

Fachverband Batterien
Postfach 70 12 61
60591 Frankfurt am Main

Stresemannallee 19
60596 Frankfurt am Main

Tel.: (0 69) 63 02-209
Fax: (0 69) 63 02-279
e-mail: batterien@zvei.org

Merkblatt

Ladegerätezuordnung für Antriebsbatterien in geschlossener (PzS) und verschlossener (PzV) Ausführung

Die Palette von Antriebsbatterien im Flurförderzeugbereich ist heute breit gefächert. Viele Traktionsbatterien sind für spezielle Anforderungen konzipiert und bilden gemeinsam mit dem Ladegerät ein System. Die richtige Zuordnung von Batterie und Ladegerät ist aus unterschiedlichen Gründen wichtig. Die zur Verfügung stehende Ladezeit und die Batterieausführung bestimmen im wesentlichen die Größe und Art des Ladegerätes bzw. der Ladekennlinie.

Bei den Batterien können folgende Grundmerkmale definiert werden:

- geschlossene Batterien (flüssiger Elektrolyt)
- geschlossene Batterien mit Peripherie (Wassernachfüllsystem, Elektrolytumwälzung [EU], Kühlung etc.)
- verschlossene Batterien (Gel-Elektrolyt)

Die Einsatzfälle unterscheiden sich wie folgt:

- Ein-, Zwei- oder Dreischichtbetrieb
- Schwachlast
- Schwerlast
- Zwischenladebetrieb

Unter Zwischenladungen versteht man Teilladungen zur Verlängerung der Batterieeinsatzzeit. Zwischenladungen können regelmäßige Volladungen nicht ersetzen.

In der DIN 41772 werden Eigenschaften für Halbleiter-Gleichrichtergeräte (Ladegeräte) beschrieben. Hier werden Grundladekennlinien definiert wie z. B.

- Widerstandskennlinie (fallender Strom) W
- Konstantspannungskennlinie U
- Konstantstromkennlinie I

Kurzzeichen für zusätzliche Angaben:

- Selbsttätige Kennlinienumschaltung 0 (Null)
- Selbsttätige Ausschaltung a

So ergeben sich folgende Kennlinienbeispiele für Ladegeräte:

W-Kennlinien:

W, Wa, WOWa, WU, WUWa

U-Kennlinien:

U

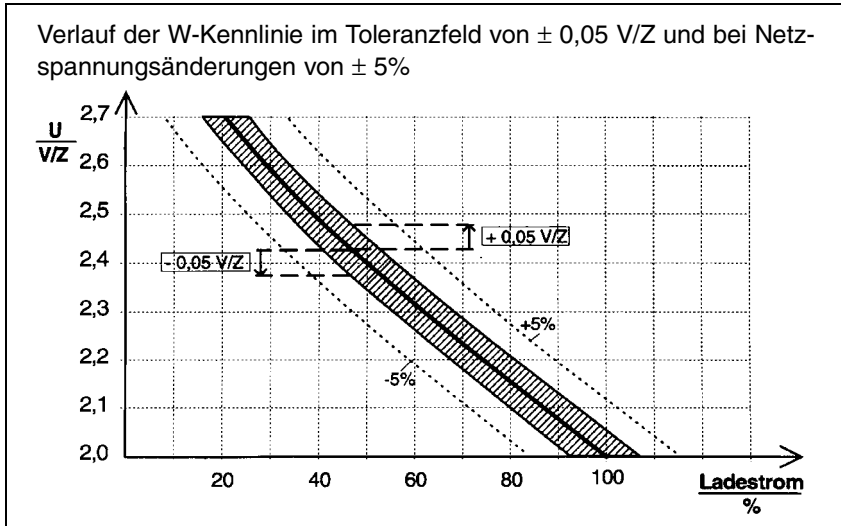
I-Kennlinien:

I, Ia, IOIa, IU, IUW, IOIa

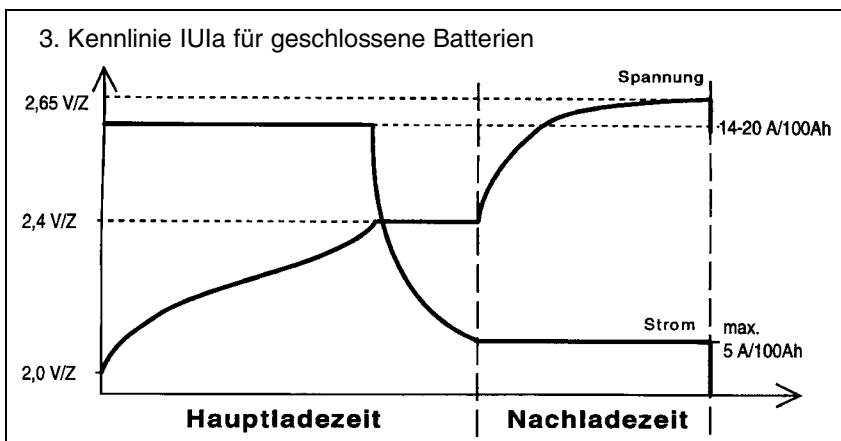
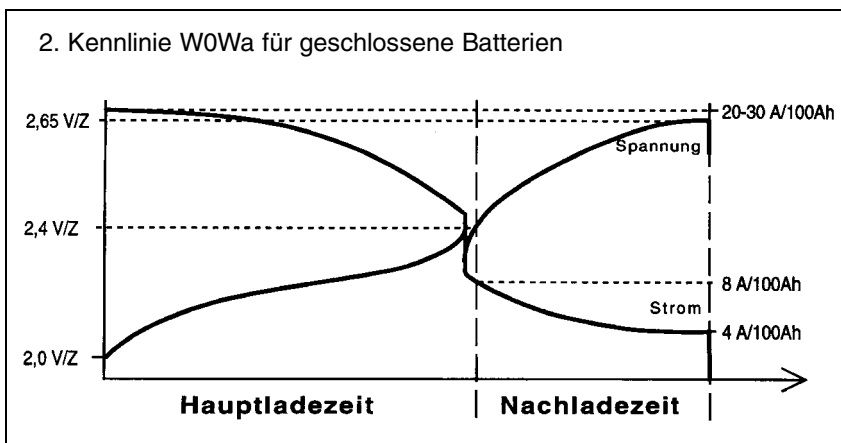
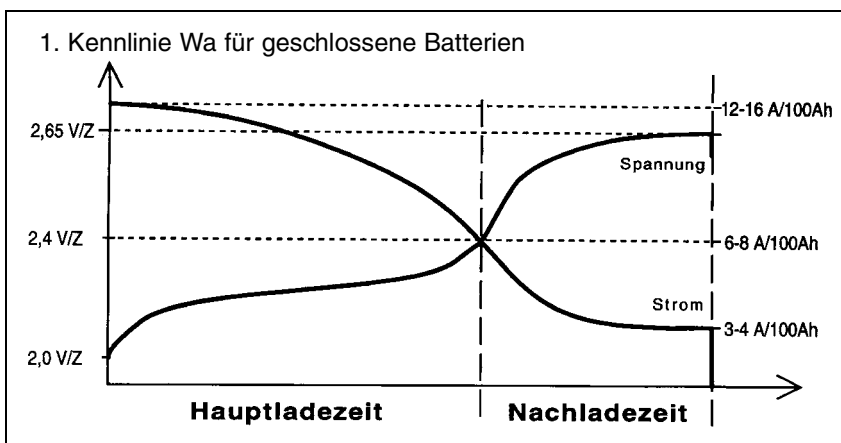
Die Ladegeräte müssen hierbei bestimmte Toleranzen bei Strom und Spannung einhalten. Bei I-Kennlinien nach DIN 41773: $\pm 2\%$ des Stromwertes, $\pm 1\%$ der Spannung, bei W-Kennlinien nach DIN 41774: $\pm 0,05$ V/Z.

Dieses Merkblatt wurde vom Arbeitskreis „Industriebatterien“ im Fachausschuss „Technik und Normung“ des Fachverbandes Batterien im Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e.V., ZVEI, erarbeitet. (Revidierte Ausgabe April 2004)

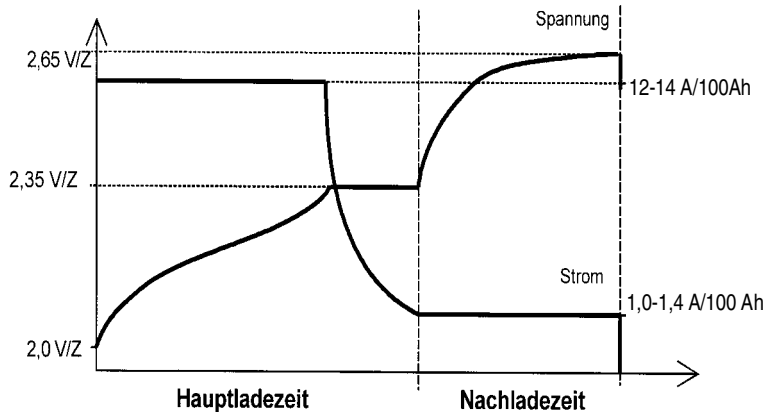
Zum Laden werden unregelmäßige und geregelte Ladegeräte eingesetzt. Hierbei unterliegen unregelmäßige Ladegeräte mit sog. W-Kennlinien (Wa, Wsa, W0Wa etc.) Netzspannungsschwankungen. Geregelte Geräte können diese Schwankungen kompensieren. Die rechtsstehende Grafik verdeutlicht den Netzspannungseinfluss.



Die folgenden Grafiken stellen Beispiele der einzelnen Verläufe von Spannung „U“ und Strom „I“ während der Batterieladung dar. Hierbei sind alle Werte auf eine Batterienentemperatur von $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ und eine zu 80% entladene Batterie bezogen. Die hier angegebenen Ladeschlussspannungen von $2,65$ V/Z entsprechen dem DIN-Bezugswert. In der Praxis können sich höhere oder niedrigere Werte in Abhängigkeit von z. B. Bauart, Temperatur und Brauchbarkeitsdauer einstellen.



4. Kennlinie IUla für verschlossene Batterien



Für die Zuordnung von Batterie und Ladegerät sind nachfolgende Kriterien zu beachten:

- Batterie (Nennspannung, Nennkapazität)
- Batteriebauart (z. B. PzS, PzV)
- Batterieperipherie (z. B. Wassernachfüllsystem, Elektrolytumwälzung, Kühlung)
- Pausen bzw. Batteriestandzeit
- Ladezeit
- Zwischenladen
- Ausgleichsladen

Diese Faktoren bestimmen:

- Ladegerät bzw. Ladekennlinie
- Ladegerätenennspannung
- Ladegerätenennstrom
- Ladegeräteperipherie

Die Zuordnung des Ladegerätes zur Batterie muss unbedingt nach den Angaben der Batteriehersteller erfolgen. Eine falsche Zuordnung mit nicht angepassten Ladeströmen und Kennlinien kann folgende Nachteile bewirken:

- abweichende Ladezeit
- zu hohe Batterietemperatur
- zu starke Gasung
- Abschlamung der aktiven Masse
- hoher Wasserverbrauch
- verstärkte Korrosion
- Mangelladung
- Überladung

Alle o. g. negativen Auswirkungen beeinträchtigen wesentlich die Brauchbarkeitsdauer von Antriebsbatterien.

Ergänzende Informationen sind im ZVEI-Merkblatt „Lebensdauer-Betrachtungen bei Antriebsbatterien“ beschrieben.

Nachfolgend werden die Ladezeiten in Abhängigkeit von der Ladekennlinie, Ladefaktoren und Batteriebauart dargestellt. Die Parameter sind hierbei unterschiedliche Entladetiefen (ET) und Ladegerätenennströme.

Ladegerätezuordnung für geschlossene PzS-Batterien

Bei den Ladekennlinien W0Wa und IUla sind bis zur Gasungsspannung von 2,4 V/Z (30 °C)

auch höhere Nennladeströme zulässig.

Die Ladefaktoren (LF) bezeichnen das Verhältnis von eingeladener zu entnommener Strommenge. Bei einem Ladefaktor von üblicherweise 1,2 werden bei einer zu 80% entladenen 500 Ah-Batterie 480 Ah eingeladen.

Rechnung: 80% von 500 Ah = 400 Ah, 400 Ah x 1,2 = 480 Ah.

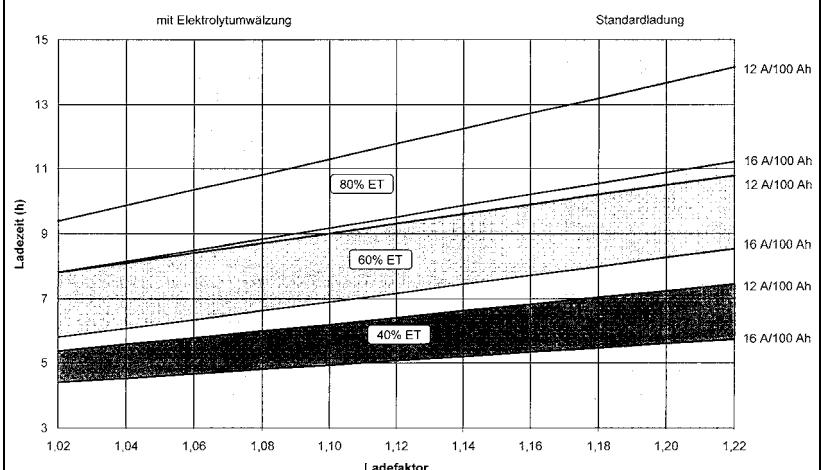
Batterien mit Elektrolytumwälzung benötigen nur einen Ladefaktor von ca. 1,07. Hochwertige Ladegeräte halten automatisch den vorgewählten Ladefaktor ein, d. h., die Nachladezeit wird an die jeweilige Entladetiefe der Batterie angepasst.

Berechnungsbeispiel:

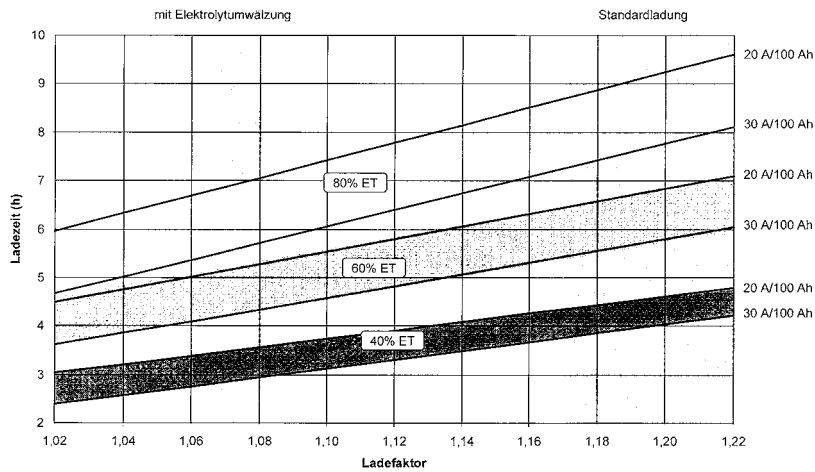
Für die Kennlinie Wa und eine PzS-Batterie ohne Elektrolytumwälzung, also LF = 1,2, soll der Ladegerätenennstrom ermittelt werden. Die Ladezeit soll nicht mehr als 12 Stunden betragen. Die Batterie besitzt eine Nennkapazität von 800 Ah und wird zu 80% entladen.

In der Grafik wird ein Ladegerätenennstrom von 14 A/100 Ah ermittelt. Der Ladegerätenennstrom beträgt also $8 \times 14 \text{ A} = 112 \text{ A}$.

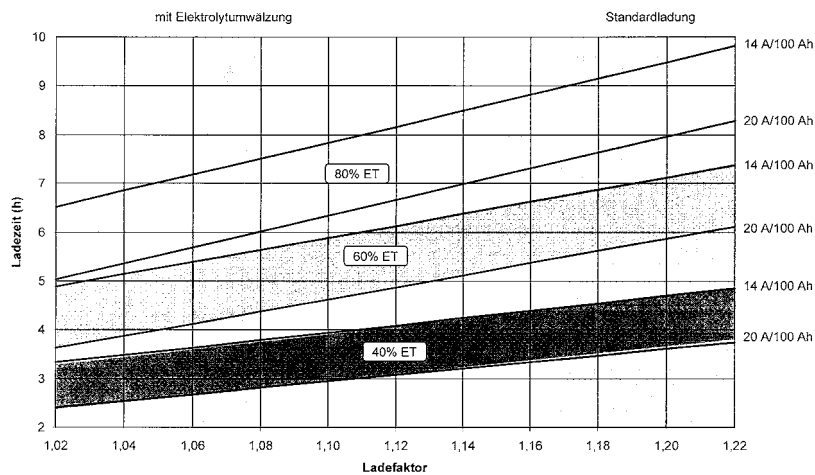
1. Ladezeiten Wa-Kennlinie in h für PzS-Batterien 30 °C



2. Ladezeiten W0Wa-Kennlinie in h für PzS-Batterien 30 °C



3. Ladezeiten IU1a-Kennlinie in h für PzS-Batterien 30 °C

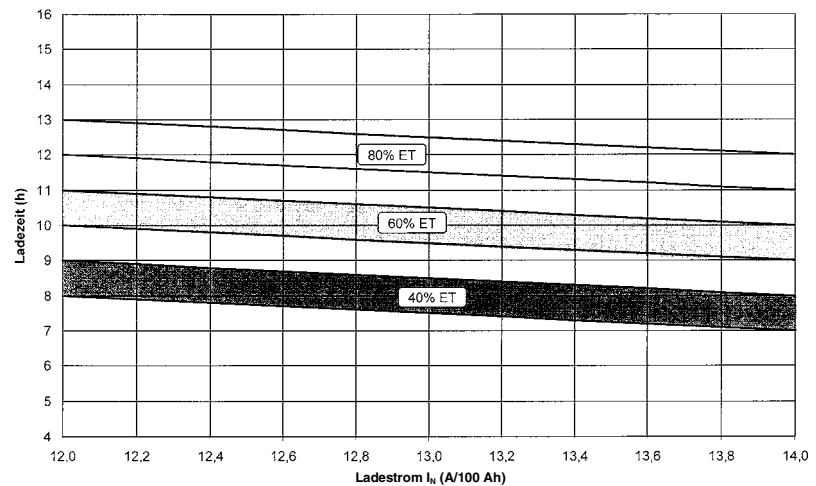


Bei verschlossenen Antriebsbatterien wird eine optimale Gebrauchsdauer bei einer Entladetiefe von max. 60% der Nennkapazität erreicht. Entladetiefen bis zu 80% sind unter Berücksichtigung der Anwendung und Batteriegrößen nach Angaben der Batteriehersteller zulässig.

Ladegerätezuordnung für verschlossene PzV-Batterien

Für verschlossene Antriebsbatterien mit festgelegtem Gel-Elektrolyt sind ausschließlich geregelte Ladegeräte mit IU1a-Kennlinie gemäß Kennlinien-Bild 4 einzusetzen. Dabei ist die Nachladezeit in Abhängigkeit der Hauptladezeit zu regeln. Eine ladefaktorabhängige Regelung ist aufgrund der Rekombinationsvorgänge nicht zulässig. Zur Berechnung des Energieverbrauches kann mit einem Ladefaktor von ca. 1,1 gerechnet werden.

4. Ladezeiten IU1a-Kennlinien in h für PzV-Batterien 30 °C



Spezielle Ladekennlinie Wsa

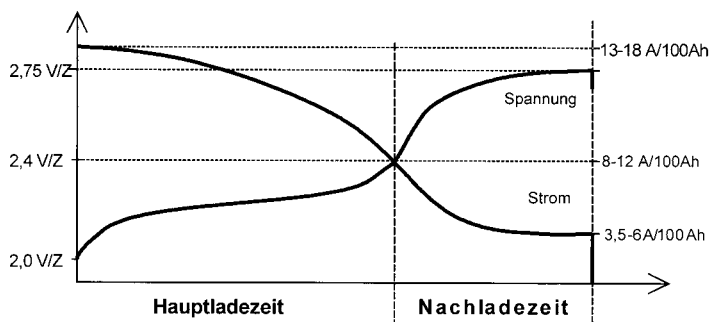
Bei bestimmten Batteriebauarten z.B. PzS stellen sich höhere Ladeschlussspannungen infolge höherer Nennsäuredichten und geringer Antimonanteile in den Gitterlegierungen ein. Hierdurch ergeben sich längere Ladezeiten. Diese Batterien können mit steileren Kennlinien, das heißt mit höheren Ladeströmen im Gasungsbereich geladen werden. Durch Vergrößerung des Streufeldes am Transformator ist der Kennlinienverlauf steiler mit dem Vorteil, dass Änderungen der Netzspannung sich geringer auf den Ladestrom auswirken. Beispielsweise ist bei 2,4 V/Z der Schwankungsbereich des Ladestromes bei Netzspannungsänderungen um ca. 20% und bei 2,65 V/Z um ca. 30% geringer.

Mit Anhebung der Ladeströme und steilerem Verlauf der Kennlinie können diese Batterien nach einer Vorentladung von 0,8 K₅ bezogen auf eine Batterietemperatur von 30 °C innerhalb von 8h – 14h je nach Zuordnung des Ladestromes zur Nennkapazität wieder aufgeladen werden.

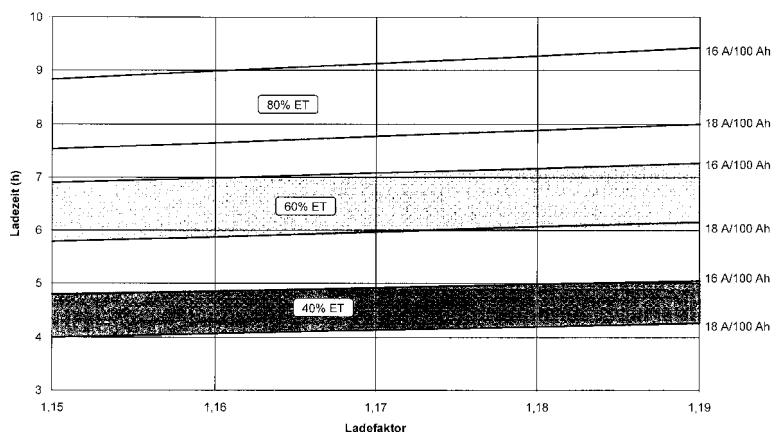
Der Ladefaktor von 1,17 darf jedoch keine höhere Toleranz als $\pm 0,02$ haben. Dieses ist zu erreichen z.B. durch ein Ah-, dU/dt- oder dI/dt-gesteuertes Ladeverfahren. Außerdem ist z.B. durch einen zusätzlichen Zeitschalter sicherzustellen, dass hierdurch eine Sicherheitsabschaltung erfolgt, wenn z.B. bei einem Nennladestrom mit 16A-18A/100Ah die Gasungsspannung von 2,4 V/Z, bezogen auf 30 °C, nicht innerhalb von 8 h erreicht wurde.

Grundsätzlich ist eine Sicherheitsabschaltung erforderlich.

5. Kennlinienverlauf Wsa (spezielle Wa-Kennlinie mit steilerem (s) Verlauf)



5. Ladezeiten mit Wsa-Kennlinie für z.B. PzS Batterien bei 30 °C



Achtung:

Wichtig ist die anwendungsorientierte Anpassung der Ladegeräte an die Batterie unter Berücksichtigung der zulässigen Toleranzen:

Ladefaktor	$\pm 0,02$
Ladezeitvorgabe	$\pm 0,5$ h
Entladetiefe	$\pm 5\%$

Die Ladegeräte müssen neben anderen Normen und Vorschriften der DIN EN 50272-3 (ersetzt die DIN VDE 510-3) und der DIN EN 60146-1 und -2 (ersetzen die DIN VDE 0558) entsprechen.

Die nachfolgende Tabelle zeigt die Kapazitätszuordnung bei verschiedenen Ladeverfahren und Ladezeiten *).

Ladegeräte- Nennstrom Amp.	Ladekennlinie Wa		Ladekennlinie Wsa		Ladekennlinie W0Wa		Ladekennlinie IU1a	
	Ladezeit 11 h	Ladezeit 14 h	Ladezeit 8 h	Ladezeit 9 h	Ladezeit 8 h	Ladezeit 9 h	Ladezeit 8 h	Ladezeit 9 h
	Batterie- Kapazität Ah (C ₅)	Batterie- Kapazität Ah (C ₅)	Batterie- Kapazität Ah (C ₅)	Batterie- Kapazität Ah (C ₅)	Batterie- Kapazität Ah (C ₅)	Batterie- Kapazität Ah (C ₅)	Batterie- Kapazität Ah (C ₅)	Batterie- Kapazität Ah (C ₅)
15	90	125	83	93	54	68	75	94
20	125	165	111	123	71	91	100	125
25	155	210	139	154	89	114	125	156
30	190	250	167	185	107	136	150	188
40	250	335	222	247	143	182	200	250
50	310	415	278	309	179	227	250	313
60	375	500	333	370	214	273	300	375
70	435	585	389	432	250	318	350	438
80	500	670	444	494	288	364	400	500
90	560	750	500	556	321	409	450	565
100	625	830	556	617	357	455	500	625
110	680	920	611	679	393	500	550	688
120	750	1.000	667	741	429	545	600	750
130	800	1.080	722	802	464	591	650	813
140	875	1.165	778	864	500	638	700	875
150	930	1.250	833	926	536	682	750	938
160	1.000	1.330	889	988	571	727	800	1.000
170			944	1.049	607	773	850	1.063
180			1.000	1.111	643	818	900	1.125
190			1.056	1.173	679	864	950	1.188
200			1.111	1.235	714	909	1.000	1.250
210			1.167	1.296	750	955	1.050	1.313
220			1.222	1.358	786	1.000	1.100	1.375
230			1.278	1.420	821	1.045	1.150	1.438
240			1.333	1.481	857	1.091	1.200	1.500

^{*)} Die Ladezeiten beziehen sich auf einen Ladefaktor von 1,2 (Wsa 1,17), eine Batterietemperatur von 30 °C, einem Batterieentladegrad von 80% und angepasste Netzspannung. Toleranz ± 0,5 h.

Die Ladezeiten werden durch die Höhe und den Verlauf von Ladestrom und Ladespannung sowie der Ladetiefe (Ladezustand der Batterie) bestimmt.