

Powerpacks

Ohne Saft keine Kraft: Jeder Verstärker braucht eine stabile Stromversorgung. *autohifi* hat daher zwölf Spezialbatterien unter die Lupe genommen. Welche powert am meisten?



Inhalt

Im Test: 12 Spezialbatterien ab S. 48

AIV Green Power 900	180 Euro
AIV Green Power 3500	500 Euro
Alfatec Powersound 1000	280 Euro
Alfatec Powersound 1500	320 Euro
exact! cyclic A 512 C/56 A-BL	300 Euro
Ground Zero GZNB 12.3500	300 Euro
Northstar NSB 60 FT	230 Euro
Northstar NSB 90	230 Euro
Optima 900 Blue Top	400 Euro
Stinger SP 1000	425 Euro
Stinger SPV 44	225 Euro
Zealium ZSB-2400	300 Euro

Technik und Know-how

Die Bedeutung der Entladungskurven	Seite 52
Batterie-Lexikon	Seite 53
So testet <i>autohifi</i> Batterien	Seite 55

So funktionieren Batterien	Seite 56/57
Web-Adressen	Seite 57
Der Anschluss einer Zusatzbatterie	Seite 58/59
Zubehör: Trennrelais-Typen	Seite 58
Zubehör: Batterie-Polklemmen	Seite 58
Achtung, Spannungsabfall!	Seite 59

Batterie-Trends

- Ground-Zero-Einzelblöcke	Seite 60
- AGM-Batterien ab Werk	Seite 60
- Varta pro motive 170 Ah	Seite 60

Weiteres Zubehör

- Spezialnetzteil	
- Helix XXL Competition	Seite 61
- Intelligenter Laderegler Microcharge	Seite 61
- Streifensicherungen	Seite 61
Die Bedeutung der Messwerte	Seite 62/63
Alle Messwerte im Überblick	Seite 62/63

Batterien-Spezial

Alle über Batterien im Auto

Von Holger Seybold

Der letzte große Batterietest in autohifi 1/2004 hat in der gesamten Branche für Bewegung gesorgt. Bis dahin kannte man zwar die theoretischen Vorzüge einer kräftigen Batterie, aber welcher Akku nun wie viel leistet, das wusste niemand so genau.

Im bis dato größten Labortest der autohifi-Geschichte mussten zwölf AGM- und Säure-Batterien zeigen, was sie drauf haben. Und im abschließenden Klangcheck ging der Redaktion ein Licht auf: Die Testbatterien brachten in den beiden Einbaukurs-Autos dramatische Klangsteigerungen – vor allem im Bassbereich.

Die Batterie ist nämlich ein entscheidender Bestandteil der HIFI-Anlage. Sie versorgt alle an-

geschlossenen Geräte mit Saft und puffert sämtliche größere Stromschwankungen ab. Führt man mit abgeschalteter Anlage durch die Gegend, also ohne Zusatzgeräte am Netz, funktioniert das Zusammenspiel zwischen dem Generator (Lichtmaschine) und einer normalen Batterie noch ganz gut.

Wenn nun ein oder mehrere Verstärker nach Strom verlangen, dann kollabiert das System, die

Einige Probanden liefern fast so viel Strom wie eine fette Lkw-Batterie

Spannung fällt ab. Besonders im Dunkeln macht sich das bemerkbar – das Abblendlicht wird im Basstakt dunkler. Wer kennt das nicht?

Das übrige Bordnetz, speziell die empfindliche Steuerelektronik, findet die Spannungsschwankungen auch nicht so toll. Ein Kondensator bringt hier zwar etwas Linderung, weil er den kurzen Zeitraum überbrückt, bis die Batterie ihren Säureprozess in Gang bringt. Danach ►



AIV Green Power 900

Preis: 180 Euro
Vertrieb: AIV
Spitzwegstraße 18, 74081 Heilbronn
www.aiv.de

Abmessungen (BxHxT) 200x80x130 mm
Gewicht 5,0 kg
Nennkapazität (lt. Hersteller) 13 Ah
Kälteprüfstrom (lt. Hersteller) 400 A

Die kleine AIV Green Power 900 ist die klassische Zusatzbatterie. Nicht Kapazität ist ihr Metier, sondern Strom satt. Dafür ist sie gar nicht mal teuer.

autohifi-Messergebnisse

Kapazitätstest bei konstant 25 A

Gemessen an Baugröße und Gewicht erstaunlich hohes Durchhaltevermögen.

Hochstromtest bei konstant 10,5 V

Im Vergleich zum geringen Gewicht gigantische Strompower, perfekt für eine Stützbatterie.

Innenwiderstand 6,4 mΩ
Kapazität RC 29 Minuten (12,0 Ah)
max. Strom (10,5 V) 220 A
Anwendungsbereich Zusatzbatterie

autohifi TESTURTEIL
AIV Green Power 900
sehr empfehlenswert

AIV Green Power 3500

Preis: 500 Euro
Vertrieb: AIV
Spitzwegstraße 18, 74081 Heilbronn
www.aiv.de

Abmessungen (BxHxT) 330x170x180 mm
Gewicht 23,49 kg
Nennkapazität (lt. Hersteller) 70 Ah
Kälteprüfstrom (lt. Hersteller) 1700 A

Die AIV Green Power 3500 ist mit 500 Euro der teuerste Kandidat – und das ist ihr Problem. Auch wenn die Werte alle toll sind, die Konkurrenz macht's preiswerter.

autohifi-Messergebnisse

Kapazitätstest bei konstant 25 A

Recht niedriges Spannungsniveau, aber gutes Durchhaltevermögen.

Hochstromtest bei konstant 10,5 V

Hoher Startstrom und exzellentes Durchhaltevermögen, eine typische Verbraucher-Batterie.

Innenwiderstand 3,18 mΩ
Kapazität RC 157 Minuten (65,6 Ah)
max. Strom (10,5 V) 505 A
Anwendungsbereich Starter-/Zusatzbatterie

autohifi TESTURTEIL
AIV Green Power 3500
bedingt empfehlenswert

Alfatec Powersound 1000

Preis: 280 Euro
Vertrieb: Alfatec
Meckenloher Straße 11, 91126 Rednitzhembach
www.alfatec-carhifi.de

Abmessungen (BxHxT) 278x175x190 mm
Gewicht 21,87 kg
Nennkapazität (lt. Hersteller) 68 Ah
Kälteprüfstrom (lt. Hersteller) 1000 A

Die Alfatec Powersound 1000 bietet ordentliche Leistung. Der Gel-Akku stellte zwar keine Rekorde auf, blieb aber beim Hochstromtest recht stabil.

autohifi-Messergebnisse

Kapazitätstest bei konstant 25 A

Anfangs sehr hohes Spannungsniveau, blieb aber beim Hochstromtest recht stabil.

Hochstromtest bei konstant 10,5 V

Recht ordentlicher Startstrom mit sehr guter Stabilität, macht also nicht so schnell schlapp.

Innenwiderstand 6,22 mΩ
Kapazität RC 97 Minuten (40,3 Ah)
max. Strom (10,5 V) 324 A
Anwendungsbereich Starter-/Zusatzbatterie

autohifi TESTURTEIL
Alfatec Powersound 1000
bedingt empfehlenswert

Alfatec Powersound 1500

Preis: 320 Euro
Vertrieb: Alfatec
Meckenloher Straße 11, 91126 Rednitzhembach
www.alfatec-carhifi.de

Abmessungen (BxHxT) 354x175x190 mm
Gewicht 27,43 kg
Nennkapazität (lt. Hersteller) 95 Ah
Kälteprüfstrom (lt. Hersteller) 1500 A

Die Powersound 1500 schlägt in die gleiche Kerbe wie die 1000, bietet aber ein etwas besseres Preis-Leistungsverhältnis. Fürs gleiche Geld gibt's AGM-Batterien.

autohifi-Messergebnisse

Kapazitätstest bei konstant 25 A

Hohes Spannungsniveau und tolles Durchhalten bis an die Kapazitätsgrenze.

Hochstromtest bei konstant 10,5 V

Ordentlicher Startstrom mit sauberem Durchhaltevermögen, typische Verbraucher-Batterie.

Innenwiderstand 3,97 mΩ
Kapazität RC 145 Minuten (60,4 Ah)
max. Strom (10,5 V) 437 A
Anwendungsbereich Starter-/Zusatzbatterie

autohifi TESTURTEIL
Alfatec Powersound 1500
bedingt empfehlenswert

exact! cyclic A 512 C/56 A-BL

Preis: 300 Euro
Vertrieb: exact!
Im Dütetal 11a, 49078 Osnabrück
www.exactaudio.de

Abmessungen (BxHxT) 278x175x190 mm
Gewicht 21,27 kg
Nennkapazität (lt. Hersteller) 56 Ah
Kälteprüfstrom (lt. Hersteller) 400 A

exact! bringt wie Alfatec eine Gel-Batterie an den Start. Sie leistete sich zwar keine Patzer, aber bei dem Preis ist eine modernere AGM-Batterie sinnvoller.

autohifi-Messergebnisse

Kapazitätstest bei konstant 25 A

Recht hohes Spannungsniveau und guter Verlauf bis zur Kapazitätsgrenze, für Gel-Technik ok.

Hochstromtest bei konstant 10,5 V

Für eine Gel-Batterie ordentlicher Strom, aber mäßige Stabilität, eher eine Starterbatterie.

Innenwiderstand 5,4 mΩ
Kapazität RC 108 Minuten (45,0 Ah)
max. Strom (10,5 V) 363 A
Anwendungsbereich Starter-/Zusatzbatterie

autohifi TESTURTEIL
exact! cyclic A 512 C/56 A-BL
bedingt empfehlenswert

Ground Zero GZNB 12.3500

Preis: 300 Euro
Vertrieb: Ground Zero
Keltensring 16, 85658 Egmating
www.ground-zero-audio.com

Abmessungen (BxHxT) 354x175x190 mm
Gewicht 24,96 kg
Nennkapazität (lt. Hersteller) 90 Ah
Kälteprüfstrom (lt. Hersteller) 3500 A

Die Ground Zero lieferte zwar nicht ganz die erhoffte Kapazität, glänzte aber mit einem sehr guten Preis-Leistungsverhältnis in Sachen Euro pro Ampere.

autohifi-Messergebnisse

Kapazitätstest bei konstant 25 A

Startet mit gutem Spannungsniveau und hält dies auch sehr ordentlich aufrecht.

Hochstromtest bei konstant 10,5 V

Bemerkenswert hoher Startstrom mit entsprechend geringerem Durchhaltevermögen.

Innenwiderstand 2,68 mΩ
Kapazität RC 120 Minuten (49,9 Ah)
max. Strom (10,5 V) 530 A
Anwendungsbereich Starter-/Zusatzbatterie

autohifi TESTURTEIL
Ground Zero GZNB 12.3500
sehr empfehlenswert

Batterien-Spezial

Alle über Batterien im Auto

aber ist wieder die Batterie gefragt. Und wenn hier der Saft nur spärlich plätschert, dann haben die Verstärker das Nachsehen.

Noch ein Wort zur Begrifflichkeit. In autohifi 1/2004 haben wir die modernen Saftpender „Gel-Batterien“ genannt, als Bezeichnung für auslaufsichere Modelle (Rekombinations-Batterien). Wir haben damals allerdings nur AGM-Batterien getestet; diese Unterscheidung führen

wir hiermit ein. Näheres zu den unterschiedlichen Bauformen steht auf den Seiten 56/57.

Faktor Innenwiderstand

Schuld am Spannungseinbruch der Batterie ist ihr Innenwiderstand R_i . Nach dem Ohm'schen Gesetz $U=R \cdot I$ stehen Innenwiderstand, Strom und Spannungsabfall immer in direkter Abhän-

gigkeit. Je größer der Innenwiderstand ist, desto größer ist auch der Spannungseinbruch.

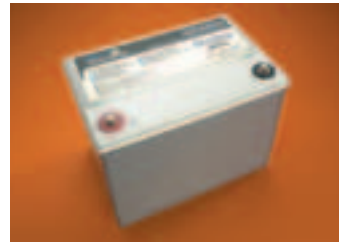
$$\text{Spannungsabfall (V)} = \text{Strom (A)} \times \text{Innenwiderstand (\Omega)}$$

Die Lösung lautet also: Eine Batterie mit einem möglichst kleinen Innenwiderstand muss her bzw. die komplette Stromversorgung muss

Das Thema Batterien ist komplexer, als es auf den ersten Blick scheint

einen möglichst geringen Widerstand aufweisen. Auf Grundlage dieser Aussage könnten wir nun hergehen und einfach die Innenwiderstände unserer zwölf Test-Batterien messen, vergleichen und den Kandidaten mit dem geringsten Innenwiderstand zum Testsieger küren. Machen wir aber nicht – wir gehen viel weiter!

Das Thema Batterien ist nämlich viel komplexer, als es auf den ersten Blick scheint. Der In-



NORTHSTAR
Northstar NSB 60 FT

Preis: 230 Euro
Vertrieb: Media Service Hochrhein
Klingnauerstraße 18, 79761 Waldshut-Tiengen
www.msh-shop.com

Abmessungen (BxHxT) 290x110x265 mm
Gewicht 22,97 kg
Nennkapazität (lt. Hersteller) 60 Ah
Kälteprüfstrom (lt. Hersteller) 1080 A

Die NSB 60 FT war fast leer, als sie das Testlabor erreichte und hat dadurch wohl Schaden genommen – anders ist ihr Auftritt nicht zu erklären. Keine Einstufung!

autohifi-Messergebnisse
Kapazitätstest bei konstant 25 A

Kurve nicht repräsentativ wegen Gerätedefekts.

Hochstromtest bei konstant 10,5 V

Kurve nicht repräsentativ wegen Gerätedefekts.

Innenwiderstand –
Kapazität RC –
max. Strom (10,5 V) –
Anwendungsbereich Zusatzbatterie

autohifi TESTURTEIL
Northstar NSB 60 FT
keine Einstufung*

NORTHSTAR
Northstar NSB 90

Preis: 230 Euro
Vertrieb: Media Service Hochrhein
Klingnauerstraße 18, 79761 Waldshut-Tiengen
www.msh-shop.com

Abmessungen (BxHxT) 345x175x215 mm
Gewicht 36,32 kg
Nennkapazität (lt. Hersteller) 90 Ah
Kälteprüfstrom (lt. Hersteller) 1500 A

Knapp 600 Ampere und schier gigantische RC-Kapazität zum Traumpreis von nur 230 Euro. Die große Northstar NSB 90 ist der Hammer, wiegt aber 36 kg!

autohifi-Messergebnisse
Kapazitätstest bei konstant 25 A

Sehr hohes Spannungsniveau und exzellentes Durchhaltevermögen mit vorbildlichem Verlauf.

Hochstromtest bei konstant 10,5 V

Sehr hoher Startstrom, höchste Energieabgabe aller Probanden, extrem stabiler Verlauf.

Innenwiderstand 2,65 mΩ
Kapazität RC 201 Minuten (84,0 Ah)
max. Strom (10,5 V) 594 A
Anwendungsbereich Starter-/Zusatzbatterie

autohifi TESTURTEIL
Northstar NSB 90
sehr empfehlenswert

OPTIMA
Optima 900 Blue Top

Preis: 400 Euro
Vertrieb: Europalux
Gewerbestraße 31, 48249 Dülmen-Buldern
www.optima-batterien.de

Abmessungen (BxHxT) 325x165x240 mm
Gewicht 27,34 kg
Nennkapazität (lt. Hersteller) 75 Ah
Kälteprüfstrom (lt. Hersteller) 975 A

Die große Blaue von Optima ging in Sachen Hochstrom sofort in die Vollen und bot viel Ampere fürs Geld. Ihre Höhe (240 mm) könnte Probleme bereiten.

autohifi-Messergebnisse
Kapazitätstest bei konstant 25 A

Sehr hohes Spannungsniveau, stabiler Verlauf bis zur Kapazitätsgrenze.

Hochstromtest bei konstant 10,5 V

Höchster Startstrom des Tests, dennoch recht stabiler und glatter Verlauf.

Innenwiderstand 2,51 mΩ
Kapazität RC 118 Minuten (49,2 Ah)
max. Strom (10,5 V) 632 A
Anwendungsbereich Starter-/Zusatzbatterie

autohifi TESTURTEIL
Optima 900 Blue Top
sehr empfehlenswert

Stinger
Stinger SP 1000

Preis: 425 Euro
Vertrieb: CHPW
Friedrich-Ebert-Straße 42, 92637 Weiden
www.chpw.de

Abmessungen (BxHxT) 200x165x170 mm
Gewicht 16,2 kg
Nennkapazität (lt. Hersteller) 44 Ah
Kälteprüfstrom (lt. Hersteller) 1200 A

Die Stinger SP 1000 lieferte gemessen an ihrer Größe durchaus gute Werte, doch leider liegt der Preis mit 425 Euro viel zu hoch. Lieber die SPV 44 nehmen.

autohifi-Messergebnisse
Kapazitätstest bei konstant 25 A

Recht hohe Eingangsspannung und gutes Durchhaltevermögen gemessen an der Baugröße.

Hochstromtest bei konstant 10,5 V

Hoher Startstrom gemessen an der Baugröße, stabiler glatter Verlauf.

Innenwiderstand 5,26 mΩ
Kapazität RC 73 Minuten (30,5 Ah)
max. Strom (10,5 V) 360 A
Anwendungsbereich Zusatzbatterie

autohifi TESTURTEIL
Stinger SP 1000
bedingt empfehlenswert

Stinger
Stinger SPV 44

Preis: 225 Euro
Vertrieb: CHPW
Friedrich-Ebert-Straße 42, 92637 Weiden
www.chpw.de

Abmessungen (BxHxT) 200x165x165 mm
Gewicht 15,02 kg
Nennkapazität (lt. Hersteller) 44 Ah
Kälteprüfstrom (lt. Hersteller) 660 A

Die Stinger SPV 44 kann beim Preis-Leistungsverhältnis sogar mit den großen Boliden mithalten und verdient eine besondere Empfehlung als Zusatzbatterie.

autohifi-Messergebnisse
Kapazitätstest bei konstant 25 A

Sehr hohe Eingangsspannung und gutes Durchhaltevermögen gemessen an der Baugröße.

Hochstromtest bei konstant 10,5 V

Hoher Startstrom gemessen an der Baugröße, stabiler glatter Verlauf.

Innenwiderstand 4,06 mΩ
Kapazität RC 80 Minuten (33,5 Ah)
max. Strom (10,5 V) 364 A
Anwendungsbereich Zusatzbatterie

autohifi TESTURTEIL
Stinger SPV 44
sehr empfehlenswert

Zealum
Zealum ZSB-2400

Preis: 300 Euro
Vertrieb: ACR
Bohrturmweg 1, CH-5330 Zurzach
www.acr.ch

Abmessungen (BxHxT) 200x175x210 mm
Gewicht 26,54 kg
Nennkapazität (lt. Hersteller) 70 Ah
Kälteprüfstrom (lt. Hersteller) 800 A

Die ZSB-2400 bietet das zweitbeste Preis-Stromverhältnis und bringt außerdem satte RC-Kapazität mit. Daumen rauf für die kompakt bauende Zealum.

autohifi-Messergebnisse
Kapazitätstest bei konstant 25 A

Hohes Spannungsniveau am Start, konstanter glatter Verlauf mit hoher Durchhaltevermögen.

Hochstromtest bei konstant 10,5 V

Sehr hohes Stromniveau mit sehr ordentlichem Durchhaltevermögen.

Innenwiderstand 3,73 mΩ
Kapazität RC 135 Minuten (56,1 Ah)
max. Strom (10,5 V) 537 A
Anwendungsbereich Starter-/Zusatzbatterie

autohifi TESTURTEIL
Zealum ZSB-2400
sehr empfehlenswert

* Testbatterie vermutlich defekt

nenwiderstand ist nur einer der entscheidenden Faktoren in Sachen verfügbarer Strom. Er sagt noch nichts darüber aus, wie sich die Batterie unter Last verhält. Liefert sie konstanten Strom oder fällt dieser stark ab?

Auf Zeit gesehen ist die Kapazität – also welche Energiemenge insgesamt in der Batterie steckt – ebenfalls wichtig. Wenn nämlich eine Batterie entladen wird, fällt ihre Spannung kontinuierlich ab. Der nutzbare Strom verringert sich dementsprechend proportional. Und wenn man mal im Stand etwas länger Musik hören will, dann soll die Batterie ja nicht so schnell schlapp machen.

Kapazität = Energiemenge

Nach der Europäischen Norm (EN) wird die Kapazität von Starterbatterien in einem Zeitraum von 20 Stunden (K20) ermittelt. Eine 56-Ah-Batterie liefert also 20 Stunden lang 2,8 Ampere. Doch wer sitzt schon 20 Stunden im Auto und hat eine Anlage, die so klein ist, dass sie mit nur 2,8 Ampere vernünftig läuft? Richtig – niemand!

Wer jetzt meint, er könne auch zwei Stunden lang 28 Ampere aus der Batterie entnehmen, der hat die Rechnung ohne den Innenwiderstand gemacht. Denn durch den höheren Strom fällt die Spannung stärker ab, wodurch weniger nutzbare Kapazität bleibt. Nach rund 1,5 Stunden ist hier bereits Feierabend.

Die Kapazität ermitteln wir bei unseren Probanden deshalb nicht nach der EN (K20), sondern mit der amerikanischen Reserve Capacity (RC). Mit ihr prüfen wir, wie viele Minuten aus der vollgeladenen Batterie ein Strom von genau 25 Ampere gezogen werden kann, bis die Spannung auf 10,5 Volt (Entladeschluss-Spannung) abgefallen ist. So lange könnte man (theoretisch) im Stand Musik hören, bis der Unterspannungsschutz des Amps das Treiben beendet. Die RC-Kapazität von 25 Ampere ist eine praxisgerechte Messgröße für die Auto-HiFi-Anlage.

Weiterhin wollen wir wissen, wie viel Strom die Batterien maximal vom Stapel lassen und wie sie auf diese Belastung reagieren. Beim Hochstromtest ziehen wir exakt drei Minuten lang den maximal verfügbaren Strom, den die Probanden liefern können, ohne unter 10,5 Volt abzufallen. Anhand der Ergebnisse und des Kurvenverlaufs lassen sich Rückschlüsse auf die Stabilität bzw. die Auslegung der Batterie ziehen.

Alle hier getesteten Gel- und AGM-Batterien dürfen im Gegensatz zu normalen Säurebatterien auch im Innenraum oder Kofferraum verbaut werden, weil sie ein komplett gasdicht verschlossenes Gehäuse haben. Entstehendes Knallgas (Wasserstoff) wird an den Platten rekombiniert. Normale, nasse Säurebatterien sollten hingegen im Motorraum bleiben, weil sich beim Laden Knallgas bildet – dann wird's gefährlich. Es besteht Explosionsgefahr!

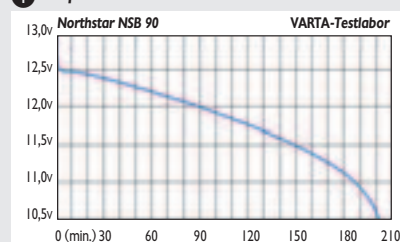
Die Bedeutung der Entladungskurven

Die wichtigen Größen bei einer Batterie sind die Kapazität in Amperestunden (Ah) und der maximale Strom in Ampere (A). autohifi hat die Kapazität nach der amerikanischen RC-Prüfung (Reserve Capacity) getestet. Die voll geladene Batterie wird dabei mit konstant 25 Ampere belastet und so lange entladen, bis sie auf 10,5 Volt abgefallen ist.

Der Spannungsverlauf ist in Diagramm 1 zu sehen. Die Messung entspricht dem Musikhören im Stand und gibt Aufschluss über die enthaltene Energie sowie die Spannungstabilität. Beim Hochstromtest wird der vollen Batterie 180 Sekunden lang der maximale Strom entzogen, den sie abgeben kann, ohne unter 10,5 Volt zu fallen. Diagramm 2 zeigt also die Höhe des Stroms bei konstant 10,5 Volt. Außerdem ist die abgegebene Energie (grün) verzeichnet.

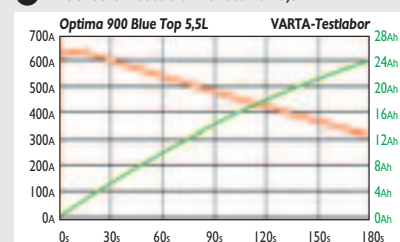
autohifi-Messwerte

1 Kapazitätstest bei konstant 25 A



Die Northstar NSB 90 hält den Rekord in Sachen Kapazität, erst nach 201 Minuten ist Schluss.

2 Hochstromtest bei konstant 10,5 V



Die Optima 900 Blue Top 5,5L liefert mit 632 Ampere den höchsten Spitzenstrom dieses Tests.

Batterie-Lexikon

Akkumulator: Bezeichnung für eine wiederaufladbare Batterie.

AGM: Ein Mikrofaservlies (Absorptive Glass Matt) dient zur Festlegung der Schwefelsäure in einer verschlossenen, wartungsfreien Batterie.

Ampere: Abkürzung = A. Maßeinheit für die elektrische Stromstärke.

Amperestunden: Abkürzung = Ah. Maßeinheit der Kapazität (Elektrizitätsmenge). Produkt aus Stromstärke und Zeitdauer.

Destilliertes Wasser: Entmineralisiertes, gereinigtes Wasser zum Ausgleich des Wasserverlustes bei normalen Nassbatterien.

Elektronen: Negativ geladene Elementarteilchen, verantwortlich für den Ladungstransport.

EN: Europäische Norm.

Energie: Sie lässt sich nicht erzeugen, sondern nur umwandeln. Akkus wandeln chemische Energie in elektrische Energie und Wärmeenergie um und umgekehrt.

Faraday'scher Wirkungsgrad: Batterien benötigen zum Laden eine höhere Strommenge, als sie beim Entladen abgeben können. Das Verhältnis wird in Prozent ausgedrückt.

Gel: Die Schwefelsäure der Batterie erstarrt durch Zugabe von Kieselsäure. Das Elektrolyt ist dadurch festgelegt.

Generator: Meist vom Keilriemen des Motors angetriebener Stromerzeuger im Auto. Wird auch als Lichtmaschine bezeichnet.

Innenwiderstand: Aussagekräftigster Messwert für den Einsatz als Auto-HiFi-Batterie, je niedriger, desto besser. Setzt sich aus dem Ohm'schen Widerstand und einem elektrochemischen Widerstand zusammen. Er lässt sich durch den Abfall der Batteriespannung proportional zum Entladestrom messen. Je niedriger der Innenwiderstand einer Batterie, desto mehr Strom kann sie liefern und desto geringer ist der Spannungsabfall bei der Stromentnahme.

Kälteprüfstrom: Maximaler Strom, den die Batterie 10 Sekunden lang bei -18°C liefert, ohne mit der Spannung auf unter 7,5 Volt zu fallen (lt. EN).

Kapazität: Verfügbare Elektrizitätsmenge. Wird in Amperestunden (Ah) angegeben.

Konstantspannungsladung: Übliches Ladeverfahren im Auto. Die Batterie wird mit der konstanten Spannung der Lichtmaschine geladen.

Ladespannung: Ideal für 12-Volt-Batterien ist eine Ladespannung von 14,4 Volt (2,4 Volt/Zelle).

Ladung: Zugeführte elektrische Energie wird in chemische Energie umgewandelt.

Leerlaufspannung: Spannungswert an der Batterie ohne Belastung.

Memory-Effekt: Werden ältere Akkutypen (etwa NiCd) nicht vollständig entladen, verlieren sie an Kapazität. Dieser Effekt tritt bei Blei-Akkus nicht auf; Tiefentladung ist sogar schädlich (siehe Tiefentladung).

Nennkapazität: Angabe der Kapazität bei einer Entladezeit von typisch 20 Stunden (K20).

Nennspannung: Gerundeter Spannungswert der Batterie. Im Auto typisch: 12 Volt.

Parallelschaltung: Durch Verbinden der gleichnamigen Pole zweier Batterien erhöhen sich die Kapazität und der maximale Strom. Die Spannung ändert sich hingegen nicht. Es sollten nur absolut identische Batterien verbunden werden.

Pufferbatterie: Zweitbatterie in einem Stromkreis zur Stabilisierung der Spannung.

Reservekapazität (RC): Kapazitätsangabe, die mit einer konstanten Entladung von 25 Ampere bis zu einer Endspannung von 10,5 Volt ermittelt wird. Sie wird in Minuten angegeben.

Säuredichte: Der Ladezustand von Nassbatterien lässt sich anhand ihrer Säuredichte bestimmen.

Selbstentladung: Durch einen dauerhaften chemischen Prozess entlädt sich die Batterie ständig.

Sicherheitsventil: Ventil in einer Rekombinationsbatterie, das im Notfall ein Explodieren des Batteriegehäuses durch Überdruck verhindert.

Spannungsabfall: An jedem Widerstand in einem Stromkreis tritt ein Spannungsverlust auf. Er errechnet sich in Volt aus dem Widerstand in Ohm geteilt durch den Strom in Ampere (Ω/A).

Starterbatterie: Batterie zum Starten des Motors.

Stromstärke: Je mehr Elektronen in Fluss gebracht werden, desto höher fällt die Stromstärke in Ampere aus.

Tiefentladung: Die Entladung einer Batterie unter die Entladeschluss-Spannung (meist 10,5 Volt) führt zur Schädigung und reduziert die Kapazität sowie die Lebensdauer erheblich.

Trennrelais: Relais zum Verbinden und Trennen zweier Batterien.

Volt: Abkürzung = V. Maßeinheit für die elektrische Spannung.

Zelle: Kleinste mechanische Einheit der Batterie. Eine 12-Volt-Batterie besteht aus sechs in Reihenschaltung verbundenen 2-Volt-Zellen.

Zyklenfestigkeit: Typische Lebensdauer einer Batterie in Anzahl der Ladezyklen. Je tiefer die Entladungen, desto kürzer die Lebensdauer.



Zwingend: Eine erstklassige Batterie kann ihre Leistung nur entfalten, wenn die Verkabelung mustergültig ausgeführt ist.

Die Testkandidaten

Schauen wir uns die zwölf Testkandidaten genauer an: Die exact! sowie die beiden Alfatec Powersound sind Gel-Batterien aus dem Hause Sonnenschein, alle anderen Kandidaten sind in moderner AGM-Technik gebaut. Die Optima Blue Top ebenfalls, nur sind hier die Platten nicht gepackt, sondern gewickelt.

Die kleine Red Flash 900 von AIV, die Northstar NSB 60 FT sowie die beiden Stinger SP 1000 und SPV 44 sind Zusatzbatterien. Alle anderen

können die Starterbatterie im Motorraum ersetzen oder als Stützbatterie im Innen- oder Kofferraum Platz finden.

Dazu kommen in einer Sonderbetrachtung auf Seite 60 große 2- und 4-Volt-Blöcke, die Ground Zero speziell für Wettbewerbe liefert. Diese Extrembatterien stammen aus dem Militär-Einsatz. Und zum Vergleich haben wir diesmal auch eine Lkw- bzw. Nkw-Batterie (N wie Nutzkraftwagen) in den Hochstromtest geschickt. Diese Exoten sind aber nichts für „nor-

So testet autohifi Batterien

Zur technischen Prüfung der Batterien hat sich autohifi wieder tatkräftige Unterstützung geholt. Denn bei solch gigantischen Strömen stößt selbst das hochwertig ausgestattete autohifi-Labor an seine Grenzen.

Der Batterien-Gigant Varta war erneut so freundlich, uns in seinem Entwicklungs- und Prüflabor in Hannover zum zweiten Mal mehrere Messplätze für unsere Tests zur Verfügung zu stellen. Ladungen bis zu 200 Ampere und Entladungen bis zu 1500 Ampere sind für die computergestützten Messgeräte kein Problem – und für den autohifi-Test perfekt.

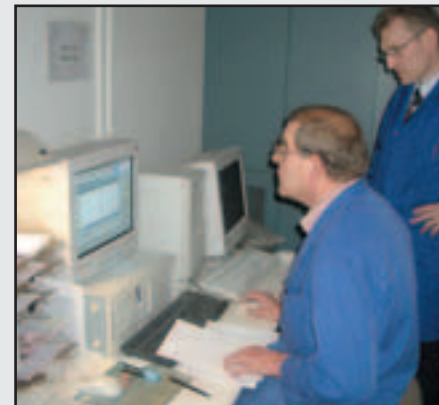
Auch diesmal haben wir wieder über 50 000 (!) Messwerte computergestützt erfasst, um die Lade- und Entladezyklen exakt darzustellen. Danke, Varta!



Strom ist gelb: Eine Optima Yellow Top muss zeigen, was sie kann.



Volle Kontrolle: Die Elektronik steuert die Hochstrom-Orgie.



Auswertung: Varta-Laborchef Beermann (sitzend) und Manager Engwicht am Kontroll-PC.



Geballte Ladung: Über 400 Batterien werden bei Varta gleichzeitig computergestützt überwacht.

Die modernste Batterie-Bauform heißt AGM – Säurebatterien sind von gestern

male“ Anlagen, sondern ausschließlich beim dB-Druck zu Hause, wo für sehr kurze Zeit eine gigantische Menge Strom gebraucht wird.

Zusätzlich haben wir die technischen Daten der „sehr empfehlenswerten“ Batterien aus dem Test in *autohifi* 1/2004 zum besseren Vergleich in die Tabelle auf Seite 62/63 dazugepackt

und erklären dort auch, welche Aussagekraft die Zahlen haben. Als abschreckendes Beispiel dient eine ein Jahr alte No-Name-Batterie aus dem Baumarkt, deren Messwerte sich ebenfalls in der Tabelle finden.

Außerdem sagen wir auf Seite 60, welche Alternativen es zu den hier getesteten Batterien

gibt, denn die Automobilhersteller verwenden mittlerweile ebenfalls AGM-Batterien. Diese sind folglich auch im Auto-Zubehörhandel zu bekommen.

Weiterhin erfahren Sie im untenstehenden Kasten, wie eine Batterie eigentlich funktioniert, wie man sie pflegen muss, damit sie möglichst lange hält und worauf es beim Anschließen, Laden und Lagern ankommt.

Die Testergebnisse

Kommen wir zu den Testergebnissen: Großer Abräumer dieses Vergleichs ist die Northstar NSB 90. Ihre Kapazität ist die beste; in Sachen Hochstrom blieb sie im Mittelwert nur um Haarsbreite unterhalb der Referenzbatterie Stinger SP 1700 DB. Zudem kostet sie gerade mal 230 Euro. Wer den Platz hat, der kommt an dem 36-Kilo-Brocken nicht vorbei.

So funktionieren Batterien

Eine normale Starterbatterie besteht im Inneren aus Bleiplatten und Schwefelsäure. Die positiven Elektrodenplatten bestehen aus Bleidioxid, die negativen Platten aus feinverteiltem Schwammblei.

Die positiven und negativen Platten werden mit einer Isolationschicht (Separator) abwechselnd zu Plattenblöcken verschweißt. Sechs solcher 2-Volt-Plattenblöcke bilden in Reihe geschaltet eine 12-Volt-Batterie. Die Schwefelsäure bildet dazu den Elektrolyten. Das Leitfähigkeitsmaximum liegt bei der typischen Füllsäuredichte von 1,28 kg/l. Sie sorgt für den Ionenstromfluss zwischen den Elektroden.

Wird ein Verbraucher angeschlossen, verwandelt sich die chemische Energie in elektrische Energie. Die Säuredichte sinkt, und an den Platten bildet sich Bleisulfat. Wird wiederum Ladung zugeführt, entsteht aus dem Bleisulfat wieder Blei, Bleidioxid und Schwefelsäure.



Schnittmodell: Prinzipieller Aufbau einer Batterie.

GEL UND AGM

Rekombinations-Batterien sind im Gegensatz zu den „nassen“ Starterbatterien komplett geschlossen und rekombinieren den beim Laden entstehenden Wasserstoff an den Platten wieder zu Wasser. Dadurch sind sie hundertprozentig wartungsfrei und unterliegen keinem



Modern Art: Die modernste Bauform heißt AGM, hier von Optima in gewickelter Form.

Wasserverbrauch, wie er bei „nassen“ Starterbatterien auftritt.

Es gibt zwei Arten Rekombinations-Batterien: Gel und AGM. Bei der Gel-Batterie erstarrt die Schwefelsäure durch Zugabe von Kieselsäure. Leider hat das Gel den Nachteil, dass es bei großer Kälte ausflockt und bei Hitze zu dick wird – dadurch verliert die Batterie an Leistung. Außerdem reagieren Gel-Batterien beim Laden äußerst sensibel; eine zu hohe Ladespannung kann eine Gel-Batterie zum Platzen bringen.

Die modernsten Batterien laufen unter der Bezeichnung AGM (Absorptive Glass Matt). Sie wird oft ebenfalls Gel-Batterie genannt, was aber nicht ganz stimmt. Hier sitzt zwischen den Platten ein Micro-Glasfaservlies, das die Platten isoliert und gleichzeitig die Schwefelsäure bindet. Durch die deutlich höhere Gasungsspannung kommen AGM-Batterien auch mit höheren Ladungsspannungen zurecht (siehe „Nachladen mit einem Ladegerät“). Außerdem bauen Sie deutlich kompakter, weil die Platten bis unter den Deckel reichen. Die Wickelzellen von Optima oder Exide besitzen ebenfalls einen AGM-Aufbau, nur eben gewickelt. Im Allgemeinen besitzen Rekombinations-Batterien eine höhere Zyklenfestigkeit.

LIEBLINGSZUSTAND: VOLL

Der Lieblingszustand einer Batterie lautet: voll geladen. Sowie sie entladen wird, bildet sich an

den Platten Bleisulfat. Verharrt die Batterie nun in diesem Ladezustand, dann kristallisiert das Bleisulfat und setzt sich fest (Sulfation). Diese Masse wird unbrauchbar und reduziert die Kapazität der Batterie. Deshalb sollte eine Batterie immer voll aufgeladen sein, dann hält sie länger.

NACHLADEN MIT EINEM LADEGERÄT

Kann die Lichtmaschine den Strom nicht liefern, den die Anlage im Durchschnitt verbraucht, dann entleert sich zwangsläufig die Batterie. Damit diese keinen dauerhaften Schaden durch Sulfation nimmt, sollte sie so oft wie möglich (nach Bedarf) an ein Ladegerät angeschlossen werden. Die zahlreichen Ladekisten aus dem Baumarkt ohne elektronische Regelung (W-Kennlinie) sollten allerdings höchstens für normale Säure-Batterien verwendet werden. Dazu öffnet man die Verschluss-Stopfen, damit das entstehende Knallgas (Vorsicht!) entweichen kann. Einen zu geringen Säurestand gleicht man vorher mit destilliertem Wasser aus.

Gel-Batterien hingegen müssen zwingend mit einem geregelten Netzgerät (zum Beispiel IUoU-Kennlinie) aufgeladen werden. Sie können sonst bei zu hoher Ladespannung durch Welligkeiten im Inneren hohen Druck aufbauen – im Extremfall explodieren die Dinger.

AGM-Batterien hingegen besitzen eine deutlich höhere Gasungsspannung und dürfen sogar mit höheren Ladespannungen schnellgeladen werden. Die Wickelzellen von Optima beispielsweise dürfen ohne Strombegrenzung mit bis zu 15 Volt Konstanzspannung beschickt werden, bei Temperaturüberwachung (< 50 °C) sogar mit bis zu 15,6 Volt.

ZYKLISIEREN SCHADET

Die eigentliche Hauptaufgabe von Starterbatterien ist es, für kurze Zeit hohen Strom für den Anlasser abzugeben. Dazu bedarf es großer Plattenflächen. Dauerhaftes Laden und Entladen (Zyklisieren) beispielsweise durch kräftige Verstärker führt innerhalb der dünnen, rauen Plat-

ten zu starken Kräften, was eine Ablösung der Masse vom Elektrodengitter zur Folge hat und zu einem vorzeitigen Verschleiß der Batterie führt. Eine Starterbatterie ist also nicht für den Zykleneinsatz konzipiert.

So genannte zyklenfeste Batterien besitzen stabilere, glattere Platten, bei denen diese Masse-Ablösung deutlich geringer ist. Sie vertragen deutlich mehr Lade-/Entladezyklen als herkömmliche Batterien. Im Gegenzug liefern sie bei Kurzzeitbelastung weniger Strom. Eine hohe Hochstromstabilität (siehe Messwerte Seite 62/63) ist ein Indiz für Zyklenfestigkeit.

Je öfter und tiefer eine Batterie entladen wird, desto kürzer ist ihre Lebensdauer. Ein Beispiel: Entnimmt man ein Zehntel der Kapazität und lädt die Batterie wieder auf, dann hält sie beispielsweise rund 2000 dieser Zyklen durch. Entnimmt man aber die volle Kapazität, dann macht sie bereits nach 200 Zyklen schlapp.

Zyklenfest bedeutet allerdings nicht, dass man diese Batterien tiefentladen darf (unter 10,5 Volt) oder sie im entladenen Zustand belässt. Auch sie wollen ständig voll geladen sein, sonst tritt hier ebenfalls die schädliche Sulfatierung ein.

JE WÄRMER, DESTO STROM

Die Umgebungstemperatur nimmt den größten Einfluss auf das Lade- und Entladeverhalten von Batterien. Bei fallender Temperatur nimmt die Geschwindigkeit der Elektrodenreaktion und des Stofftransports im Elektrolyt ab. Damit sinkt – bei konstanter Batteriespannung – der Strom und damit die Batterieleistung. Aus diesem Grund machen Batterien vor allem im Winter schlapp. Bei steigender Temperatur hingegen ist der Akku sehr reaktionsfreudig und somit voll auf der Höhe.

Web-Adressen

Wer noch mehr rund um das Thema Batterien wissen möchte, der findet auf folgenden Internet-Seiten zum Teil umfangreiches Know-how:
www.banner-batteries.de
www.exide-automotive.de
www.hawker-batteries.com
www.microcharge.de
www.optima-batterien.de
www.solarlink.de
www.stingerelectronics.com
www.varta-automotive.de

Angesichts der Top-Performance der Northstar NSB 90 erschien der Auftritt der NSB 60 FT aus gleichem Hause unerklärlich. Als die Batterie im Labor ankam, war sie fast leer. Trotz Konditionierung versagte sie in beiden Testdisziplinen. Einzige Erklärung: Die Batterie besaß beim Anschließen zwar noch etwas Strom, war aber keinesfalls im Vollbesitz ihrer Kräfte. Das macht eine Einstufung unmöglich.

Zealum lässt seine ZSB-2400 ebenfalls bei Northstar bauen und tut gut daran: Die Batterie glänzte im Test mit Bestwerten und mit einem tollen Preis-Leistungsverhältnis. Zudem ist sie angenehm klein. Den höchsten Spitzenstrom lieferte die Optima 900 Blue Top; aufgrund ihrer enormen Bauhöhe von sage und schreibe 240 mm wird sie allerdings nur in wenigen Original-Einbauhaltern Platz finden.

Eine besondere Empfehlung verdienen sich zwei Kandidaten – die AIV Green Power 900 und die Stinger SPV 44. Wer nur wenig Platz hat, der bekommt mit der Green Power eine Batterie, die nicht nur ausgesprochen kompakt ist, sondern auch ein wahres Kraftpaket: Kein anderer Kandidat des gesamten Zwölfer-Testfeldes stemmte so viel Strom pro Gewicht (satte 44 Ampere pro Kilo).

Alle Widerstände in der Stromversorgung verursachen einen Spannungsabfall – je kleiner, desto besser!

Die Stinger SPV 44 hingegen bietet mit 24,2 Ampere pro Kilo das zweitbeste Gewichtsverhältnis und bringt dazu ein deutlich besseres Preis-Leistungsverhältnis mit – praktisch die perfekte und dennoch recht günstige Zusatzbatterie. Ihre deutlich teurere Schwester Stinger SP 1000 dagegen verbuchte im Labor keinen eindeutigen Vorteil für sich – sie kostet schlicht und einfach zu viel.

Wer viel Kapazität für wenig Geld braucht, der wird mit der Alfa-tec Powersound 1500 glücklich. Sie baut nicht ganz so hoch wie die große Northstar, bietet aber das zweitbeste Preis-Kapazitätsverhältnis. Auch ihre kleine Schwester Powersound 1000 überzeugte.

Der Anschluss einer Zusatzbatterie

Besonders beim Einsatz von leistungshungrigen Verstärkern jenseits der Kilowatt-Marke lohnt sich die Installation einer Zusatzbatterie im Kofferraum. Warum im Kofferraum? Weil durch den niedrigen Innenwiderstand und die kurzen Kabelwege zur Endstufe der Spannungsabfall im grünen Bereich bleibt; die gesamte Stromversorgung stabilisiert sich dramatisch. Aber wie schließt man sie an?

Im Grunde ganz einfach: Die beiden Akkus, also Haupt- und Zusatzbatterie, werden parallel geschaltet. Beide Kapazitäten sowie der verfügbare Strom addieren sich. Bei ähnlich großen Batterien gehört die mit dem geringeren Innenwiderstand nach hinten in den Kofferraum. Der Querschnitt des Verbindungskabels zwischen den beiden Batterien muss mindestens so stark dimensioniert werden, dass das Kabel den maximalen Ladestrom der Lichtmaschine als auch die maximale Stromaufnahme der Auto-HiFi-Anlage verkraftet. Außerdem muss die Verbindungsleitung an beiden Seiten (!) möglichst mit sehr niederohmigen Streifensicherungen geschützt werden. Sicherheit ist Pflicht!

Weiterhin ist es ratsam, eine Art Trennrelais in die Leitung einzuschleifen, damit zum einen der hohe Anlasserstrom nicht von der hinteren Batterie kommend die Sicherungen durchhaut, zum anderen die Anlage im Stand nicht die vordere Batterie leernuckelt.

Hier bieten sich nun mehrere Möglichkeiten an. Bei kleinen Stützbatterien mit rund 30 bis 40 Ah

und einer kräftigen Frontbatterie kann man das Relais sogar einfach weglassen. Durch den höheren Innenwiderstand des Zusatzakkus kommt der Löwenanteil des Anlasserstroms von der vorderen Batterie; durch die geringere Kapazität würde sie ganz auf sich allein gestellt sowieso nicht lange durchhalten.

Bei größeren Stützbatterien haben wir nun drei Relaisarten zur Wahl: Ein normales mechanisches Relais, ein elektronisches Relais oder ein Trenn-Mosfet. Das handelsübliche mechanische Relais (um 50 Euro) hat den Nachteil, dass es den

höchsten Übergangswiderstand besitzt, der im Laufe der Zeit durch Kontaktbrand noch weiter ansteigt. Dafür ist es die günstigste Variante. Ein elektronisches Relais (70–150 Euro) arbeitet hingegen mit Power-Transistoren und schaltet auch nach Jahren noch fast verlustfrei.

Beide Relaisarten können wiederum auf zwei Arten angesteuert werden. Recht einfach gelingt die Ansteuerung über die „Verbraucherzündung“, auch „labile Klemme 15“ genannt. Man findet sie im Sicherungskasten bzw. am Zündschloss des Wagens. Sie führt nur Spannung,

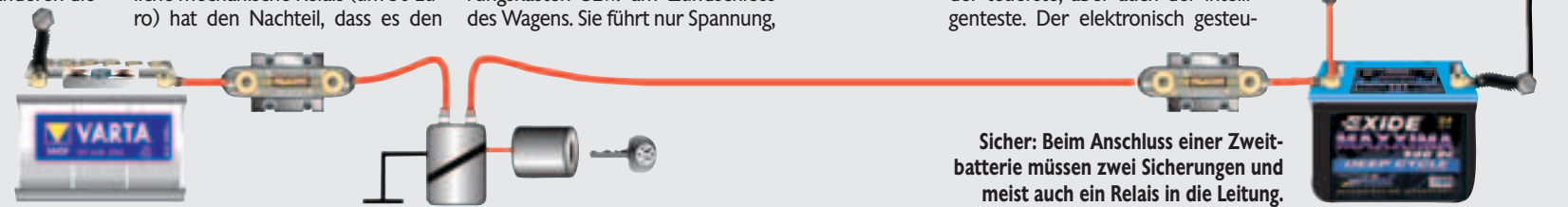
wenn die Zündung eingeschaltet ist und schaltet sich ab, während der Motor gestartet wird – daher der Ausdruck „labil“.

Eleganter und pfiffiger ist die Ansteuerung des Relais über den D+ Kontakt der Lichtmaschine (Generator). Dieser Anschluss führt nur Spannung, wenn die Lichtmaschine lädt. Das heißt, nur wenn Ladestrom produziert wird, schaltet das Relais die Stützbatterie dazu.

Der dritte Relaisstyp ist zwar mit Preisen zwischen 100 und 160 Euro der teuerste, aber auch der intelligenteste. Der elektronisch gesteu-

erte Trenn-Mosfet regelt die Zuschaltung vollautomatisch. Eine Auswertelektronik kontrolliert die Spannungen der beiden Batterien und schaltet sie zusammen, wenn das vordere Spannungsniveau höher bzw. hoch genug ist. Der Anschluss ist denkbar einfach zu bewerkstelligen: Neben dem dicken Batteriekabel zwischen den Batterien wird lediglich ein dünnes Massekabel für die Auswertelektronik benötigt – das war's schon.

Prinzipiell aber gilt: Wenn aus der Batterie mehr herausgenommen wird als die Lichtmaschine hineingibt, ist sie zwangsläufig irgendwann am Ende und nimmt zudem Schaden. Wer also oft im Stand Musik hört, der sollte entsprechend oft die Batterien mit einem Netz-Ladegerät wieder randvoll machen. Sie danken es mit höherer Lebensdauer.



Sicher: Beim Anschluss einer Zweitbatterie müssen zwei Sicherungen und meist auch ein Relais in die Leitung.

Super: Ein elektronisch geregelter Trenn-Mosfet (100–160 Euro) regelt die Zuschaltung der Zweitbatterie automatisch.

Zubehör: Trennrelais-Typen

Wenn eine Zweitbatterie (Pufferbatterie) zum Einsatz kommt, muss eine Art Steuerung in die Zuleitung hinein. Diese verhindert zum einen, dass beim Musikhören im Stand die Starterbatterie leer gesaugt wird und zum anderen, dass während des Startvorgangs Strom aus den Zusatzbatterie zum Anlasser fließt. Folgende Hersteller haben passende Relais bzw. Trenn-Mosfets im Programm:

- | | | |
|----------------------------------|--|----------|
| Audiotechnik Dietz: | | |
| Trennrelais 180 A, HCR 180 | | 55 Euro |
| Stinger: | | |
| Trennrelais 80 A, SP 80 | | 40 Euro |
| Trennrelais 200 A, SP 200 | | 100 Euro |
| Tom's Elektronikschmiede: | | |
| Trenn-Mosfets | | |
| Modell 12/40 (40 Ampere) | | 100 Euro |
| Modell 12/80 (80 Ampere) | | 130 Euro |
| Modell 12/120 (120 Ampere) | | 160 Euro |

Stinger PRODRÖPT (13 Euro): Spezialklemme für Zusatzbatterien

AIV 65 0302 (43 Euro): für Ringterminals

AIV 65 0602 (40 Euro): direkte Kabelzuführung

Batterie-Polklemmen

Den geringen Innenwiderstand der Batterie macht ein großer Übergangswiderstand der Verbindung schnell wieder zunichte. Fast alle Kabel-Anbieter führen deshalb massive Batteriepolklemmen in ihren Programmen. Durch die vergoldete Oberfläche und den üppigen Materialeinsatz setzen diese Klemmen dem Strom einen deutlich geringeren Widerstand entgegen, die veredelte Oberfläche (meist Gold) schützt zudem vor Korrosion. Ein Muss für jede hochwertige Anlage!

Achtung, Spannungsabfall!

Der Spannungsabfall der gesamten Stromversorgung lässt sich mithilfe der einzelnen wirkenden Widerstände vorhersagen. Zum Innenwiderstand der Batterie addiert man die Widerstände sämtlicher Sicherungen und Kabel (Plus- und Minus-Leitung).

Hier die wichtigsten Werte einiger Bauteile:

ANL-Sicherung	0,16 mΩ
Glasrohr-Sicherung	2,4 mΩ
Sicherungsautomat	7,3 mΩ
Stromkabel 10 qmm, pro Meter	2,0 mΩ
Stromkabel 25 qmm, pro Meter	0,8 mΩ
Stromkabel 35 qmm, pro Meter	0,6 mΩ
Stromkabel 50 qmm, pro Meter	0,4 mΩ

Anhand des Gesamtwiderstands der Stromversorgung lässt sich mit dem Ohm'schen Gesetz der Spannungsabfall pro Ampere bestimmen.

$$\text{Spannungsabfall (V)} = \text{Strom (A)} \times \text{Widerstand (}\Omega\text{)}$$

Ein Beispiel:	
Batterie	4,0 mΩ
Sicherung ANL	0,16 mΩ
4 Meter Pluskabel 20 qmm	4,0 mΩ
Glasrohr-Sicherungsverteiler	2,4 mΩ
1 Meter Pluskabel 10 qmm	2 mΩ
1 Meter Massekabel 10 qmm	2 mΩ
Summe	14,56 mΩ

Nach dem Ohm'schen Gesetz fällt die Spannung um rund 0,015 Volt pro Ampere ab. Bei 40 Ampere wären das akzeptable 0,6 Volt. In der Praxis sollte eine Stromversorgung so stabil dimensioniert werden, dass die Spannung unter Vollast maximal um 1 Volt (besser 0,5 Volt) einbricht. Niederohmige Verkabelung ist zwingend!

Batterien-Spezial

Alle über Batterien im Auto

Die Ground Zero GZNB 12.3500 bringt bei gleicher Größe wie die Powersound 1500 zwar weniger Kapazität mit, liefert dafür aber durch den geringeren Innenwiderstand deutlich mehr Strom. Wer also eher mehr Strom als längere Ausdauer braucht, der findet mit der GZNB 12.3500 die Alternative zur großen Northstar. Die exact! cyclic A 512 C/56 A-BL kann zwar in Sachen Kapazität durchaus konkurrieren, beim

Hochstrom aber bringen alle anderen Starterbatterien einfach mehr fürs Geld. Außerdem sind Gel-Akkus im Umgang sensibel. Ebenfalls zu teuer ist die Green Power 3500 von AIV. Sie lieferte zwar absolut tolle Messwerte, aber für 500 Euro bekommt man beispielsweise eine Zealum ZSB-2400 und dazu noch eine Green Power 900 obendrauf. Da kommt die 3500er garantiert nicht mit.

Das Ergebnis: Mehr Klang!

So viel zu den Testergebnissen aus dem Varta-Labor in Hannover, wo wir die Batterien haben messen lassen; Danke an dieser Stelle für die gute Zusammenarbeit. Was die Kandidaten in der Praxis bringen, ist beeindruckend: Wer seine Original-Batterie gegen eine moderne AGM-Version austauscht, erlebt eine dramatische Klangverbesserung, vor allem im Bassbereich.

Im Test ließen die Woofer deutlich mehr Tiefbasskontrolle und sattere Puncts vom Stapel, kaum dass der Strom von einer AGM-Saftquelle geliefert werden. In Woofer-Klangpunkten gerechnet ist durch eine neue Batterie eine Steigerung von bis zu 5 Punkten drin! Dieser Effekt beeindruckt selbst alte Auto-HiFi-Hasen. Was lernen wir daraus? Ganz klar: Eine kräftige Batterie gehört wie der obligatorische Kon-

densator zu einer wertigen Anlage immer dazu. Es muss ja nicht gleich eine Zusatzbatterie sein, im Allgemeinen reicht es, die Starterbatterie gegen einen kräftigen AGM-Akku zu tauschen. **Testen Sie selbst!** Machen Sie den Test: Fahren Sie zum Händler Ihres Vertrauens und bitten Sie ihn, zur Probe

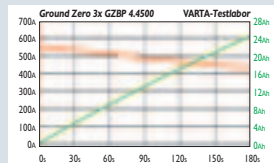
eine kräftige Batterie direkt in Ihr Auto einzusetzen. Jeder ordentliche Händler wird Ihnen diesen Service bieten, schließlich möchte er Ihnen ja eine Batterie verkaufen. Zumal das Teil mit einer dicken Leitung und kräftigen Stromzangen ratzfatz angeschlossen ist. Anschließend muss er Sie nicht mal mehr vom Kauf überzeugen, denn das hat die Testbatterie bereits erledigt. Wetten, dass...?

Batterie-Trends

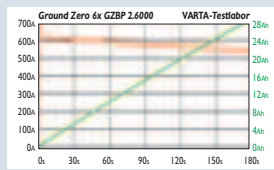
Einzelblöcke von Ground Zero



Modulsystem: Ground Zero bietet separate 2- und 4-Volt-Zellen an.



Trio: Drei 4-Volt-Blöcke in Reihenschaltung liefern vom Start weg rund 550 Ampere, die Verkabelung aber bremsen.



Sechserpack: Die sechs 2-Volt-Blöcke feuern stabile 600 Ampere, bei bessere Verkabelung sind mehr als 1000 Ampere drin.

Ground Zero bietet für die ganz Verrückten und dB-Dragler spezielle 2- und 4-Volt-Blöcke namens GZNB 2.6000 und GZNB 4.4500 für 250 Euro das Stück an. Erstens lassen sich sechs der 2-Volt-Zellen sowie drei 4-Volt-Zellen zu einer 12-Volt-Einheit verbinden, zweitens sind so auch höhere Spannungen drin (14, 16, 18 Volt), wie sie beim dB-Drag gerne mal verwendet werden.

Die Nennkapazität von 335 Ah und die Stromangabe von 6000 Ampere der 2-Volt-Blöcke bzw. 180 Ah und 4500 Ampere der 4-Volt-Blöcke machten der Apparatur im Labor Angst. Die Sorge war unbegründet – die Werte blieben mit „nur“ 600 Ampere im normalen Bereich. Was war los?

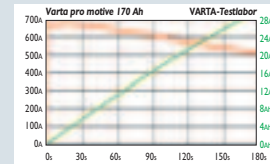
Ganz einfach: Die von Ground Zero vorgesehenen Verbindungskabel mit rund 25 qmm Querschnitt erhöhten den Anschlusswiderstand auf 2,85 mΩ der drei 4-Volt-Blöcken bzw. 2,95 mΩ der sechs 2-Volt-Blöcke und wirkten als Strombegrenzer. Wer das Potenzial der Spezialblöcke ausreizen will, der muss für eine ultrasolide Verbindung sorgen. Dann sind mit sechs GZNB 2.6000 theoretisch über 1000 Ampere drin, drei GZNB 4.4500 sollen gut 700 Ampere schaffen. www.ground-zero.audio.com



Nkw-Batterie Varta pro motive 170 Ah

In einigen dB-Drag-Autos wurden teils monströse Akkus gesichtet: Nutzkraftwagen-Batterien. Aufgrund der Baugröße und der Tatsache, dass es sich um eine nicht gasdichte Nassbatterie handelt, ist eine Nkw-Batterie wirklich nur für Hardliner eine Alternative. Deshalb haben wir den 170-Ah-Block Varta pro motive 170 Ah (# 670 104 100 3412) dem Hochstromtest unterzogen; die Ergebnisse sind durchaus mit den Werten unserer Test-Batterien vergleichbar. Die Varta liefert satte 679 Ampere Spitzenstrom und blieb dazu noch extrem stabil (74,6 %). Umgekehrt zeigte sich, dass die getesteten AGM-Spezialbatterien trotz deutlich geringerer Kapazität fast die gleiche Power bieten wie diese Nkw-Batterie. Die ist mit 225 Euro recht günstig, wiegt dafür aber satte 48 Kilo.

www.varta-automotive.de



Hardcore: Für dB-Dragler eignen sich auch „nasse“ Nkw-Batterien wie die Varta pro motive 170 Ah (225 Euro). Sie liefert mit 679 Ampere den höchsten Strom, wiegt aber auch satte 48 Kilo.

Weiteres Zubehör

Spezialnetzteil Helix XXL Competition



Powerstation: Das Netzteil Helix XXL (550 Euro) liefert konstante Verstärkerspannung.

Die Verstärkerschmiede Audiotec Fischer geht das Thema „stabile Stromversorgung“ auf besondere Art an. Fischer bietet mit dem Helix XXL Competition (550 Euro) ein geregeltes Schaltnetzteil an, das aus der schwankenden Batteriespannung eine einstellbare konstante Spannung von 12 bis 15 Volt produziert. 100 Ampere Dauerstrom mit einem Wirkungsgrad von 97 % soll das Schaltnetzteil in seinem Endstufen-Kühlkörper liefern. Selbst die Verluste des Stromkabels kompensiert das XXL dank separater Messleitung. Stabiler schafft das keine Batterie der Welt, für Perfektionisten ist das Helix-Spezialnetzteil ein Muss! www.audiotec-fischer.de

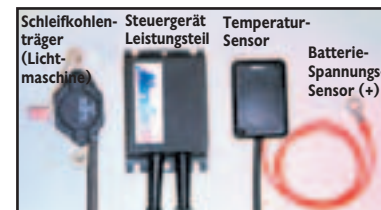


ANL-Streifensicherung (5-15 Euro)

Streifensicherungen

Sicherungen sorgen durch ihren Widerstand für Spannungsabfall. Am besten sind hier Streifensicherungen, sie stellen dem Strom den geringsten Widerstand entgegen. Die weitverbreiteten Glasrohrsicherungen sind hingegen nicht so toll, besser sind so genannte Maxi-Fuse-Sicherungen. Von Sicherungsautomaten ist wegen des zu hohen Innenwiderstandes abzuraten.

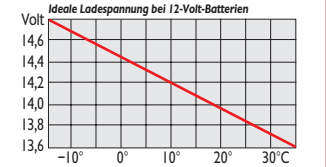
Intelligenter Laderegler Microcharge



Pfiffikus: Der intelligente Laderegler passt die Ladespannung der Umgebungstemperatur an.

Batterien reagieren auf Temperaturunterschiede. Bei Kälte sind sie recht träge und schwach, bei Hitze hingegen sind sie vor Reaktionsfreude kaum zu bremsen. Entsprechend ihrer Temperatur benötigen sie mehr oder weniger Hilfe beim Laden. Das bedeutet, dass die Ladespannung bei Kälte deutlich höher sein sollte als bei Hitze. Besonders Säure- und Gel-Batterien reagieren empfindlich. Im Sommer fangen sie bei der üblichen Ladespannung von gut 14 Volt an zu kochen; im Winter hingegen sind diese 14 Volt zu wenig, um die Batterie komplett voll zu laden – sie nimmt dauerhaften Schaden. Die Lösung ist eine temperaturangepasste Ladespannung. Tom's Elektronikschmiede hat hierfür eine pfiffige Lösung parat: Microcharge.

Das Set aus Regler, Temperatur- und Spannungs-Sensor sowie Steuerelektronik kostet je nach Ausführung rund 100 Euro und ist für viele Fahrzeuge verfügbar. Abhängig von der Umgebungstemperatur steht damit immer die richtige Ladespannung für die Batterie an. Die dankt es mit längerer Lebensdauer. Gerade bei hochwertigen und teuren Batterien eine sinnvolle Investition. www.microcharge.de



AGM-Batterien ab Werk

Die Automobilhersteller haben den Vorteil der AGM-Batterien schon erkannt und statten ihre Fahrzeuge mit den modernen Akkus aus. Logischerweise kann man die Dinge als Ersatzteil bei seinem Autohändler vor Ort kaufen. Wer die hier getesteten Spezialbatterien zu teuer findet, aber nicht zu einer Standard-Säurebatterie greifen möchte, findet bei folgenden Herstellern eine moderne Alternative.



Audi
68 Ah, 380 A, #000 915 105 CC* 187 Euro
75 Ah, 420 A, #000 915 105 CD* 230 Euro
92 Ah, 520 A, #000 915 105 CE* 233 Euro



BMW
70 Ah, #6924021 201 Euro
90 Ah, #6924023 228 Euro



Mercedes
70 Ah, #A 004 541 8601/27 168 Euro
90 Ah, #A 005 541 0901/27 223 Euro



VW
68 Ah, 380 A, #000 915 105 CC* 187 Euro
75 Ah, 420 A, #000 915 105 CD* 230 Euro
92 Ah, 520 A, #000 915 105 CE* 233 Euro

* Die Batterien von Audi und VW sind identisch, laut VW aber nicht für den „Heißeinbau“ im Motorraum geeignet!

Messwerte im Detail

Die Fülle der unten stehenden Messwerte und Daten scheint auf den ersten Blick unüberschaubar. Wir sagen Ihnen, worauf es dabei ankommt.

Ausstattung

Bei der Ausstattung zeigt die vom Hersteller angegebene **Nennkapazität** in der Regel verlässlich, wie viel Energie in der Batterie steckt.

Bei den **Kälteprüfströmen** werden teils Werte unterschiedlicher Normen angegeben, wie beispielsweise der Kurzschluss-Strom oder Werte bei höheren Temperaturen.

Der **Batterietyp** gibt an, wie der Innenaufbau aussieht. Die moderns-

te Bauform ist AGM (Absorptive Glass Matt). Gel-Batterien sind sensibler bei extremen Temperatur und zu hoher Ladespannung.

Kapazitätsmessung

Bei der Kapazitätsmessung zeigt die **Eingangsspannung**, wie hoch das Spannungsniveau der Batterie unter Belastung ist. Je höher es liegt, desto besser.

Die **RC-Kapazität** gibt an, über welchen Zeitraum die Batterie konstant 25 Ampere liefern kann, also wieviel nutzbare Energie für eine kräftige Auto-HiFi-Anlage in der Batterie steckt. Das **entspricht** umgerechnet dem Wert in Ah.

Der **Faraday'sche Wirkungsgrad** gibt das Verhältnis zwischen der abgegebenen Leistung bei der RC-Messung und der anschließenden Ladungsaufnahme an. Je höher der Wert ist, desto geringer ist der Energieverlust beim Aufladen.

Hochstrommessung

Bei der Hochstrommessung gibt der **Innenwiderstand** an, in welchem Verhältnis die Spannung zum entnommenen Strom einbricht. Je niedriger der Ri ist, desto stabiler

bleibt die Spannung unter Belastung. Dieser Wert ist sehr wichtig.

Die **maximale Stromabgabe** gibt an, welcher maximale Strom bei einer konstanten Spannung von 10,5 Volt reell fließt. Die **Stromabgabe nach 180 Sekunden** gibt an, wie viel Strom nach dieser Belastungszeit noch fließt.



Format: Was nützt die beste Batterie, wenn sie nicht ins Auto passt? In der Tabelle unten stehen die Abmessungen – Länge, Breite und Höhe.

Aus den beiden Werten werden der **Durchschnittswert** sowie die **Stabilität** errechnet. Die Stabilität ist kein Qualitätsmerkmal, sondern sagt etwas über die Auslegung der Batterie aus. Bei einer geringen Stabilität (Ausnahme: Northstar NSB 60 FT) gibt die Batterie die meiste Energie bereits zu Anfang ab, hat also den Charakter einer Starterbatterie. Eine hohe Stabilität deutet auf eine Verbraucherbatterie für den Zyklenbetrieb hin, ist also für häufiges Laden und Entladen besser geeignet. Die **Vergleichswerte** geben reelle Preise pro Leistung an.

Über 4000 Messwerte pro Batterie. Die Ergebnisse hier schwarz auf weiß im Überblick



Top: Die sehr empfehlenswerten Batterien aus autohifi 1/2004 (Heftnachbestellung bestellservice@scw-media.de) im Vergleich.

Fazit

Die Northstar NSB 90 setzt Maßstäbe in Sachen Kapazität und ist mit 230 Euro auch noch hammermäßig günstig. Einziger Nachteil ist ihre Baugröße. Doch es gibt mehrere Alternativen, die deutlich kompakter ausfallen, wie in der Tabelle unten nachzulesen ist.

Und eines hat dieser Test gezeigt: Es lohnt sich immer, eine müde Starterbatterie gegen einen potenten Saftspender auszutauschen – die Verstärker werden es danken. Sie sind skeptisch? Dann machen Sie die Probe aufs Exempel. Fahren Sie zu Ihrem Fachhändler und testen Sie eine solche Batterie in Ihrem eigenen Auto. Sie werden staunen!



Holger Seybold autohifi-Redakteur

Alle Messwerte im Überblick

20 Spezialbatterien	AIV Green Power 900	AIV Green Power 3500	Alfatec Powersound 1000	Alfatec Powersound 1500	exact! cyclic A 512C/56 A-BL	Ground Zero GZNB 12.3500	Northstar NSB 60 FT*	Northstar NSB 90	Optima 900 Blue Top	Stinger SP 1000	Stinger SPV 44	Zealum ZSB-2400	Exide Maxima 900 DC	Optima 815 Red Top	Optima 690 Yellow Top	RTO Hawker Ice Pack 1000	Stinger SP 1700 DB	Stinger SPV 35	Varta Silver Dynamic 88 Ah	No Name 1 Jahr alt
Preis	180 Euro	500 Euro	280 Euro	320 Euro	300 Euro	300 Euro	230 Euro	230 Euro	400 Euro	425 Euro	225 Euro	300 Euro	350 Euro	220 Euro	300 Euro	300 Euro	575 Euro	150 Euro	140 Euro	50 Euro
AUSSTATTUNG																				
Abmessungen (LxBxH, in mm)	200x80x130	330x170x180	278x175x190	354x175x190	278x175x190	354x175x190	290x110x265	345x175x215	325x165x240	349x167x174	198x164x170	353x175x175	258x167x185	254x173x172	254x173x172	197x165x171	328x166x174	193x129x167	353x175x175	106x173x174
Gewicht	5,00 kg	23,49 kg	21,87 kg	27,34 kg	21,27 kg	24,96 kg	22,97 kg	36,32 kg	27,34 kg	16,20 kg	15,02 kg	26,54 kg	18,43 kg	17,68 kg	19,72 kg	14,41 kg	25,88 kg	12,07 kg	23,2 kg	12,07 kg
Volumen	2,08 dm³	10,10 dm³	9,24 dm³	11,77 dm³	9,24 dm³	11,77 dm³	8,45 dm³	12,98 dm³	<12,9 dm³	5,61 dm³	5,45 dm³	7,35 dm³	7,97 dm³	7,56 dm³	7,56 dm³	5,56 dm³	9,47 dm³	4,16 dm³	10,81 dm³	6,2 dm³
Nennkapazität (lt. Hersteller)	13 Ah	70 Ah	68 Ah	95 Ah	56 Ah	90 Ah	60 Ah	90 Ah	75 Ah	44 Ah	44 Ah	70 Ah	95 Min.(RC)	50 Ah	55 Ah	42 Ah	72 Ah	35 Ah	88 Ah	43 Ah
Kälteprüfstrom (lt. Hersteller)	400 A	1700 A	1000 A	1500 A	400 A	3500 A	1080 A	1500 A	975 A	1200 A	660 A	800 A	750 A	815 A	690 A	k.A.	900 A	438 A	850 A	340 A
Batterietyp	AGM	AGM	Gel	Gel	Gel	AGM	AGM	AGM	AGM-Wickel	AGM	AGM	AGM	AGM-Wickel	AGM-Wickel	AGM-Wickel	AGM	AGM	AGM	Säure	Säure
Verwendungszweck	Zusatz	Start/Zusatz	Start/Zusatz	Start/Zusatz	Start/Zusatz	Start/Zusatz	Zusatz	Start/Zusatz	Start/Zusatz	Zusatz	Zusatz	Start/Zusatz	Start/Zusatz	Start/Zusatz	Start/Zusatz	Zusatz	Start/Zusatz	Zusatz	Start	Start
KAPAZITÄTSMESSUNG (RC)																				
Eingangsspannung	12,27 V	12,38 V	12,68 V	12,63 V	12,65 V	12,59 V	12,29 V	12,53 V	12,69 V	12,28 V	12,50 V	12,54 V	12,48 V	12,3 V	12,62 V	12,39 V	12,59 V	12,36 V	12,81 V	12,21 V
Zeit bis 12,0 Volt	11 Min.	58 Min.	57 Min.	83 Min.	61 Min.	61 Min.	23 Min.	89 Min.	62 Min.	28 Min.	38 Min.	65 Min.	47 Min.	37 Min.	62 Min.	42 Min.	70 Min.	26 Min.	86 Min.	15 Min.
Zeit bis 11,5 Volt	20 Min.	110 Min.	84 Min.	122 Min.	88 Min.	97 Min.	43 Min.	99 Min.	74 Min.	52 Min.	62 Min.	103 Min.	74 Min.	76 Min.	94 Min.	68 Min.	113 Min.	45 Min.	131 Min.	36 Min.
Zeit bis 11,0 Volt	26 Min.	144 Min.	96 Min.	138 Min.	102 Min.	115 Min.	45 Min.	187 Min.	114 Min.	66 Min.	76 Min.	127 Min.	88 Min.	98 Min.	110 Min.	86 Min.	137 Min.	56 Min.	146 Min.	46 Min.
RC-Kapazität	29 Min.	157 Min.	97 Min.	145 Min.	108 Min.	120 Min.	46 Min.	201 Min.	118 Min.	73 Min.	80 Min.	135 Min.	93 Min.	106 Min.	114 Min.	91 Min.	146 Min.	60 Min.	150 Min.	49 Min.
- entspricht (errechnet)	12,04 Ah	65,61 Ah	40,34 Ah	60,37 Ah	44,98 Ah	49,88 Ah	19,25 Ah	83,95 Ah	49,23 Ah	30,54 Ah	33,48 Ah	56,07 Ah	38,8 Ah	44,1 Ah	47,6 Ah	38,1 Ah	61 Ah	25,1 Ah	62,4 Ah	20,1 Ah
Anschließende Ladungsaufnahme	13,66 Ah	73,02 Ah	46,78 Ah	63,23 Ah	46,82 Ah	52,26 Ah	22,36 Ah	88,15 Ah	52,74 Ah	32,61 Ah	35,26 Ah	58,51 Ah	44,8 Ah	47,2 Ah	56 Ah	43,9 Ah	64,1 Ah	26,3 Ah	64,8 Ah	23 Ah
Faraday'scher Wirkungsgrad	88,1 %	89,9 %	86,2 %	95,5 %	96,1 %	95,4 %	86,1 %	95,2 %	93,3 %	93,7 %	95,0 %	95,8 %	86,6 %	93,4 %	85 %	86,8 %	95 %	95,3 %	96,3 %	87,6 %
HOCHSTROMMESSUNG																				
Innenwiderstand Ri	6,4 mΩ	3,18 mΩ	6,22 mΩ	3,97 mΩ	5,4 mΩ	2,68 mΩ	5,13 mΩ	2,65 mΩ	2,51 mΩ	5,26 mΩ	4,06 mΩ	3,73 mΩ	2,60 mΩ	2,96 mΩ	2,86 mΩ	4,03 mΩ	2,32 mΩ	4,86 mΩ	3,56 mΩ	5,4 mΩ
Maximale Stromabgabe	220 A	505 A	324 A	437 A	363 A	530 A	455 A	594 A	632 A	360 A	364 A	537 A	641 A	497 A	598 A	393 A	669 A	305 A	473 A	265 A
Stromabgabe nach 30 Sekunden	206 A	499 A	297 A	401 A	318 A	464 A	390 A	576 A	600 A	342 A	330 A	503 A	574 A	476 A	550 A	375 A	631 A	266 A	470 A	252 A
Stromabgabe nach 60 Sekunden	178 A	473 A	279 A	377 A	285 A	395 A	306 A	543 A	538 A	307 A	298 A	456 A	488 A	434 A	487 A	341 A	566 A	237 A	451 A	224 A
Stromabgabe nach 90 Sekunden	149 A	443 A	263 A	352 A	258 A	341 A	198 A	511 A	478 A	274 A	272 A	414 A	408 A	394 A	432 A	308 A	509 A	214 A	422 A	189 A
Stromabgabe nach 120 Sekunden	122 A	414 A	247 A	329 A	229 A	296 A	122 A	480 A	420 A	244 A	249 A	375 A	334 A	357 A	380 A	277 A	457 A	195 A	388 A	148 A
Stromabgabe nach 150 Sekunden	101 A	384 A	233 A	306 A	201 A	258 A	77 A	449 A	365 A	218 A	227 A	338 A	268 A	322 A	327 A	249 A	409 A	177 A	353 A	113 A
Stromabgabe nach 180 Sekunden	83 A	357 A	218 A	284 A	167 A	225 A	51 A	419 A	312 A	194 A	207 A	304 A	208 A	290 A	269 A	222 A	363 A	161 A	318 A	84 A
Durchschnittswert (errechnet)	152 A	441 A	264 A	353 A	259 A	356 A	224 A	512 A	479 A	277 A	277 A	418 A	417 A	397 A	436 A	310 A	516 A	220 A	414 A	184 A
Stabilität	38 %	71 %	67 %	65 %	46 %	42 %	11 %	71 %	49 %	54 %	57 %	57 %	32 %	58 %	45 %	56 %	54 %	53 %	67 %	32 %
Entnommene Kapazität	7,58 Ah	22,04 Ah	13,22 Ah	17,67 Ah	12,95 Ah	17,8 Ah	11,23 Ah	25,58 Ah	23,97 Ah	13,87 Ah	13,86 Ah	20,92 Ah	20,83 Ah	19,83 Ah	21,82 Ah	15,5 Ah	25,78 Ah	11,02 Ah	20,7 Ah	9,21 Ah
Ruhe-spannung nach 24 Stunden	13,02 V	12,9 V	13,2 V	13,14 V	13,27 V	12,94 V	12,78 V	13,01 V	13,01 V	12,94 V	13,04 V	12,93 V	12,44 V	12,4 V	12,64 V	12,59 V	12,51 V	12,57 V	12,88 V	12,68 V
VERGLEICHSWERTE																				
Relativer Kapazitätspreis (Euro pro RC-Kapazität)	14,95 EUR	7,62 EUR	6,94 EUR	5,30 EUR	6,67 EUR	6,01 EUR	11,95 EUR	2,74 EUR	8,13 EUR	13,92 EUR	6,72 EUR	5,35 EUR	9,03 EUR	4,99 EUR	6,30 EUR	7,88 EUR	9,43 EUR	5,98 EUR	2,24 EUR	2,48 EUR
Relativer Hochstrompreis (Euro pro Maximalstrom)	0,82 EUR	0,99 EUR	0,86 EUR	0,73 EUR	0,83 EUR	0,57 EUR	0,51 EUR	0,39 EUR	0,63 EUR	1,18 EUR	0,62 EUR	0,56 EUR	0,55 EUR	0,44 EUR	0,50 EUR	0,76 EUR	0,86 EUR	0,49 EUR	0,30 EUR	0,19 EUR
Strom/Kapazitätsverhältnis (A pro Ah)	5,47	12,99	12,45	13,81	12,39	9,41	4,23	14,13	7,79	8,48	9,20	9,41	10,75	8,99	9,16	8,14	8,46	8,78	6,63	9,15
autohifi Testurteil	sehr empfehlenswert	bedingt empfehlenswert	bedingt empfehlenswert	bedingt empfehlenswert	bedingt empfehlenswert	sehr empfehlenswert	keine Einstufung	sehr empfehlenswert	sehr empfehlenswert	bedingt empfehlenswert	sehr empfehlenswert	sehr empfehlenswert	sehr empfehlenswert	sehr empfehlenswert	sehr empfehlenswert	sehr empfehlenswert	sehr empfehlenswert	sehr empfehlenswert	sehr empfehlenswert	nicht empfehlenswert

*Die Werte der defekten Batterie werden nur der Vollständigkeit halber aufgeführt.

Gelb unterlegte Batterien getestet in autohifi 1/2004