodus. Die Erkennung der Erhöhung des Widerstands im Batteriekreis durch die Erhöhung des Innenwiderstands der Batterien oder dem Anstieg des Widerstands der Batterieanschlüsse hat die Aktivierung des Signals über einen zu hohen Widerstand in der Batterie zur Folge. Beim Trennen der Batterie wird die signifikante Erhöhung des Widerstands im Batteriekreis von der Steuereinheit erkannt und ein Konfigurationsfehler des Gerätes signalisiert.

Das Netzteil verfügt über eine Funktion zum Ausgleich der Spannungen zwischen den Batterien eines jeden Batteriestrangs. Der Ausgleich der Spannungen erfolgt durch das Zuführen vom Strom bis zu 100mA an die Batteriehälfte, die eine höhere Spannung aufweist. Diese Funktion wird ausgelöst, wenn die Differenz der Spannungen 0.1V übersteigt.

Das System zum Ausgleich der Spannungen bedarf einer zusätzlichen Leitung zwischen der Klemme M des jeweiligen Batteriestrangs und dem mittleren Punkt der Batterie selbst. Wird die Leitung falsch angeschlossen (falsche Klemme), funktioniert das System nicht und es wird ein Fehler angezeigt. Das Fehlen dieser Verbindung wird automatisch erkannt und das System zum Ausgleich der Spannungen wird abgeschaltet.

Das Netzteil ESP-2000B oder ESP-4000B überwacht kontinuierlich den Zustand der Sicherungen in den Ausgangskreisen der Verstärker und der Sicherung (Sicherungen) im Ausgangskreis der ELA-Steuerung. Wird eines der Elemente beschädigt, wird eine Fehlermeldung aktiviert (Signal auf der Vorderseite des Netzteils und die Entsendung eines Fernsignals) und die gelbe LED-Diode in der Nähe der beschädigten Sicherung leuchtet auf.

Beim Einschalten des Netzteils wird die Last an den Ausgängen zur Versorgung der ELA-Verstärker geprüft. An diesen Ausgängen darf kein Stromverbrauch festgestellt werden. Falls an einem der Verstärker die eigene Stromversorgung abgeschaltet (oder beschädigt) ist, wodurch auf die Ausgangsspannung des Netzteils zurückgegriffen wird, wird dies erkannt und das Relais an diesem Ausgang wird sich nicht einschalten; es wird zusätzlich eine Fehlermeldung gesendet. An den anderen Ausgängen werden sich die Relais einschalten und die Spannung auf die funktionierenden Verstärker leiten.

Beim Einschalten des Netzteils darf der Strom nur aus dem Ausgang bezogen werden, der für die ELA-Steuerung bestimmt ist. Dessen Belastung wird jedoch durch den Strom reduziert, der zum Laden der Batterie bestimmt ist.

### **ACHTUNG**

1. Falls in einem bereits eingeschalteten System einer der Verstärker infolge der Beschädigung oder Abschaltung dessen individuellen Netzversorgung den Strom aus der Ausgangsspannung beziehen sollte, wird dies von dem Netzteil erkannt und signalisiert, sofern die Entnahme des Stroms über die Ausgänge den Wert 1A überschritten werden sollte. Wird das Versorgungssystem in diesem Zustand belassen, kann dies zu einer unkontrollierten Entladung der Batterien, trotz eines ordnungsgemäßen Betriebs des Netzteils, führen.

## **3. Einbau und Anschluss**

### **3.1. Einbau**

Die Netzteile wurden in Form einer Metallkassette mit einer Schutzart von IP20 erstellt, die in jedem typischen 19-Zoll-Rack an den vier Öffnungen auf der Vorderseite (Abb. 1 und 2) montiert werden kann.

Ein Rack, das für den Einbau von Beschallungs- und Sprachalarmierungssystemen geeignet ist, muss über die Schutzart IP30 verfügen.

Zur Montage der Netzteile im Schrank benötigt man Führungsschienen. Die Führungsschienen zur Befestigung der Metallkassette des Netzteils sind so zu montieren, dass die Luftzirkulation der auf beiden Seiten der Kassette befindlichen Lüfter nicht beeinflusst wird. Auf beiden Seiten der Kassette ist ein Freiraum von 8 cm erforderlich.

#### **BEMERKUNGEN:**

- 1. Das Netzteil hat keinen eigenen Netzschalter, deshalb ist in den Versorgungskreisen (ausgenommen das Netzteil) ein Ein-Aus-Schalter des Typs S301 C10A einzubauen.**
- 2. Die notwendige elektrische Installation ist dauerhaft mit einem Überspannungsschutz auszurüsten.**

### **3.2. Anschluss**

#### **Netzanschluss**

Der Anschluss an das Stromnetz sollte über eine dreidradige Leitung des Typs YLY mit einem Durchmesser von 1.5 mm<sup>2</sup> und einem IEC-Stecker erfolgen.

#### **Anschließen der Last**

Das Netzteil ESP-2000B oder ESP-4000B ist für das Anschließen der Module der ELA-Verstärker (24V Spannung) und gesondert von Netzcontroller und anderer ELA-Module (24V Spannung) geeignet.

Die auf der Rückseite befindlichen Buchsen ermöglichen den Anschluss von einzelnen Verstärkern mit einer Leistung von bis zu 500 W, auch mithilfe von bipolaren Steckern.

Verstärker mit einer höheren Leistung (maximal 1000W) sind gleichzeitig an zwei Ausgängen des Netzteils anzuschließen.

Falls der Hauptverstärker im Beschallungs- und Sprachalarmierungssystem über einen zusätzlichen Verstärker verfügt, können beide Verstärker an einen gemeinsamen Versorgungsausgang (oder zwei Ausgänge für Leistungsverstärker) angeschlossen werden. Die Verbindung sollte jedoch außerhalb der Stromanschlüsse erfolgen.

Die Steckverbinder für den Anschluss der Ausgänge gehören zum Lieferumfang des Netzteils. Der maximale Durchmesser der anzuschließenden Leitungen beträgt 6 mm<sup>2</sup> bei den Ausgängen für die Verstärker und 2,5 mm<sup>2</sup> bei dem 24-V-Ausgang für die ELA-Steuerungen und andere ELA-Module.

Das Netzteil ESP-2000B verfügt über zwei Ausgänge für die ELA-Steuerungen und das Netzteil ESP-4000B über vier solche Ausgänge. Werden für das Beschallungs- und Sprachalarmierungssystem mehrere ELA-Steuerungen und Peripheriegeräte benötigt, sind entsprechende Abzweigungen außerhalb des Netzteils anzufertigen.

#### **Anschließen der Batterien**

Die Netzteile sind auf die Zusammenarbeit mit VRLA-AGM Batterien ausgelegt.

**Achtung:** Das Netzteil ist mit keiner Sicherung der Batteriekreise ausgestattet; entsprechende Sicherungen, sind getrennt für jeden Batteriestrang in der Nähe des Pluspols einer jeden Batterie zu installieren.

Die Batterien sind über Leitungen mit einem Durchmesser von maximal 16 mm<sup>2</sup> an die mit **BAT** gekennzeichneten Klemmen auf der Rückseite des Netzteils anzuschließen, dabei ist besonders auf die Polarität zu achten. Werden die Leitungen an die Batterie falsch angeschlossen, kann dies zu einer schwerwiegenden Beschädigung des Netzteils und der angeschlossenen Peripheriegeräte führen.

Die Pluspole der Klemmen, gekennzeichnet mit Zahlen, ermöglichen es, die jeweiligen Batteriestränge zu differenzieren, weil jeder getrennt überwacht wird. Die Minuspole sind miteinander kurzgeschlossen.

#### **ACHTUNG:**

**Der maximale Schleifenwiderstand der Batterien und der Sicherung sollte 3mΩ nicht überschreiten.**

Die **M (Mittenspeisung)** Ausgänge des Systems zum Ausgleich der Batteriespannung sind mit der Mitte der entsprechenden Batteriereihe mit 0.75mm<sup>2</sup> Leitungen zu verbinden. Erforderlich ist die Absicherung dieser Verbindung in der Nähe der Batterie mit einer gesonderten 0.5...2AF Sicherung.

### **Anschließen der externen Fehlersignale**

Das Netzteil verfügt über zwei Eingänge für die Signalisierung von externen Fehlern.. Die Buchsen befinden sich auf der Rückseite. Die passenden Stecker werden zusammen mit dem Netzteil geliefert. Einer der Stecker verfügt über eine Brücke und dient dazu, in der Buchse die Fehlermeldung **Ext flt 1** geschlossen zu halten, da selbst wenn dieser Eingang nicht benutzt wird, bei Öffnung der Kontakte aktiviert werden.

Der zweite Eingang **Ext flt 2** wird durch das Schließen seiner Klemmen aktiviert.

Die Anschlüsse für die Signalisierung der externen Fehler sind unter Einsatz von J-Y(St)Y 2x2x0.8 Leitungen (Durchmesser von 0,8mm<sup>2</sup>) auszuführen.

### **Anschließen der Fernsignalisierung**

Die Eingänge für die Fernsignalisierung wurden in Form von 3-poligen Buchsen ausgeführt. Im Lieferumfang befinden sich 2-polige Stecker. Werden diese in der Buchse entsprechend platziert, können Schließ- oder Ausschaltkontakte der internen Signalrelais verwendet werden. Die Anschlüsse für die Fernsignalisierung sind unter Einsatz von YnTKSY 1x2x0.8 Leitungen (Durchmesser von 0,8mm<sup>2</sup>) auszuführen.

### **Anschließen des Temperaturfühlers**

Der externe Temperaturfühler (im Lieferumfang enthalten) ist an die entsprechende Buchse anzuschließen (**Temp sensor**). Der Temperaturfühler sollte in der Nähe der Batterien platziert werden, **vorzugsweise zwischen den Wänden der benachbarten Batterien.**

## **4. Inbetriebnahme**

### **4.1. Einführung**

Der erste Start des ELA-Systems mit dem Netzteil ESP-2000B oder ESP-4000B und den angeschlossenen Batterien sollte vom Service des Herstellers oder von geschulten und durch den Hersteller hierfür bevollmächtigten Mitarbeitern durchgeführt werden.

Bei den Proben der Inbetriebnahme ist für die Sicherheit und Zuverlässigkeit der Vorrichtungen, sowohl bei der Netzversorgung als auch der Versorgung aus den Batterien der redundanten Versorgung zu sorgen.

Deshalb wird die detaillierte Beschreibung der Maßnahmen im Zusammenhang mit der Inbetriebnahme des Systems nicht in dieser Anleitung erfasst.

Im Rahmen der ersten Inbetriebnahme ist es erforderlich, das System und alle Geräte des ELA-Systems auf die Vollständigkeit und die Übereinstimmung mit der Spezifikation des jeweiligen Objektes zu prüfen. Zu prüfen ist auch die Richtigkeit der Verbindungsausführung; es ist besonders auf den Anschluss der Batterien und der Signalisierungskreise zu achten.

Bemerkungen:

1. Die Werte des Widerstands der Batteriekreise, die für einen ordnungsgemäßen Betrieb des ELA-Systems sorgen, hängen von zwei Faktoren ab:
  - a) Kapazität der Batterien,
  - b) Strom während eines Feueralarms.
2. Die werksseitig eingestellten Parameter des Widerstands der Batteriekreise können bei der Inbetriebnahme geändert werden. Die entsprechende Software, die zu diesem Zweck benötigt wird, ist beim Hersteller der Netzteile erhältlich.

Das Netzteil speichert bei der Inbetriebnahme (nach einem vollständigen Trennen der Stromversorgung) die Information, an welchen Anschlüssen die Batterien angeschlossen wurden. Die Prüfung erfolgt über automatische und getrennte Messung des Widerstands eines jeden Batteriekreises. Es wurde angenommen, dass die Batterie angeschlossen wird, wenn der gemessene Widerstand weniger als 2Ω beträgt. Während des Betriebs werden regelmäßig Messungen des Widerstands der Batteriekreise vorgenommen und auf dieser Grundlage wird die Änderung der Batteriekonfiguration ermittelt. Die festgestellte Änderung löst eine Fehlermeldung mit einem entsprechenden Fehlercode aus. Die Änderung der Konfiguration kann im Rechner oder eventuell durch einen neuen Start des Gerätes gespeichert werden.

Falls das Netzteil ohne Batterien gestartet wird, wird der Konfigurationsfehler für jede Batterie angezeigt. In diesem Zustand werden für die Verstärker keine Ausgänge für redundante Stromversorgung, sondern lediglich ein zusätzlicher Ausgang für die ELA-Controller installiert. In diesem Fall reicht es aus, die Batterie (eine oder mehrere) anzuschließen und die Fehlermeldung auszuschalten, um das Gerät wieder in den gewünschten Konfigurationszustand zu setzen und zu starten.

Bei dem Start werden die zuletzt eingestellten Betriebsparameter eingestellt. Die Änderung dieser Parameter kann am Rechner oder einen USB-Anschluss oder über einen optionalen Ethernet-Anschluss (falls vorhanden) im Onlinemodus und Verwendung einer beliebigen Suchmaschine geändert werden.

Nach einem korrekten Start des Systems sind die unten beschriebenen Tests der Geräte durchzuführen.

#### 4.2. Maximaler Schleifenwiderstand der Batterien

Zum Zwecke der Fehlermeldung in Form einer unzulässigen Erhöhung des Schleifenwiderstands der Batterien, unterscheidet man unter zwei verschiedenen Arten von Widerstand:

- Anfangswiderstand entsprechend dem Schleifenwiderstand der Batterie (mit der gleichen Batterie), nach der Ausführung der Anschlüsse (Leitungen, Klemmen, Sicherungen)
- Zulässige Erhöhung des Schleifenwiderstands der Batterie (beispielsweise als Folge der Alterung), nach deren Überschreitung die Fehlermeldung für diesen Kreis ausgelöst wird.

Die Summe des Anfangswiderstands und der zulässigen Erhöhung kann dem Zertifikat des Netzteils entnommen werden und darf nicht mehr als 50mΩ betragen.

Die Widerstandswerte wurden in folgender Tabelle zusammengefasst:

Widerstand Kategorie	Mindestwert	Standardwert	Maximalwert
	mΩ	mΩ	mΩ
Typischer Anfangswiderstand	5	10	25
Zulässige Erhöhung des Widerstands	5	15	25
Der resultierende Gesamtwiderstand	10	25	50

Falls während der Installation des Netzteils seine Einstellungen nicht geändert wurden, gelten die Standardwerte.

Es wird empfohlen, die Batterien so anzuschließen, dass der unter Punkt 3.3. genannte Wert nicht überschritten wird. Der eingestellte Wert des Anfangswiderstands sollte nicht höher sein als die Summe der Widerstände dieser Verbindungen und des Widerstands der verwendeten Batterie. Wiederum, um unnötige Fehlermeldungen zu vermeiden, sollte die zulässige Erhöhung des Widerstands möglichst hoch eingestellt werden.

Da die Kapazität der Batterien (und somit deren Widerstand) vor allem von der erforderlichen Zeit der Überwachung des ELA-Systems und des Stromverbrauchs in dieser Zeit abhängig ist, und die zulässige Erhöhung des Widerstands von dem Strom abhängt, der von dem ELA-System verbraucht wird, ist die Einstellung der für das jeweilige System passenden Widerstände nicht ganz einfach. Man sollte sich an den Hersteller wenden, um die entsprechenden Berechnungen unter Berücksichtigung aller Parameter des Versorgungssystems zu erhalten.

#### 4.3. Prüfen der Aufrechterhaltung der Ausgangsspannung

Man soll die Stromversorgung abzuschalten. Das Netzteil sollte von den Batterien versorgt werden, die Spannung an allen Ausgängen zur Versorgung der ELA-Geräte sollte aufrechterhalten bleiben. Die Spannung und dessen Wert sollten mit einem Spannungsmesser geprüft werden. In diesem Zustand sollte auf der Vorderseite des Netzteils ESP-2000B oder ESP-4000B die LED-Diode **MAINS** erlöschen und die LED-Diode **FAULT** aktiviert werden.

Die beiden Relais **Mains fault** und **Gen fault** sollten in Ruhezustand gehen (die Kontakte entsprechen der Abbildung in der Nähe des Anschlusses). Der Zustand der Relais kann z. B. mit einem Widerstandsmesser gemessen werden, der zwischen entsprechenden Ausgängen geschaltet wird. Bei der vorgenannten Prüfung sollten die Anschlüsse des ELA-Gerätes normal arbeiten.

#### 4.4. Prüfen der Sygnalisierung des hohen Widerstands der Batteriekreise

Bei einem aus dem Stromnetz versorgten Netzteil ESP-2000B oder ESP-4000B sind die Kreise eines jeden Batteriestrangs nacheinander durch Abschalten der entsprechenden Sicherung zu trennen. Dies simuliert die extreme Erhöhung des Widerstands im Batteriekreis. Dieser Zustand sollte bei dem nächsten Test ermittelt werden. Dies kann zwischen 5 und 100 Sek., standardmäßig 30 Sek., dauern (Standardwert für die Testphase). Ähnlich wird der nach der Pause generierte Alarm automatisch abgeschaltet, jedoch erst nach dem nächsten, korrekt ausgeführten Test - also nach dem Ablauf der gleichen Zeit.

Dieser Zustand sollte von dem Netzteil ESP-2000B oder ESP-4000B durch das Lichtsignal **FAULT** angezeigt und durch die Relais **Bat fault** und **Gen fault** im Ruhezustand eingestellt werden (die Kontakte entsprechen der Abbildung in der Nähe des Anschlusses). Bei der vorgenannten Prüfung sollten die Anschlüsse des ELA-Gerätes normal arbeiten.

### 5. Handhabung

#### 5.1. Einführung

Die Ausgangsspannung wie auch die Schwellenwerte werden im Werk eingestellt. Das Netzteil ist nach der Installation laufend auf eventuelle Fehler zu überwachen, die während des Betriebs auftreten können.

**HINWEIS:** In einem System mit einer redundanten Versorgung in Form von Batterien sollte das Netzteil regelmäßig gemäß den Vorgaben in der Bedienungsanleitung dieses Systems getestet und geprüft werden.

#### 5.2. Sicherheit

Das Netzteil ist ein Gerät der Klasse I gemäß EN 60950-1:2007/A1:2011 (IEC950) und ist für den Anschluss am einphasigen Gleichstrom unter Verwendung eines Schutzleiters gemäß IEC 60364-4-41:2007 *Elektrische Installationen in Gebäuden* bestimmt.

Das Metallgehäuse der Netzteile ist mit einer Schutzklemme verbunden. Die Kreise zum Anschließen der Batterie, der Fernsignalisierung und zur Aufnahme der Signale sind vom Netzwerk und dem Gehäuse isoliert.

Die Relaiskontakte der Fernsignalisierung sind von allen Kreisen (auch den Ausgangskreisen) vollständig isoliert.

Die Eingänge der externen Fehlermeldungen befinden sich auf dem Potenzial der Minusschiene der Batterie.

Die in den Netzteilen verwendeten Störungsfilter sind mit Kondensatoren der Klasse Y2 ausgerüstet, die dazu führen, dass sich im Schutzleiter bei 1.5 mA im ESP-2000B und 3 mA im ESP-4000B der Leckstrom befindet.

#### 5.3. Digitale Anzeige

Die Netzteile ermöglichen eine digitale Messung der wichtigsten Betriebsparameter des Systems: aktuelle Spannung der überwachten Batterie (**U**), Lade- und Entladestrom (**I<sub>B</sub>**), Strom, der von den ELA-Steuerungen aus der 24-V-Spannung bezogen wird (**I<sub>0</sub>**) und Umgebungstemperatur (**T**), sofern ein Temperaturfühler mitgeliefert wurde. Die aktuelle Art der Messung (ausgewählt durch Drücken der Taste mit dem senkrechten Pfeil) wird durch das Aufleuchten einer LED-Diode mit der entsprechenden Kennzeichnung angezeigt. Man kann zusätzlich den Fehlercode, der von der Steuerung des Netzteils erkannt wird, ablesen (alle Dioden zum Anzeigen der Fehlerart sind ausgeschaltet). Diese Position ist nur dann aktiv, wenn ein Systemfehler erkannt und die Fehlersignalisierung aktiviert wurde. Die Übersicht der einzelnen Fehler (es können mehrere nach einer bestimmten Beschädigung angezeigt werden) wird ebenfalls durch das Drücken der Taste mit dem senkrechten Pfeil eingeblendet. Beim erneuten Drücken der Taste mit dem Pfeil werden die Messwerte der wichtigsten Betriebsparameter, beginnend von **U**, angezeigt.

#### 5.4. Digitale Kommunikation

Das Netzteil verfügt auf der Vorderseite über eine USB-Kommunikationsschnittstelle, die in der Regel zu Servicezwecken verwendet wird. Die Servicesoftware ermöglicht die Diagnose und die Prüfung vieler

Betriebsparameter des Netzteils sowie die Änderung seiner Voreinstellungen. Dieser Ausgang ist galvanisch von allen anderen Kreisen des Netzteils isoliert.

Das Netzteil kann optional mit einer Ethernet-Schnittstelle ausgerüstet werden, die einen Betrieb im TCP/IP-Netz ermöglicht. Es verfügt über zwei einfache Server für Serviceleistungen:

- HTTP-Server für die Präsentation des aktuellen Systemzustands in Form von Internetseiten, die aus einem Internetbrowser zugänglich sind;
- Modbus TCP Server zur Überwachung und Steuerung des Gerätes.

Ausführliche Informationen zu diesem Thema sind beim Hersteller erhältlich.

## 5.5. Betriebsstatus

Das Netzteil ist mit Licht-, Ton- und Fernsignalisierung ausgerüstet. Die Lichtsignalisierung wurde eingebaut, um die Aufmerksamkeit der Servicekräfte auf den Betriebszustand des Gerätes aufmerksam zu machen und über die Ursachen eventueller Beschädigung hinzuweisen. Zusammen mit dem Licht werden die Tonsignale aktiviert.

Die Signalisierung der Fehler bleibt aktiv, bis diese mit der Pfeiltaste auf dem Display ausgeschaltet wird. Ein kurzes Drücken der Taste schaltet die Tonsignalisierung ab; die Licht- und Fernsignalisierung bleiben weiterhin aktiv. Die noch aktive Signalisierung kann durch langes Drücken der Taste mit dem senkrechten Pfeil (über 5 Sek.) deaktiviert werden. Die Deaktivierung kann jedoch erst nach dem Ausbleiben der Ursache des Fehlers vollzogen werden. Die Signalisierung wird automatisch nach der Rückkehr zur Versorgung aus dem Stromnetz und dem Ausbleiben der externen Signale in den Eingängen **EXT flt 1** und **EXT flt 2** abgeschaltet. Ab dem Zeitpunkt des Stromausfalls wird anstelle des Dauersignals ein intermittierender Signalton in Intervallen von 15 Sekunden aktiviert.

Die Lichtsignalisierung besteht aus drei LED-Dioden, die sich auf der Vorderseite des Netzteils befinden. Drei LEDs zeigen den aktuellen Betriebszustand (**MAINS (NETZ)** - grün, **BATTERY (BATTERIE)** - gelb, **CHARGING (LADEVORGANG)** - grün) und die vierte Diode zeigt einen Fehler an (**FAULT (FEHLER)** - gelb).

Die Fernsignalisierung umfasst drei Steckplätze mit der Kennzeichnung **MAINS FAULT (Netzfehler)**, **Bat fault (Batteriefehler)** oder **Gen Fault (Summenfehler)**. Für jeden dieser Steckplätze sind drei Schaltkontakte mit Relais vorhanden, die von anderen Kreisen vollständig isoliert sind. Bei einem ordnungsgemäßen Betrieb des Netzteils sind die Relais angezogen. Die Signalisierung eines Stromausfalls (Fehlers im Bereich der Stromversorgung), die Signalisierung eines Batteriefehlers und die Signalisierung eines Summenfehlers erfolgen durch das Abschalten des entsprechenden Relais (Stromausfall an der Relaispule).

Die Position seiner Kontakte in diesem Zustand (sog. spannungsloser Zustand) wurde in der Nähe der jeweiligen Verbindung dargestellt.

Die LED-Signale und die Fernsignalisierung wurden in den unten stehenden Tabellen zusammengestellt.

LEDs auf der Vorderseite.

BESCHREIBUNG	FARBE	ZUSTAND	VORGANG
<b>MAINS</b>	grün	an	Normaler Betrieb bei Netzversorgung.
		aus	Keine Stromversorgung oder defekter Gleichrichter.
<b>BATTERY</b>	gelb	an	Akkubetrieb (keine Stromversorgung oder defekter Gleichrichter).
		aus	Normaler Betrieb bei Netzversorgung.
<b>CHARGING</b>	grün	blinkt	Schnellladung
		an	Ladevorgang beim Pufferbetrieb (nach Ende der Schnellladung).
		aus	Ladevorgang abgeschlossen.
<b>FAULT</b>	gelb	an	Beschädigung des Netzteils oder eines anderen Elementes. Bitte lesen Sie den Fehlercode auf dem Display ab, um die Ursache zu ermitteln.
		blinkt	Signal über einen externen Fehler im Eingang <b>Ext flt 1</b> oder <b>Ext flt 2.</b> *)

\*) Falls mit einem externen Fehlersignal es zu irgendwelchen internen Fehlern kommen sollte, wird die LED-Diode **FAULT** dauerhaft leuchten.

LEDs auf der Rückseite.

BESCHREIBUNG	FARBE	ZUSTAND	VORGANG
von <b>Out 1</b> bis <b>Out 12</b>	gelb	an	Sicherung des jeweiligen Ausgangs defekt.
		blinkt	An dem jeweiligen Ausgang wird Strom gezogen (die Signalisierung schaltet sich nur vor dem Aktivieren der Ausgänge ein)
		aus	Ausgang an.
<b>Aux 1/2</b>	gelb	an	Sicherung der zusätzlichen Ausgänge defekt.
		aus	Ausgang an.

Fernsignalisierung.

BESCHREIBUNG	ZUSTAND	VORGANG
<b>Mains fault</b>	an	Normaler Betrieb bei Netzversorgung.
	aus	Keine Stromversorgung oder defekter Gleichrichter.
<b>Bat Fault</b>	an	Batterie in Ordnung.
	aus	Hoher Widerstand der Batterie oder die Batteriespannung unter einen bestimmten Wert (Batterie entladen).
<b>Gen fault</b>	an	Keine Fehler
	aus	Beschädigung des Netzteils oder eines anderen Elementes.

## 5.6. Wartung

Das Gerät bedarf keiner besonderen Wartungsarbeiten. Während eines normalen Betriebs ist lediglich auf die entsprechende Sauberkeit in der Umgebung zu achten.

## 6. Service

### 6.1. Sicherungen

Im Netzteil wurden Schmelzsicherungen eingebaut, die für den Service zugänglich sind. Die Werte sind der Tabelle zu entnehmen.

Gesicherter Stromkreis im Netzteil.	Art und Wert der Sicherung ESP-2000B	Art und Wert der Sicherung ESP-4000B
Ausgangskreise der Verstärker – zugänglich nach dem Abnehmen des Gehäuses (Abb. 6 - #2)	6 x 30AF (6,3x32 mm)	12 x 30AF (6,3x32 mm)
Zusätzlicher 24V-Ausgangsschaltkreis (Abb. 6 - #1)	1 x 6.3AF (6,3x32mm)	2 x 6.3AF (6,3x32mm)

**Achtung:** Ist beim Austausch der Sicherungen das Abnehmen des Gehäuses notwendig, ist das Netzteil vom Strom und den Batterien zu trennen.

Die oben beschriebenen Sicherungen dürfen ausschließlich durch die Servicekräfte der Beschallungs- und Sprachalarmierungsanlage ausgetauscht werden. Sollten andere Sicherungen ausgetauscht werden, die im Netzteil verbaut wurden, ist eine fachkundige Reparatur notwendig.

Die Abbildung Nr. 6 zeigt die Verteilung der Sicherungen im Inneren der Netzteile.

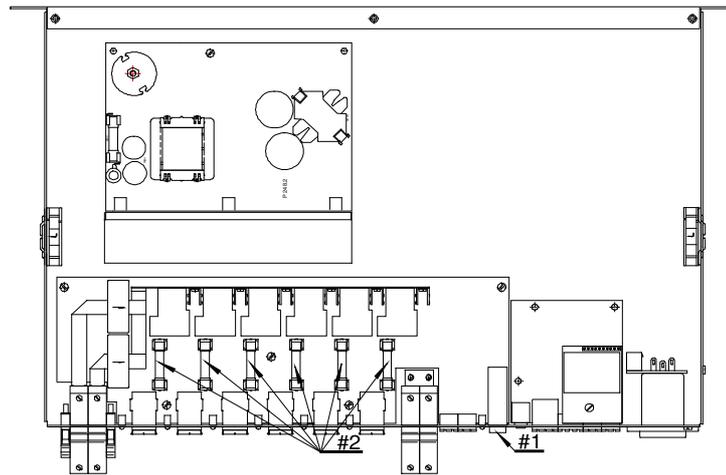


Abb. 6. Verteilung der Sicherung im Inneren der Netzteile.

#### Achtung

Ein Netzteil mit einer Höhe von 2 HE Abb.7 verfügt über zwei Verbindungssätze und Sicherungen - den oberen und unteren Satz. Um die oberen Sicherungen zu erreichen, sind die Schrauben zur Befestigung der oberen Abdeckung (A) abzuschrauben. Um die unteren Sicherungen zu erreichen, sind zusätzlich die Schrauben (B) abzuschrauben und der auf diese Art und Weise freigelegte Satz der oberen Sicherungen zu heben.

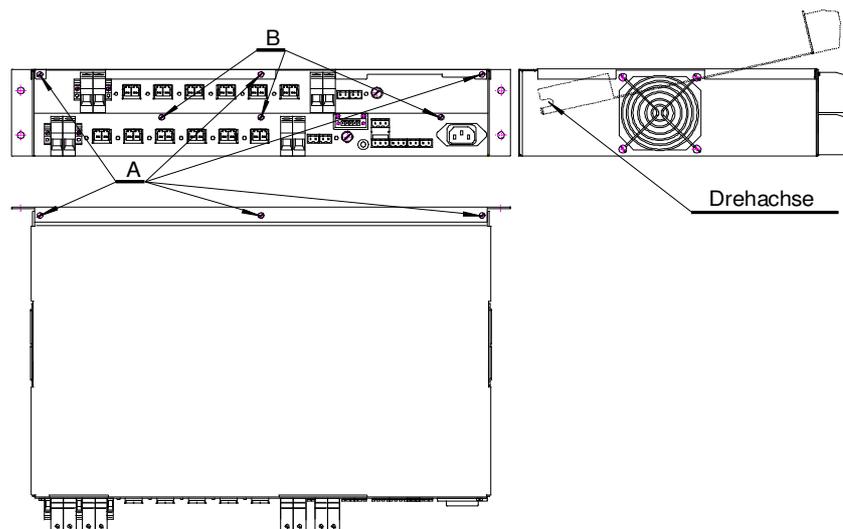


Abb. 7. Zugang zu Sicherungen in einem Netzteil mit einer Höhe von 2 HE.

## 6.2. Erkennung und Behebung von Fehlern.

Die meisten Störungen, die während des Betriebs auftreten können, werden signalisiert und von der eingebauten Mikroprozessorsteuerung bedient. Das Gerät verfügt über 7 Sicherungen (oder 14 Sicherungen in einem Netzteil mit einer Höhe von 2 HE), dessen Austausch von qualifizierten Servicekräften vorgenommen werden kann. Es handelt sich um Sicherungen in den Ausgangskreisen zur Versorgung der Verstärker sowie der ELA-Steuerung *oder der Geräte des Systems zur Kontrolle der Rauch- und Wärmefreihaltung.*

Die Ausgangssicherungen können beim Kurzschluss eines Ausgangs beschädigt werden. Die Sicherungen der Ausgänge zur Versorgung der ELA-Steuerung befinden sich direkt auf der Rückseite des Netzteils. Der Austausch der Sicherungen der Ausgänge zur Versorgung der ELA-Steuerung bedarf der Freilegung des Zugangs gemäß Punkt 5.1.

Die Reparaturen im Rahmen der Garantieleistungen sowie Reparaturen nach Ablauf der Garantie werden vom Service des Herstellers oder von autorisierten Servicepartnern des Herstellers vorgenommen.

## 7. Sonstige Informationen

### 7.1. Hinweise des Herstellers

Der Hersteller behält sich das Recht vor, Änderungen an der Konstruktion und Technologie vornehmen zu dürfen, die zu keiner Beeinträchtigung der Qualität führen.

### 7.2. Liste der Fehlercodes

Unten stehend wurde eine Liste mit den Fehlercodes zusammengefasst, die auf der Digitalanzeige eingeblendet werden. Dies ist nur dann möglich, wenn das System irgendeinen Fehler erkannt und ein Fehlersignal aktiviert hat.

Die Fehlercodes mit dem Buchstaben E weisen auf eine Beschädigung oder einen Fehler durch eine externe Ursache hin. Der Buchstabe P zeigt auf einen Fehler hin, der im Inneren des Netzteils zu suchen ist.

Beschreibung	Code
Ausgang nicht getrennt	P01
Ausgang unter Last	E02
Ausgang nicht angeschlossen	P03
Ausgangssicherung defekt	E04
Sicherung des Netzreglers defekt / 1	E05
Sicherung des Netzreglers defekt / 2	E06
Externer Fehler 1 *)	E07
Externer Fehler 2 *)	E08
Schaden am Gleichrichter des Pakets 1	P09
Schaden am Gleichrichter des Pakets 2	P10
Ausfall der Stromversorgung *)	E11
Batterie unter Last, trotz der Versorgung (Überlast)	E12
Hohe Batteriespannung	E13
Niedrige Batteriespannung	E14
Spannung der Ausgangsschalter	E15
Schaden am DC-DC-Wandler	P16
Maximale Dauer der Schnellladung überschritten	E17
Maximale Temperatur bei der Schnellladung überschritten	E18
Niedrige Temperatur der Batterie	E19
Hohe Temperatur der Batterie	E20
Hohe Temperatur im Inneren des Gerätes	E21
Strom an den Ausgängen <i>OUT 1..12</i> trotz Versorgung ermittelt	E22
	E23
Fehler bei Spannungsregelung	P24
Zulässiger Widerstand der Batterie - Strang 1 überschritten	E25
Zulässiger Widerstand der Batterie - Strang 2 überschritten	E26
Zulässiger Widerstand der Batterie - Strang 3 überschritten	E27
Zulässiger Widerstand der Batterie - Strang 4 überschritten	E28
Batterie 1 - Konfigurationsfehler **)	E29
Batterie 2 - Konfigurationsfehler **)	E30
Batterie 3 - Konfigurationsfehler **)	E31
Batterie 4 - Konfigurationsfehler **)	E32
Kommunikation mit dem 1. Ausgangspaket nicht möglich	P33
Kommunikation mit dem 2. Ausgangspaket nicht möglich	P34
Messfehler / Konfigurationsfehler - Batterietemperatursensor	E35
Innentemperatur - Messfehler	P36
Hoher Bemessungsstrom - Batterie 1	E37
Hoher Bemessungsstrom - Batterie 2	E38
Hoher Bemessungsstrom - Batterie 3	E39
Hoher Bemessungsstrom - Batterie 4	E40

Balancer beschädigt - Batterie 1	P41
Balancer beschädigt - Batterie 2	P42
Balancer beschädigt - Batterie 3	P43
Balancer beschädigt - Batterie 4	P44
Schaden an der Batterie 1 (oder Balancer falsch angeschlossen)	E45
Schaden an der Batterie 2 (oder Balancer falsch angeschlossen)	E46
Schaden an der Batterie 3 (oder Balancer falsch angeschlossen)	E47
Schaden an der Batterie 4 (oder Balancer falsch angeschlossen)	E48

*\*) Fehler, bei dem die Signalisierung nicht blockiert wird und beim Ausbleiben der Ursache automatisch erlischt. Andere Fehlermeldungen sind manuell abzuschalten; es kann vorkommen, dass das Abschalten erst nach dem Ausbleiben der Ursache möglich ist.*

*\*\*\*)Batterie wurde getrennt oder während des Betriebs angeschlossen (nach dem Start des Systems).*

### 7.3. Entsorgung von Verpackungsabfällen und Altgeräten



Die Produktverpackung wurde aus nicht gefährlichen Materialien (Holz, Papier, Pappe, Kunststoffe) hergestellt, die recycelt werden können. Nicht benötigte Verpackungen sind zu trennen und zu entsorgen.



Das Altgerät gehört zu gefährlichen Abfällen und darf nicht mit Hausmüll entsorgt werden, sondern ist bei der Sammelstelle für Elektro- und Elektronikmüll abzugeben.

Ein sachgerechter Umgang mit elektrischen Geräten hilft gesundheitliche Schäden und Umweltschäden durch falsche Lagerung und Verarbeitung solcher Geräte zu vermeiden.

