



Wien, am 21. Mai 2001

## Zusammenfassung der Gesamtergebnisse

### ÜBER DIE UNTERSUCHUNGEN DER WIRKUNG GEPULSTER SIGNALE NACH DEM MEGAPULS – ANTI-SULFATIERUNGS-SYSTEM AUF BLEIAKKUMULATOREN

Die Untersuchungen wurden an 12V Starterbatterien mit Gitterplatten (verschiedene Legierungstypen) durchgeführt. Als Versuchsträger (Prüflinge) wurden Altbatterien aus KFZ (Kapazität im Bereich von 20 – 120 Ah) herangezogen.

Die Prüflinge wurden in einer Bestandsaufnahme analysiert und nach den unten angeführten Kriterien in zwei Kategorien eingeordnet (Akkumulatoren mit Zellkurzschlüssen wurden als Prüflinge generell nicht akzeptiert.):

Kategorie I Mittlerer Schädigungsgrad (gemessene Restkapazität<sup>1</sup> > 40%; gemessener Kaltstartstrom<sup>2</sup> > 75%)<sup>3</sup>

Kategorie II Starker Schädigungsgrad (gemessene Restkapazität im Bereich von 20% bis 40%; gemessener Kaltstartstrom > 50%)

In beiden Kategorien wurden die Untersuchungen an einer statistisch repräsentativen Anzahl von Prüflingen durchgeführt. Es wurden dazu ca. 80 Prüflinge verwendet. An den Prüflingen wurden während der Versuchsdauer ca. 10.000 einzelne Meßdaten aufgenommen. Sämtliche Akkumulatoren wurden aus der Entsorgungskette vor der Verwertung / Recycling ausgesondert.

#### Testdurchführung:

Die Prüflinge (Akkumulatoren) wurden an MEGAPULS-Geräte angeklemt.

Die – zur Funktion der MEGAPULS-Geräte notwendige elektrische Energie – wird direkt aus dem bepullten Akkumulator entnommen. Bei der unteren Grenzspannung der MEGAPULS-Geräte (lt. Betriebsanleitung 12,8V) beträgt der entsprechende Strom ca. 0,08A. Zur Her-

---

<sup>1</sup> Meßmittel: ACT Meters Ltd.

<sup>2</sup> Meßmittel: Midtronics PSP

stellung einer ausgeglichenen Energiebilanz wird dieser Strom über eine zusätzliche externe Stromquelle in die Prüflinge eingespeist.

Die Beaufschlagungszeit der Prüflinge mit den MEGAPULS-Geräten betrug 15 Tage. Im Anschluß an die Bepulsung wurden die Prüflinge an ein konventionelles Profi-Ladegerät (mit Kennliniensteuerung)<sup>4</sup> zur Ladung angeschlossen.

Untersucht wurden die Veränderung der elektrisch / chemischen Kennwerte der Akkumulatoren während und nach Abschluß der Bepulsung sowie während und nach dem Ladevorgang. 48 Stunden nach Abschluß des Ladevorganges wurden an den Prüflinge nochmals eine Messung der elektrisch / chemischen Kennwerte vorgenommen (Erfassung des stationären Zustandes).

### **Ergebnisse:**

Nach Anwendung der MEGAPULS-Geräte an 12V Starterbatterien wurde bei beiden Testgruppen eine signifikante Verbesserung der elektrischen und chemischen Parameter der Akkumulatoren festgestellt.

### **Diskussion Kategorie I, mittlere Schädigung:**

Der zeitliche Anstieg der Kaltstartstromwerte verläuft linear. D.h. die entsprechenden Meßwerte steigen während der Bepulsung gleichmäßig. Nach Abschluß der 15tägigen Bepulsung betrug der Wert bereits 84,7%. D.h. der Akkumulator ist als entsulfatiert und wieder einsatzfähig zu erachten. Die aktive Masse in den Prüflingen kann nachfolgend wieder Ladung aufnehmen. Im Anschluß an die Ladung (weiterer Abbau der Sulfatschicht) beträgt der Wert für den Kaltstartstrom 97% des Neuwertes.

Der Anstieg der Kapazität beträgt im Verlauf der Bepulsung im statistischen Mittel 15%. Die nachfolgende Ladung (Akzeptanz der Ladefähigkeit nach dem Abbau der grobkristallinen Sulfatschicht nun gewährleistet) erhöht die Kapazität auf 87,5% des Neuwertes.

### **Diskussion Kategorie II, starke Schädigung:**

Die Veränderung der Kaltstartstromwerte bei den entsprechenden Prüflingen ist in zwei Bereiche zu unterteilen. Zuerst erfolgt ein lineares Anstiegen der Werte über einen Zeitraum von ca. 10 Tagen. Nachfolgend ergibt sich ein exponentielles Wachstum. Der weitere Verlauf entspricht im wesentlichen dem entsprechenden Teil aus der Kennlinie von Kategorie I.

Daraus ist zu entnehmen, daß bei starker Schädigung die Wirkung der Bepulsung aus zeitlicher Sicht einen Schwellwert aufweist. Elektrochemisch gesehen wird in dieser Phase die schwerlösliche Bleisulfatschicht („Sulfatierung“) lokal aufgelockert. Dies erfolgt durch Erhöhung der lokalen inneren Säuredichte durch den, vom Gerät ausgesendeten Stromstoß und der nachfolgenden Möglichkeit zum Ausgleich der inneren mit der äußeren Säuredichte in den stromlosen Phasen (Strompausen), die vom Gerät generiert werden.

Die Abstimmung der Parameter des MEGAPULS – Gerätes (Stromhöhe, Verhältnis Aktivzeit des Strompulses zu Pausezeit des Pulses) ist so gewählt, daß ein effizienter Abbau der Sulfatschicht bei gleichzeitiger sehr hoher Schonung des Akkumulators erzielt wird. Der beschriebene Vorgang verursacht somit die Rückführung der schwerlöslichen, grobkristallinen Bleisulfatschicht in ihre Ausgangsstoffe (Elektrolyt und Plattenmaterial – aktive Masse) und ermöglicht dadurch eine nachfolgende Aufladung des Akkus.

Das Verhalten der Kapazität entspricht im wesentlichen dem Prozeß wie bei Kategorie I beschrieben. Der Unterschied besteht darin, daß die im Zuge der nachfolgenden Ladung aufgenommenen Energiemengen bei den Prüflingen in Kategorie II deutlich über denen der Prüflinge in Kategorie I liegen. Dieser Sachverhalt erklärt sich aus einer noch tieferen Entladung der stärker geschädigten Akkus gegenüber den Akkumulatoren mit mittlerer Schädigung.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß bei sämtlichen bepulsten Altbatterien - durch die Beaufschlagung mit dem MEGAPULS-Verfahren - die Ladefähigkeit zurückgewonnen wird.

Die Dauer der Verbesserung von Akkumulatoren durch Bepulung nach dem MEGAPULS – Verfahren richtet sich nach dem Grad der Schädigung. Bei den getesteten Akkumulatoren (Schrottbatterien) ist war ein Zeitraum von 7 Tagen in Kategorie I und 14 Tagen in Kategorie II zur Wiederherstellung der Funktionalität notwendig. Die Untersuchungen zur Ermittlung der entsprechenden Zeitspannen bei funktionsfähigen KFZ-Akkumulatoren ist derzeit noch im Gange.

Die Effizienz des MEGAPULS - Verfahrens ist aus dem Netto-Anstieg der Kennwerte Kapazität und Kaltstartstrom zu ersehen (siehe Tabelle).

Die besonders schonende Behandlung der Prüflinge ist daraus zu ersehen, daß im Mittel 86% aller als Prüflinge herangezogenen Schrottbatterien ihre Funktion zurückerlangt haben.

97% der Batterien aus Kategorie I und 75% der Batterien aus Kategorie II genügen nach Abschluß des Bepulungs- und Ladeprozesses wieder den Anforderungen in ihrem ursprünglichen Anwendungsbereich, d.h. könnten uneingeschränkt wieder im KFZ eingesetzt werden.

Wien, am 21. Mai 2001

Univ.-Ass. Dipl.-Ing. M. Wieger

Anlagenverzeichnis:

- Anhang 1: Tabellarische Überblicksdarstellung der Meßergebnisse (1 Seite)
- Anhang 2: Tabellarische Auswertung der Meßergebnisse (4 Seiten)
- Anhang 3: Graphische Auswertung der Meßergebnisse (12 Seiten)

## Anhang 1 Tabellarische Überblicksdarstellung der Meßergebnisse

### MEGAPULS Kategorie 1 (mittlere Schädigung)

%-Werte bezogen auf Nennwert

Kenngröße	Eingangstest	Nach Bepulsung	Gesamt (Bepulsung und Laden)
Kapazität	61,6%	78,7%	87,5%
Kaltstartstrom	77,3%	84,7%	97,0%

%-Werte bezogen auf Eingangstest

Kenngröße	Eingangstest	Nach Bepulsung	Gesamt (Bepulsung und Laden)
Kapazität	0%	34,3%	50,5%
Kaltstartstrom	0%	13,6%	30,5%

### MEGAPULS Kategorie 2 (starke Schädigung)

%-Werte bezogen auf Nennwert

Kenngröße	Eingangstest	Nach Bepulsung	Gesamt (Bepulsung und Laden)
Kapazität	36%	53,8%	59,0%
Kaltstartstrom	50,2%	68%	77,6%

%-Werte bezogen auf Eingangstest

Kenngröße	Eingangstest	Nach Bepulsung	Gesamt (Bepulsung und Laden)
Kapazität	0%	62,6%	82,8%
Kaltstartstrom	0%	38,9%	60,9%