

Allgemeine Beschreibung

BADICHEQ 3000 (BAttery Dlagnostic & CHarge Equalizing)

DIE KOMPAKTLÖSUNG FÜR PERFEKTES BATTERIE-MANAGEMENT

Kapitel 1: Einführung

I: Problemstellung

Obwohl Batterien als Energiespeicher seit über 100 Jahren angewendet werden, bereitet der Einsatz von Traktions- und stationären Batterien bis zum heutigen Tag Probleme.

- Kurze Lebensdauer einzelner Zellen oder Blöcke,
- geringere Gebrauchsdauer trotz vorschriftsmäßiger Ladung (Verhungern),
- Streit um Ursachen und Verantwortlichkeit bei Batterieausfall.

Unter Batterie wird dabei eine Reihenschaltung von einzeln kontaktierbaren Zellen oder Blockbatterien mit **gleicher** Nennspannung verstanden. Der Begriff Zelle wird in dieser Beschreibung sowohl für eine Einzelzelle als auch für eine Blockbatterie verwendet.

Die Ursachen sind vor allem in einer unzureichenden, jedoch bis heute vorherrschend anzutreffenden Ladetechnik zu suchen.

Beim Laden wird die **Gesamtspannung** der Batterie zur Lade-Stromführung ausgewertet. Selbst bei genauester Einhaltung der vorgeschriebenen Spannungswerte kann eine Ladung einzelner Zellen über die Ladeschlussspannung hinaus (Überladung) nicht verhindert werden. Die Folgen sind Zeit-, Energie- und Elektrolytverluste. Hinzu kommt eine fehlerhafte Ladungsanzeige, da die zugeführten Ah's in den überladenen Zellen „**unerkant**“ nicht vollständig chemisch umgesetzt wurden.

Ein weiteres Problem ist die allmähliche Ladungsverschiebung zwischen den Zellen. Zur Ausgleichung der Ladungsverteilung müssen nach dem bisherigen Stand der Ladetechnik von Zeit zu Zeit absichtliche Überladungen der Gesamtbatterie durchgeführt werden, (Ausgleichsladung), die Zeit-, Energie- und Elektrolytverlust bedeuten. Werden diese Ausgleichsladungen ausgelassen, so kann es zu Tiefentladungen bis hin zur Umpolung einzelner Zellen kommen.

Nach Ausfall einer Zelle durch Kurzschluss treten fortan regelmäßig starke Überladungen der übrigen Zellen auf, da das Fehlen einer Zellenspannung an den Außenklemmen der Gesamtbatterie von einem herkömmlichen Ladegerät nicht erkannt wird.

II: Anforderungen

Mentzer Electronic GmbH	Industriestraße 18	61200 Wölfersheim	www.mentzer.de
Tel.: +49 (0)6036-9779-0	Fax.: +49 (0)6036-9779-13	Hotline: +49 (0)170-9617949	info@mentzer.de

Für eine wirtschaftliche Nutzung der Batterieanlage mit mehreren, in Reihe geschalteten Zellen werden folgende Anforderungen gestellt:

- maximale Gebrauchsdauer
- Die Kapazität sollte während der gesamten Nutzungsdauer unabhängig von Umgebungsbedingungen, gleich bleiben.
- geringste Wartungskosten

Die in Reihe geschalteten Einheiten haben, bedingt durch Fertigungstoleranzen, abweichende Kapazitäten. Bei der Auslieferung fabrikneuer Batterien besitzt diese nur ca. 70 - 90 % der Nennkapazität. Erst nach einer bestimmten Anzahl von Zyklen oder Betrieb in Ladeerhaltung wird die Nennkapazität erreicht.

Außerdem ist die Kapazität von der Umgebungstemperatur abhängig. Unterschiedliche Temperaturen können je nach Anordnung sowohl innerhalb eines Batteriestranges oder auch in verschiedenen Batteriesträngen auftreten.

Unter Berücksichtigung dieser Tatsachen ist es bei einer Reihenschaltung mehrerer Einzelblöcke oder auch Zellen deshalb erforderlich, dass

- alle Einheiten auf einen gleichen Ladezustand gebracht werden,
- alle Einheiten auf einem gleichen Temperaturniveau gehalten werden
und
- die schwächste Einheit vor Überladung, bzw. Tiefentladung geschützt wird.

III: Problemlösung

Das Batteriemanagementsystem BADICHEQ überwacht beim Laden und Entladen alle Zellen und orientiert sich immer an der schwächsten bzw. stärksten Zelle. Sobald beim Laden eine Zelle die vorgegebene Zellenspannung erreicht, kann, sofern das Ladegerät über einen entsprechenden Steuereingang verfügt, über ein optionales PWM-Signal der Ladestrom reduziert und somit eine Kennliniensteuerung durchgeführt werden. Zur Schonung der Batterie, kann bei der Entladung der Strom durch eine vorgegebene Unterspannung der Einzelzelle oder durch die entnommene Kapazität reduziert werden. Ein im BADICHEQ integriertes Ladegerät mit einer kleinen Leistung übernimmt die Zusatzladung einzelner Zellen. Die Temperatur in den einzelnen Strängen wird bei allen Messungen mit berücksichtigt. Durch ein digitales oder analoges Instrument kann der Batteriestrom und der Ladezustand der Batterie in Prozent der Gesamtkapazität angezeigt werden. Über insgesamt 3 LED erfolgt eine Batteriezustandsanzeige

Das Verhalten und der Spannungszustand von 3 Zellen werden über 128 Zyklen aufgezeichnet und kann für Servicezwecke sowie bei Garantieproblemen verwendet werden. Die Erfahrungen aus dem nun in über 1000 Anwendungen erprobten BADICHEQ haben gezeigt, dass sein Einsatz die Batterie schont und deren Lebensdauer verlängert wird.

BADICHEQ ist jedoch nicht in der Lage, die physikalischen Gesetze und Gegebenheiten außer Kraft zu setzen. Beim Betrieb der Batterien muss sichergestellt werden, dass zwischen den Batterien keine größeren Temperaturunterschiede auftreten.

Kapitel 2: Beschreibung, Aufbau, Wirkungsweise

I: Allgemeines

Mit BADICHEQ 3000, dessen Prototyp erstmals im September 1992 in der Öffentlichkeit vorgestellt wurde, und dessen Schaltungs- und Ladetechnik inzwischen durch 2 Patente geschützt ist, steht ein in über **1000** Anwendungen erfolgreich eingesetztes Kompaktgerät für vollautomatisches Batteriemangement zur Verfügung, das:

- bis zu 34 Zellen* individuell anspricht, (mit Zusatzplatine bis zu 62)
- bedürftige Zellen zusätzlich zur Hauptladung einzeln lädt,
- den Hauptladestrom zellenspannungsgeführt regeln kann (CRCS),
(Nur in Verbindung mit einem von BADICHEQ gesteuerten Ladegerät)
- die tatsächlich schädigungsfrei verfügbare Batterieladung digital oder analog anzeigen kann,
- einen Tiefentladeschutz bereitstellt (Relaiskontakt),
- wichtige Daten über 128 Zyklen aufzeichnet und an PC ausgibt (RS 232).

* als Zelle wird eine Einheit von 2, 4, 6, oder 12V betrachtet

Durch Zusammenschaltung mehrerer Systeme kann auch eine größere Anzahl von Batterien überwacht werden. So können z.B. **192 Zellen* á 2V**, mit insgesamt sechs BADICHEQ 3000 (jedes mit 32 Zellen) überwacht werden. Über das mitgelieferte Webinterface sind dann alle Teilbereiche sichtbar. Alle Baugruppen sind in ein gemeinsames Wandgehäuse eingebaut. Das System ist nicht an eine Batterieart gebunden. Die Parameter können auf nahezu beliebige Anwendungsfälle programmiert werden. Die bisherigen Anwendungen betrafen Batterien der Hersteller Sonnenschein, Hagen, Saft, Varta, Trojan, Deta, Bären, Hawker, Panasonic, Horizon (USA), Oldham, CMP. Hierfür liegen umfangreiche Erfahrungen und ein erprobter Steueralgorithmus vor.

Durch eine zellenspannungsgeführte Regelung des Hauptladegerätes (CRCS) kann erreicht werden, dass keine Zelle überladen wird. Sobald eine Zelle die vorgeschriebene Ladeschlussspannung erreicht, wird der Ladestrom reduziert.

Die Zellen, die dann ihre Ladeschlussspannung nicht erreicht haben, werden durch die Zusatzladung des BADICHEQ (max. 20 Watt) individuell aufgefüllt, so dass nach einer endlichen Zahl von Ladezyklen jede Zelle entsprechend ihrer individuellen Kapazität am Ende eines Ladezyklus voll geladen ist. Dieser Zustand wird laufend überwacht und aufrechterhalten.

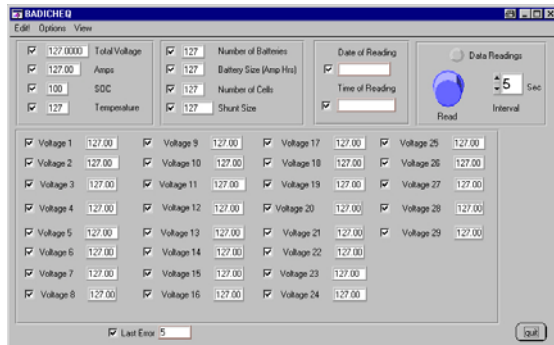
Mentzer Electronic GmbH	Industriestraße 18	61200 Wölfersheim	www.mentzer.de
Tel.: +49 (0)6036-9779-0	Fax.: +49 (0)6036-9779-13	Hotline: +49 (0)170-9617949	info@mentzer.de

Die Anzeige der verfügbaren Restladung berücksichtigt die außerordentlich große Abhängigkeit der Kapazität vom Strom und der Temperatur.

Bei allen Messungen und Steuerungen wird die Umgebungstemperatur der Batterie über max. 3 separate Temperaturfühler berücksichtigt.

PC Auswertesoftware BADIlog

Neben der Möglichkeit einer Fernübertragung im Internet oder Intranet, können die Daten der Anlage auch direkt über die PC-Software **BADILOG** ausgewertet werden.



Wichtige Batteriedaten, wie ausgefallene Batterien, Überladungen, Tiefentladungen, etc., werden in einem RAM gespeichert und können mit der PC-Software **"BADILOG"** zur Diagnose angezeigt werden. Dabei werden einzelnen Batteriedaten über 30 Zyklen (BADI-0 und BADICOaCH) und über 256 Zyklen (BADICHEQ) aufgezeichnet.

Statistische Daten wie Ladungs- und Energiedurchsätze, Zusatzladungen (BADICHEQ), Überladungen und Tiefentladungen, Temperaturen und Ladezeiten können über die Software BADILOG auf dem PC angezeigt werden. Es ermöglicht damit die schnelle Übersicht über:

- ausgefallene oder kapazitätsbegrenzende Zellen,
- Ladungs- und Energiedurchsätze, auch Zusatzladungen, Überladungen etc.,
- das Entladeverhalten an Hand einer Enladestromstatistik,
- eine Gesamtstatistik der Batterie,
- Strom/Spannungsgraphik des letzten Zyklus.

Außerdem kann per Tastendruck ein Messvorgang im BADICHEQ ausgelöst werden. Nach der Messung werden alle Messdaten (Gesamt- und Teilspannungen, Strom, Temperatur und aktuelle Kapazität) auf dem Bildschirm angezeigt und bei Bedarf in einer Datei gespeichert werden.

BADInet Netzwerkfähiges Batteriedaten- und Störungsmanagement über SNMP



Um jederzeit über den Zustand der Batterieanlage und über eventuelle Störungen informiert zu sein, bietet sich die Erweiterung des **BADICHEQ 3000** um unseren SNMP Adapter an. Der SNMP Adapter ist über eine RS 232 Schnittstelle mit dem **BADICHEQ 3000** verbunden. Die Batteriedaten werden vom SNMP-Adapter in regelmäßigen Abständen abgefragt und bewertet. Die Betriebsdaten der überwachten Anlage werden über die Software **BADInet 1.0** dargestellt. Mehrere SNMP Adapter müssen wiederum über einen Switch mit dem Netzwerk

Adapter müssen wiederum über einen Switch mit dem Netzwerk verbunden werden.

In der bei uns bestellbaren „Quick-Box“, einem Datenschränk für 19 Zoll Netzwerktechnik, können die SNMP, die dazugehörige Stromversorgung und der Switch bereits eingebaut werden. Damit erhalten Sie bereits bei Auslieferung eine optimal konfigurierte Anlage.

Durch ein maßgeschneidertes Schaltungskonzept in Verbindung mit einem in vielen Versuchen optimierten Steueralgorithmus konnten die technischen Schwierigkeiten bei der bezahlbaren Realisierung dieser Leistungsmerkmale unter rauen klimatischen, mechanischen und elektromagnetischen Umgebungsbedingungen überwunden werden.

II: Aufbau und Wirkungsweise

Kern des BADICHEQ ist ein microcontroller-gesteuertes Zellen-Selektions-Netzwerk, mit dem jede Zelle sowohl mit einer Spannungsmesseinrichtung als auch mit einem im BADICHEQ integrierten Zusatzladegerät kleiner Leistung zusammenschaltet werden kann.

Die Zustandsvariablen und verdichteten Daten über 128 zurückliegende Lade- und Entladezyklen werden in einem batteriegepufferten Speicher (S-RAM) aufgezeichnet.

Das im BADICHEQ integrierte Zusatzladegerät enthält einen Sperrwandler und gibt unabhängig von der Zellenspannung eine Leistung von ca. 20 Watt ab. Der Ausgangsstrom ist auf max. 5A begrenzt, die Ausgangsspannung auf max. 24V pro Messeinheit. Der Batteriestrom wird mit einem 60mV-Shunt und zwei nachgeschalteten Messverstärkern gemessen.

Zur Temperaturmessung gibt es drei Eingänge für Temperatursensoren mit 10mV/K, $I_b < 1\text{mA}$.

Die Zuordnung jeder Zelle zu einem der Temperatursensoren im BADICHEQ-Programm erfolgt an Hand der Bestellangaben vor der Auslieferung.

Zur Anzeige der verfügbaren Restladung, des aktuellen Batteriestromes und eventuell aufgetretener Systemfehler ist eine Analoganzeige mit drei Leuchtdioden lieferbar, die sehr einfach über ein zwei- bzw. dreiadriges Kabel mit dem BADICHEQ verbunden werden kann.

Der Datenaustausch mit einem PC erfolgt über eine RS 232-Schnittstelle. Der PC muss ein IBM-kompatibler Rechner mit folgender Mindestausstattung sein:

- Win9x, WinNT, Win2000, WinXP Betriebssystem,
- freie RS 232-Schnittstelle (die Schnittstelle darf nicht durch ein internes Modem oder ähnliches belegt sein),

Die notwendigen Pegelanpassungen für eine RS 232-Datenübertragung werden in einer Interfacebaugruppe vorgenommen, die in die Verbindungsleitung zwischen BADICHEQ und PC eingeschaltet wird. Dieses RS232-Interface wird mit Potentialtrennung geliefert, wodurch der Rechner bei angestecktem Verbindungskabel nicht mit dem negativen Pol der Batterie verbunden ist.

Für die Steuerung des Haupt-Ladegerätes (Strom-Sollwertvorgabe für CRCS) steht ein zweiter potentialfreier PWM-Ausgang zur Verfügung. (Optokoppler-Transistorausgang)

Ein weiteres PWM-Ausgangssignal kann nach Absprache dazu verwendet werden, den Entladestrom in Abhängigkeit vom Ladezustand der Batterie zu beeinflussen.

BADICHEQ wird allein aus der Batterie gespeist, so dass die Zusatzladung einzelner Zellen zu jedem beliebigen Zeitpunkt und unabhängig von einer Netzeinspeisung erfolgen kann. Da kein Netzanschluss benötigt wird, können keine Netzurückwirkungen (Funkstörungen) und keine auf Netz bezogenen gefährlichen Spannungen auftreten.

Durch den sehr großen zulässigen Eingangsspannungsbereich ist BADICHEQ 3000 für Batterien bis zu 520V Gesamtspannung einsetzbar.

Alle Batteriemessleitungen werden direkt mit dem BADICHEQ verbunden. Für die Messleitungen, wie Temperaturfühler, Shuntleitung, Anzeigeleitung, Kontakte, ist ein 37poliger D-Sub-Stecker vorgesehen.

III: VORTEILE

Hohe Gebrauchsdauer der Batterie

- Vermeidung von Überladungen einzelner Blöcke mit Temperaturerhöhung und Elektrolytverlust
- keine over-all Ausgleichladung mit Schädigung aller Blöcke durch Temperaturerhöhung und Elektrolytverlust
- Vermeidung von Tiefentladungen durch blockspannungsbezogene Restladungsberechnung
- kein Gebrauchsdauerverlust durch Zyklisierung
- Prinzip des Ladeverfahrens: Gesamtbatterie wird geladen, wie Einzelblock an optimiertem Ladegerät

Senkung der Betriebskosten

- Einsatz bzw. Austausch nicht vorzyklierter Blöcke möglich
- höherer Gesamtwirkungsgrad durch Wegfall von Überladungen
- keine Zeit und Energieverschwendung für Ausgleichladungen
- Einsparung von Wartungen und Kapazitätsmessungen in der Werkstatt
- Verkürzung der Servicekosten im Havariefall durch schnelle Fehlerdiagnose

- Auswertung und Prüfung der Anlage über eine optionale Datenübertragungssysteme, z.B. Internet oder LAN
- optionale Ereignismeldung über GSM an Servicepersonal

Ideelle Vorteile

- maximale Verfügbarkeit durch ständig optimale Ladungsbalance
- wartungsfreier und vollautomatischer Betrieb
- Verkürzung der mittleren Ladezeit (bei vom System angesteuertem Ladegerät)
- umfassende Information über die Vorgeschichte der Batterie
- schnelle Klärung von Garantiefragen

Voraussetzungen

Jeder Batteriepunkt muss über eine Messleitung von 0,75qmm mit dem BADICHEQ verbunden werden. Die Messleitung muss mit einer entsprechenden Sicherung, möglichst nahe an der Batterie abgesichert werden (max. 5A mit entsprechender Spannung)

Kapitel 3: Technische Hauptkennwerte

Maximale Anzahl der Zellen:	34, mit Erweiterungsmodul bis zu 62
Messbereich für Zellenspannung:	0-1.5xZellen·Nennspannung
Auflösung:	0.1% Messbereichsendwert
maximaler Gesamtfehler:	1% Messbereichsendwert
Temperaturdrift bei Spgs.-Messung:	<0.3% im gesamten Temperaturbereich
Messbereich Lade/Entladestrom:	0 - 0.7x / 0 - 1.5x (60mV·)Shunt-nennstrom
Auflösung / Gesamtfehler:	0.1% / 0.5% Messbereichsendwert +1%rdg
Temperaturdrift Strommessung:	<0.5% im gesamten Temperaturbereich
Messbereich Temperaturmessung:	- 20 bis +75°C
Auflösung/max. Gesamtfehler:	1K/3K (LM235)
PWM-Ausgänge / Frequenz:	3 / 2kHz
PWM-Ausgangsspannung / Strom	27V / 5mA
Relaiskontakte Tiefentladung	220V~ / 2A
PC-Kopplung:	RS 232, 9.6kbaud
Versorgungsspannungsbereich:	30V bis 520V DC
Energieverbrauch:	ca. 2,5W, 6W mit aktiver Anzeige
Ladestrom der Zusatzladung:	20W / Zellenspannung, max. 5A
Temperaturbereich	- 0°C bis +45°C Umgebungstemperatur
berechnete Lebensdauer:	>15 Jahre bei 300 Zyklen
Gewicht/Maße:	ca. 5 kg/ H 600, B 300, T 150 mm

Kapitel 4: Lieferumfang

Mentzer Electronic GmbH	Industriestraße 18	61200 Wölfersheim	www.mentzer.de
Tel.: +49 (0)6036-9779-0	Fax.: +49 (0)6036-9779-13	Hotline: +49 (0)170-9617949	info@mentzer.de

Alle BADICHEQ 3000-Typen sind auf der Grundausführung für 32 Zellen aufgebaut. Durch Ab- und Aufrüstung können Geräte für 12, 16, 20, 24, 28, 34, 40 und 62 Zellen gefertigt werden. Die max. Gesamt-Nennspannung beträgt 520V. Damit können maximal 34 Blöcke á 12V bzw. 62 Blöcke á 6V überwacht werden. Die genaue Zellenzahl ist bei der Bestellung anzugeben. Für alle Ausführungen stehen Kunststoffgehäuse zur Verfügung. Geräte für 12 bis 28 Zellen werden als Standard in der Schutzart IP 20 geliefert. Geräte für 40 bis 64 Zellen sind nur in einem Gehäuse der Schutzart IP 54 lieferbar.

Die Messleitungen der einzelnen Zellen werden direkt mit dem BADICHEQ verbunden. Display, Meßshunt, zusätzliche Temperaturfühler, Schnittstellenadapter und Auswertesoftware sind im Gerätepreis nicht enthalten und müssen entsprechend bestellt werden.

Bestellung

BADICHEQ kann aufgrund seiner weitreichenden Hardwareausstattung an nahezu beliebige Batterietypen angepasst werden. Dies gilt auch für das Ladeverfahren, sofern das schonende zellenspannungsgeführte Ladeverfahren (**CRCS**) gewünscht ist und ein steuerbares Ladegerät verfügbar ist. Jeder BADICHEQ wird werkseitig auf den vorgesehenen Anwendungsfall voreingestellt.

Ihre Bestellangaben müssen folgende Informationen enthalten:

- Nennspannung und Anzahl der erfassten Zellen oder Zellgruppen
- Batterietyp und -hersteller
- Shunt-nennstrom und -spannung
- Anzahl und Zuordnung der Temperaturfühler (max. 3)

Zur Vorbereitung der Messkabel benötigen wir außerdem:

- die Anzahl der Temperaturfühler (maximal 3) und deren Kabellängen,
- für jeden Fühler alle Zellen-Nummern, die diesem Fühler zugeordnet sein sollen,
- die Länge der Shunt-Meßleitung.

Weitergehende Informationen, etwa für die Definition einer kundenspezifischen Ladekennlinie, sollten in einem **persönlichen Gespräch** ausgetauscht werden.

Technischer Hinweis / bauseitige Leistungen:

- Je Datenschränk ist eine, in der Nähe des BADICHEQ 3000 installierte gesicherte 230 VAC-Versorgung erforderlich,
- Am Aufstellort ist ein, in der Nähe des BADICHEQ 3000 installierter Netzwerkanschluss erforderlich.

- Sind die zu überwachenden Batterien auf mehrere Räume verteilt, so muss je Raum neben dem zusätzlichen Datenschränk eine gesicherte 230 VAC Stromversorgung sowie ein Netzwerkanschluss installiert sein !

Kapitel 5: Schaltbilder

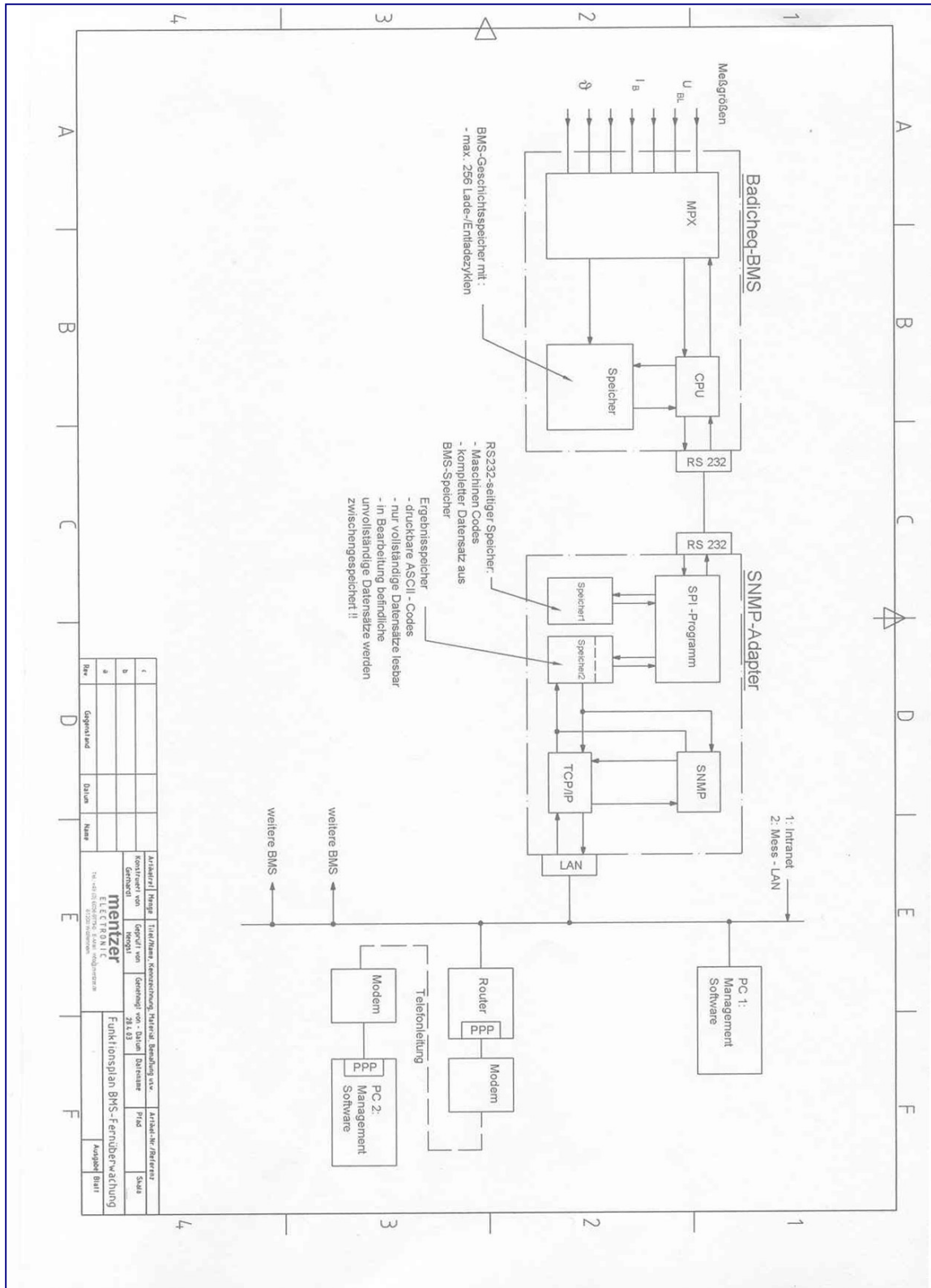
Beispiel:

BADICHEQ 3000, Ausführung für 32 Batterien á 12V, mit einem Temperaturfühler und integrierter LED Anzeige

- LED grün: Starkladung / Erhaltungsladung
- LED gelb: Batterie entladen / Blockunterspannung
- LED rot: Batteriefehler / Gerätefehler



Blockschaltbild BADICHEQ 3000 und SNMP



Beispielhafte Darstellung LED-Anzeige

