Die Solarmobil Mitteilungen werden vom SOLARMOBIL VEREIN ERLANGEN e.V. als Fachzeitschrift für Solarmobile und Elektroautos sowie als Vereins-Mitteilungen für die auf der nebenstehenden inneren Umschlagseite genannten Vereine herausgegeben. Sie sind außerdem das Mitteilungsorgan des BUNDESVERBAND SOLARE MOBILITÄT e.V.

Solarmobil Mitteilungen Nr. 55/56 Dezember 2004

ISSN 0941-102X B 11866 F

Impressum:

Die Solarmobil Mitteilungen erscheinen bis zu 4mal im Jahr als Fachzeitschrift für **Solare Mobilität** sowie als Mitteilungsblatt für viele Verbände und Vereine. Herausgeber ist der Solarmobil Verein Erlangen, die Zeitschrift ist außerdem Mitteilungsorgan des Bundesverbandes Solarmobil.

Herausgeber: SOLARMOBIL VEREIN ERLANGEN E.V.
Schillerstr. 54, D-91054 Erlangen
Tel + Fax + Anrufbeantworter 09131 501 663
Achtung: das Büro ist nur alle 2 Wochen besetzt,
in dringenden Fällen bitte die Redaktion anrufen (s.u.)
e-mail: **solarmobil@fen-net.de**
Internet: **www.fen-net.de/solarmobil**

Redaktion: Roland Reichel (RR) (Chefredakteur, v.i.S.d.P.), Reifenberg 85, D-91365 Weilersbach,
Tel. 09194 - 89 85, **Fax.** 09194 - 42 62,
E-Mail: **RR@solarmobil.net**
Internet: **www.solarmobil.net**

Weitere Redakteure bzw. freie Mitarbeiter:
Thomic Ruschmeyer, und viele andere freie Autoren.
Die Verfasserinnen oder Verfasser sind für die namentlich gekennzeichneten Artikel selbst verantwortlich, die darin vertretenen Meinungen entsprechen nicht notwendigerweise der Auffassung der Redaktion.

Einzelpreis: Euro 4,50 / SFr 10,00 (plus Porto/Verpackung). Der Bezug der Solarmobil Mitteilungen ist im Mitgliedsbeitrag des Bundesverbandes Solarmobil e.V. und des Solarmobil Vereins Erlangen e.V. sowie weiterer Vereine enthalten.

Fördermitglieder des Solarmobil Vereins Erlangen erhalten die Solarmobil Mitteilungen ohne weitere Kosten. Der Förderbeitrag beträgt in Deutschland mindestens Euro 18 p.a. (nur bei Einzugsermächtigung) und im Ausland: Euro 25 p.a. bei Vorauszahlung. Wird Versand der Zeitschrift per Luftpost ins außereuropäische Ausland gewünscht, so beträgt der Mindestbeitrag 50 Euro pro Jahr.
Fördermitgliedsanträge bitte schriftlich an R. Reichel, Reifenberg 85, 91365 Weilersbach, Germany, Fax. 09194-4262 oder per email: RR@solarmobil.net. Die Fördermitglliedschaft gilt jeweils für ein Jahr und verlängert sich automatisch, wenn es nicht drei Monate vor Jahresende schriftlich gekündigt wird.
Hinweis gemäß § 26 Abs. 1 BDSG: Der Versand der Solarmobil Mitteilungen erfolgt über eine Adressdatei, die mit Hilfe der automatisierten Datenverarbeitung geführt wird. Diese Daten werden nicht an Dritte weitergegeben.
Ein Mitgliedsantrag ist weiter hinten im Heft zu finden.

Auflage dieser Ausgabe: 1.300 Stück

Anzeigen:. Es gilt für die Normalausgaben die Anzeigenpreisliste Nr. 11 vom Juli 2003. Voraussetzung für Anzeigen ist ein Bezug zur Sache (Solare Mobilität und verwandte Gebiete).

Nächste Ausgabe: Nr. 57
Redaktionsschluß: 27.2.2005

Wir freuen uns über Beiträge oder Leserbriefe, am besten gleich auf Diskette oder per e-mail. Formate: Windows, WinWord 2000. Im Zweifelsfall bitte telefonisch rückfragen.

E-Mail: Beiträge und Anzeigenwünsche bitte direkt an folgende Adresse senden:

e-mail: RR@solarmobil.net
Fax 09194-4262

Zu dieser Ausgabe:

Zum Inhalt:

Rechzeitig zum Jahresschluß kommt das lange geplante Doppel-Heft mit dem Themenschwerpunkt „Batterien und Ladegeräte“. Viel Vergnügen beim Lesen, oder besser beim Durcharbeiten. Das Thema Batterien ist eines der am meisten diskutierten Themen bei allen Zusammentreffen von Solar- und Elektromobilisten.

Wie die Beiträge darlegen, kann bereits heute - ein wenig Fachkenntnisse und Verständnis für die Batterien vorausgesetzt - sehr erfolgreich fahren. Blei Akkus bieten sich für Wenigfahrer an. Die wesentlich leistungsfähigeren - aber auch teureren - NiCd und NiMH Akkus werden vielfach eingesetzt, so für die bekannten „Franzosen“ Citroen, Peugeot und Renault electrique, aber auch für das Leichtelektromobil TWIKE. Die Zukunft jedoch, so zeigen klar die bisherigen Tests und die prognostizierten Batteriedaten, gehört den Lithium Akkus. Erstaunlicherweise setzt insbesondere China auf diese Technologie und bietet als erstes Land Lithium Akkus zu verträglichen Preisen an.

Diese Berichte über Batterien, Batteriemanagement und Ladesysteme sollen fortgeführt werden. In diesem Sinne würden wir uns über Beiträge dazu sehr freuen. Insbesondere Anwenderberichte, wie schon hier abgedruckt, sind willkommen.

Inhaltsverzeichnis

Der bsm wird 15	2
Solarmobil Verein Erlangen	4
Batterien für Elektrofahrzeuge	5
Verbesserung der Lebensdauer von Batterien mit einem intelligenten Ladegerät	13
Lebensdauerbetrachtungen bei Traktionsbatterien	14
Das Kugelhaufenmodell	16
„Schnellladung von Batterien“	17
Batterie Anwender Erfahrungen	18
Lithium-Ionen Batterien für Elektromobile	26
Konferenz über Thunder-Sky Li-Ion Akkus	29
TWIKE Batterien	30
Batterien in E-Mobilen	31
T-Zero mit Li Akkus	32
Fortu PowerCell	35
Multiplexendes Batterieladegerät	36
Anzeige der Batteriespannung	38
City El in den USA und neue Hauben	39
Schulprojekt Solarboot erfolgreich getestet	41
Schulprojekt „Mobile Solartankstelle“	41
Deutschlandfahrt 2004: Die Elektro-Globetrotter	43
Fahrt mit City-EL nach Spanien	47
Park & Charge: Bad Homburger Modell	49
Ökosteuer hilft dem Klima	50
verkehr-macht-klima	50
Meldungen	52
Fahrzeuge und Komponenten, Händler und Hersteller	55

Der bsm wird 15

Roland Reichel, Bundesverband Solare Mobilität e. V.

15 Jahre für die solare Mobilität zu Lande, zu Wasser und in der Luft

Am 2.12.2004 feierte der bsm auf der Euromold Messe in Frankfurt sein 15-jähriges Jubiläum.

"Was, so alt sind wir schon?" fragte Thomic Ruschmeyer auf der Euromold in Frankfurt, und Roland Reichel entgegnete: "Nein, wir sind 15-Jahre-jung, und so wie ein 15jähriger Teenager sind wir auch immer voller neuen Ideen und Tatendrang".

Genau am 2.12.1989 wurde er in Frankfurt gegründet, damals noch unter dem Namen "Fahrer und Konstrukteursverband Solarmobil e.V." Die heutigen Vorstandsmitglieder Roland Reichel und Thomic Ruschmeyer waren bereits damals in Frankfurt als Gründungmitglieder mit dabei. Auf einer turnusmässigen Hauptversammlung 1992 in Hamburg wurde der Verband in "Bundesverband Solarmobil e.V." umbenannt, und im Juli 2004 erfolgte erneut die Umbennung in "Bundesverband Solare Mobilität e.V."

Der neue Name entspricht mehr den heutigen Tätigkeitsfeldern, die die gesamte solare Mobilität zu Lande, zu Wasser und in der Luft umfassen. Der bsm hat mittlerweile eine Reihe von Arbeitsgruppen gebildet, um die Aufgaben in den folgenden Bereichen besser erledigen zu können:

- Arbeitsgruppe **Park und Charge** - für Stromtankstellen und das Stromtankstellenverzeichnis
- Arbeitsgruppe **Schule und Ausbildung** - für Projekte und Informationsweitergabe
- Arbeitsgruppe **Medien und Internet** - für die WEB-sites und Printmedien, z.B. die Zeitschrift "Solarmobil Mitteilungen"
- Arbeitsgruppe **Messen und Veranstaltungen** - für die Sonderschau "Solare Mobilität" und ähnliches
- Arbeitsgruppe **Politik, Kontakte und Öffentlichkeit** - für direkte Kontakte und Unterstützung bei der Öffentlichkeitsarbeit

Der bsm war genau 15 Jahre nach seiner Gründung, also am 2.12.2004, wieder in Frankfurt und zeigte auf der EUROMOLD Messe in Halle 9.2 eine Reihe von Fahrzeugen der solarelektrischen Mobilität zu Lande. Rund 14 Tage vorher, also Mitte November 2004, wurden auf der Sonderschau "Solare Mobilität" auf der glasstec in Düsseldorf neben zwei- und dreiraedrigen Automobilen und Rollern auch drei Solarschiffe gezeigt. Gerade im Bereich der solaren Schifffahrt sieht der bsm hervorragende Entwicklungsmöglichen im Freizeitbereich, aber auch für solare Berufsschifffahrt und solare Kleinfähren.

bsm auf der glasstec Düsseldorf, Okt. 2004

Bei einer kleinen internen Feier abends am 4.12. in Bad Homburg wurde nicht nur der 15. Jahrestag des bsm, sondern auch das sogenannten "Bad Homburger Park&Charge Modell" gefeiert.

Der bsm ist ein gemeinnütziger Verein und in Münster ins Vereinsregister eingetragen. Eine Auflistung der Tätigkeitsschwerpunkte des bsm, die vollständige Satzung, die Steuer- und Vereinsregisternummern und das Antragsformular für die Mitgliedschaft findet man im Internet unter www.solarmobil.org/personen.htm

Mehr zum bsm, seinen Tätigkeitsgebieten und Veröffentlichungen (z.B. die gerade aktualisierte Liste der Solar- und E-Mobile) findet man auf der homepage www.solarmobil.net (siehe Titelbild auf dem Umschlag).

Nachfolgend sind einige Stationen des bsm in chronologischer Reihenfolge aufgelistet, danach folgen Bilder von bsm Aktionen und die Namen und Adressen der bsm Arbeitsgruppen.

1989, 2.12.: Gründungsversammlung in Frankfurt, Gründung als "Fahrer- und Konstrukteuersverband Solarmobil" e.V. , Eintragung ins Vereinsregister Kassel, 1. Vorsitzender Hans Jürgen Erk, der Verein ist gemeinnützig.

1990 erste Ausstellung von Solar- und E-Mobilen im Rahmen des Hanse Solarmobil Salons in Hamburg als Vorläufer der bsm Sonderschau "Solare Mobilität"

1991, 15.9.: Wahl von Roland Reichel zum 1. Vorsitzenden und von Thomic Ruschmeyer zum 2. Vorsitzenden. Beide sind bis bis heute im Amt.

1992, Sommer: Teilnahme an der Jury der "Tour de Sol", Schweiz, durch Roland Reichel und Thomic Ruschmeyer

1992, 22.11.: Änderung des Namens in "Bundesverband Solarmobil e.V."

1993: erste "Deutsche Solarmobil Meisterschaft" mit 5 Läufen (heute: "Deutsche Energiespar Meisterschaft")

Etappenstart auf der Tour de Ruhr 2003,
Lauf zur «Deutschen Energiesparmeisterschaft»

1994: Europäischer Solarpreis von EUROSOLAR für die Fahrt von Thomic Ruschmeyer und Andreas Manthey mit einem ATW Ligier Optimax Solarmobil von Bonn nach Amsterdam im Rahmen der "European Solar Challenge 1994"

1996, 28.2.: Ausrichtung des Kongress "Solar+E-Mobil" auf der UTECH Berlin, 120seitiger bsm-Tagungsband

1996: Veröffentlichung des 40seitigen bsm Kataloges "Solar- und E-Mobil" mit Auflistung erhältlicher E-Mobile (mittlerweile vergriffen, soll in ähnlicher Form aber wieder aufgelegt werden)

1996: Welt-Klimakonferenz Berlin, bsm-Ausstellung im Kongresszentrum Berlin

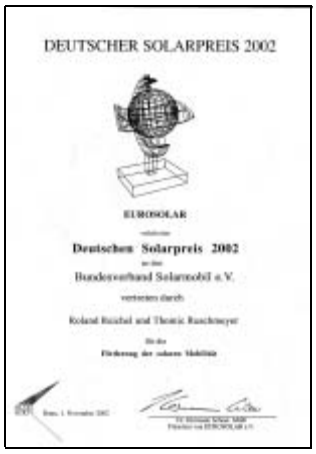
1997, 12.7.: Erste bsm *Park&Charge* Stromtankstelle in Deutschland bei Fa. Haberkorn in Bielefeld, Mitarrbeit am Stromtankstellenverzeichnis (LEM-NET) von www.twikeklub.ch

1997: bsm unterstützt CityCom auf der IAA in Frankfurt (bsm Messestand)

2001: Entstehung der Internetseiten des bsm unter www.solarmobil.net

2001, Okt.: bsm auf dem EVS18 in Berlin (Electric Vehicle Symposium, Weltkonferenz für Elektrofahrzeuge), bsm Ausstellung, Posterbeitrag und Stromtankstelle zur Versorgung aller Elektrofahrzeuge

2002, 1.11.: Deutscher Solarpreis der EUROSOLAR für die Förderung der "Solaren Mobilität"


DEUTSCHER SOLARPREIS 2002

EUROSOLAR

Deutschen Solarpreis 2002

Bundesverband Solarmobil e.V.

2002, 2.11.: Wahl von Gerd Bruns zum Amt des Schatzmeisters in den Vorstand

2003, Aug.: Solarschiffstour Dresden - Berlin als Aktion "Solar statt Flut"

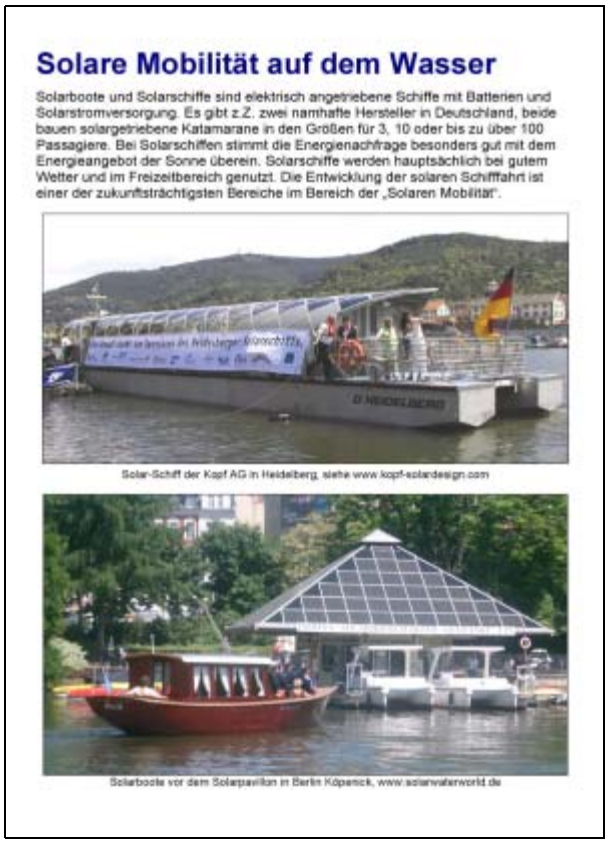
2004, 1.-5.6.: Ausstellung des bsm auf der Klimakonferenz "renewables 2004" in Bonn

2004, 6.6.: Verlegung des Vereinssitzes von Kassel nach Münster

2004, 23.7.: Änderung des Names in "Bundesverband Solare Mobilität e.V."

2004, 1.-4.12.: Wieder in Frankfurt zur letzten Sonderschau "Solare Mobilität" im Jahr 2004 auf der Euromold Messe Frankfurt und Feier des 15jährigen Bestehens des bsm.

Erstmals auf der Euromold 2004 dabei: der SAM aus der Schweiz



Beispiele für bsm - Poster, Format A3, die es für verschiedene Themen der „Solaren Mobilität" gibt, auch in Englisch.

Solarmobil Verein Erlangen

von Peter Maier, 1. Vorsitzender

Auf Anfrage der Stadt NÜRNBERG soll am Samstag 23.04. 2005 in der Nürnberger Südstadt eine Veranstaltung " Ab in den Süden " stattfinden.

Angeregt durch die Solarparade in München, soll ein Geschwindigkeits- und ein Geschicklichkeitstest für Elektro- und Solarmobile auf einer extra abgesperrten Straße durchgeführt werden, wo die Fahrer die Leistungsfähigkeit ihrer Fahrzeuge zeigen. Ergänzt wird diese Vorführung durch eine große Elektro- und Solarmobilausstellung auf dem Aufseßplatz. Des weiteren werden an diesem Tag auch extra Stände mit ökologische Produkte aufgebaut, sowie für sonstige solare Aktivitäten. Um die Parade der Solar- und Elektroautos möglichst umfassend gestalten zu können, bitten wir um rege Teilnahme.

Wir hoffen, unseren Teilnehmern eine kostenlose Verpflegung und interessante Preise bieten zu können, für Teilnehmer mit weiter Anreise auch einen Fahrkostenzuschuß. Um die Anzahl der Teilnehmer abschätzen zu können bitten wir um eine vorläufige Zusage. Wir würden uns freuen, wenn möglichst viele Solar- und Elektromobilfahrer ihr Interesse bekunden und unsere neue Aktion unterstützen würden.

Im Herbst 2005 (Ende Sept ./Anfang Okt.) ist anlässlich des 20- jährigen Bestehens des Solarmobil Vereins Erlangen eine Ausstellung von Solar und Elektromobilen in Erlangen geplant.

Achtung: am Stammtisch 14.02. findet wieder ein Vortrag statt :Thema ist die Umstellung von Dieselautos auf Pflanzenöl. Der Februar Stammtisch findet wegen des Rosenmontags am 2. Montag im Februar statt.

Rückblick: Am 08.11.04 hielt Herr Dr. Banning im Verein einen Vortrag über Naturstrom.

Der Vortrag war sehr interessant und brachte neue Zusammenhänge über die Arbeit der Naturstrom AG, ein rühriger "Verein" der unterstützt werden sollte. Leider hatten sich nur wenige Vereinsmitglieder diesen Termin freigehalten und diesen interessanten Vortrag besucht.

Zum Vereinstelefon

Wir sind nur alle 14 Tage jeweils Mittwoch nachmittags zur Sitzung im Verein. Da haben sich dann meist so bis zu 10 Anrufe auf dem Anrufbeantworter gesammelt. Das Telefon ist also nur sehr eingeschränkt für die schnelle Kommunikation geeignet. Unter gleicher Nummer 09131 501 663 können auch FAXE empfangen werden.

Besser und sehr viel schneller geht es mit E-mails an die Adresse **solarmobil@fen-net.de**. Die E-mails werden im Verein zwar auch nur sporadisch gelesen, allerdings weden sie von einigen Mitgliedern von zu Hause aus mitgelesen und bei Bedarf auch bearbeitet.

Aktuelle Anfragen können so schnell beantwortet werden.

Der Solarmobil Verein Erlangen wird im nächsten Jahr 20 Jahre!

Vereinstreffen: Solarmobil-Stammtisch

Die Mitglieder und Freunde des Solarmobil Vereins Erlangen treffen sich **an jedem ersten Montag im Monat** ab 19.30 Uhr in den Vereinsräumen in der Schillerstraße 54 in Erlangen zum gemütlichen Beisammensein und Erfahrungsaustausch. Hier bietet sich außerdem eine ausgezeichnete Gelegenheit, die verschiedenen Arbeitsgruppen kennenzulernen und sich diesen bei weitergehendem Interesse als Aktiver anzuschließen. Die nächsten Termine für die Vereinstreffen sind:

- Montag, 14. Februar 2005 (wegen Rosenmontag verschoben)
- Montag, den 07.03.2005
- Montag, den 04.04.2005
- Montag, den 06.06.2005
- Montag, den 04.07.2005
- Montag, den 05.09.2005
- Montag, den 10.10.2005
- Montag, den 07.11.2005
- und am 05.12.(Weihnachtsfeier)

Bitte vorher anrufen und Termin bestätigen lassen. (Peter Maier, Tel. 09132 603 02, abends).

Internet: **www.fen-net.de/solarmobil**

E-mail: **solarmobil@fen-net.de**

Batterien für Elektrofahrzeuge

Roland Reichel, Bundesverband Solare Mobilität e. V.

Übersicht

Die Fa. PSA, die sich in Frankreich mit Elektroautos beschäftigt und u.a. die Peugeot und Citroen electrique gebaut hat und testet, schreibt über das Thema Batterien:

Die ideale Batterie gibt es noch nicht, sie müßte jedoch über die folgenden technischen Eigenschaften verfügen:

- *Um kräftige Beschleunigungswerte zu erreichen, müßte sie besonders leistungsfähig sein und eine überdurchschnittlich hohe Leistungsdichte (W/kg) erreichen.*
- *Im Sinne einer besonders großen Reichweite müßte sie eine überdurchschnittlich hohe Energiedichte aufweisen (Wh/kg).*
- *Um eine kontinuierliche Leistung zu garantieren, muß die Batterie eine stabile Spannung liefern. Dies bedingt einen geringen Innenwiderstand der Batterie, so daß bestimmte Akkus nicht mehr in Frage kommen, obwohl sie recht leistungsfähig sind.*
- *Zur Kostensenkung muß die Batterie eine lange Gebrauchsdauer erreichen (hohe Zyklenfestigkeit) und außerdem besonders wartungsfreundlich sein. Eine wartungsfreie Batterie wäre die beste aller Lösungen.*

Idealerweise verbraucht der Motor eines Solarmobils gerade soviel Energie, wie von der Sonne geliefert wird. Dieser Idealzustand des rein solaren Fahrens ist außer bei hochgezüchteten Rennsolarmobilen oder in Sonderfällen[1] fast nie gegeben. Da die Motorleistung meist weit höher ist als die maximal mögliche Solarleistung, die bei sehr guter Sonne gerade 300 bis 500 Watt erreichen wird, kann nicht auf die Batterie verzichtet werden. Die Konzeption des Solarmobils ist auf "Tanken" während der Parkzeiten (solar oder im Netzverbund) und auf kurzen Fahrbetrieb z.B. zur Arbeitsstätte von 1 bis 2 Stunden pro Tag ausgelegt.

[1] Bei dem Langstreckenrennen "Solar Challenge" durch Australien sind ca. 8 m^2 Solarfläche erlaubt, außerdem muß fast den ganzen Tag gefahren werden. Es stehen nur wenige Morgen- und Abendstunden für die Batterieladung zur Verfügung. Tagsüber muß überwiegend mit direkter Solarenernergie gefahren werden, so daß auf Batterien eigentlich verzichtet werden könnte.

Die Batterie ist noch immer die problematischste Komponente bei Solar- und Elektrofahrzeugen. Und doch haben die Erfahrungen von vielen Veranstaltungen und Alltagsfahrten gezeigt, daß trotz der relativ geringen Batterie-Energieinhalte mit vernünftigen Geschwindigkeiten und Reichweiten gefahren werden kann. Dies ist sicher ein großer Erfolg der Leichtbauweise und der optimierten Antriebe mit ihren guten Wirkungsgraden. Es mag zum Teil auch damit zusammenhängen, daß durch den Solargenerator ständig, d.h. während jeder kleinen Fahrpause, nachgeladen wird, was die Batterie stark entlastet. So kann günstigstenfalls der Solargenerator sogar während der Fahrt einen Teil des Motorstromes direkt liefern, dadurch fließt ein kleinerer Batteriestrom und die Batterie wird entlastet. Die Reichweiten erhöhen sich dadurch gegenüber einem Elektrofahrzeug mehr, als es eine einfache Energierechnung vermuten ließe. H.A. Kiehne schreibt dazu in dem Buch "Batterien, Grundlagen und Theorie, aktueller technischer Stand und Entwicklungstendenzen", Verlag Markt und Technik im Kapitel 3, Batterien für elektrisch angetriebene Straßenfahrzeuge:

Batteriefahrzeuge sind Nah- und Kurzstreckenfahrzeuge. Über die optimal erforderliche Reichweite liegen sehr unterschiedliche Ansichten vor, 40 - 80 km oder gar 150 km für europäische Verhältnisse. Für das Jahr 1979 wurden für die Bundesrepublik Deutschland die folgenden Zahlen für herkömmliche PKWs ermittelt:

Länge einer Fahrt im Mittel: 12,1 km, Gesamtfahrstrecke pro Tag im Mittel: 37,9 km, Gesamtfahrleistung im Jahr: 13.400 km. Hieraus läßt sich ableiten, daß eine sehr goße Zahl von Fahrzeugen weniger als 40 km pro Tag zurücklegt. Dennoch ist ein Hemmnis für die Einführung des Elektrofahrzeugs die Furcht, auf der Straße liegen zu bleiben.

Es besteht aber eine sehr einfache Möglichkeit, die Reichweite eines Batteriefahrzeugs zu verlängern, und zwar durch Zwischenladungen in den Fahrpausen über einen Bordlader.

In einer Beispielrechnung gibt Kiehne bei ca. 30 km/h Durchschnittsgeschwindigkeit und Batterie-, Motor und Ladeverhältnissen, die in etwa den Solarmobilen entsprechen, die Erhöhung der Reichweite mit etwa 125 %, also auf mehr als das Doppelte an (von 40 km auf 90 km).

Nach unseren eigenen praktischen Erfahrungen gibt es hier zwei Lösungen:

1. Der Solargenerator auf dem Fahrzeug. Er kann sicher nicht den vollen Tagsbedarf decken, und man ist außerdem vom schönen Wetter abhängig. Je nach Größe des Solargenerators kann jedoch auch bei alltagstauglichen Fahrzeugen ein Solargenerator auf dem Dach des Fahrzeugs bis zu einem Viertel der Tagesstrecke "erbringen". Wird wenig gefahren, typischerweise nur 10 bis 20 km, so kann der Solargenerator bei entsprechender Dimensionierung auch voll ausreichen (Beispiel: City-El mit ca. 100 bis 150 Watt Solargenerator, oder VESPA Piaggio Dreirad Klein-LKW, 800 kg Gewicht, 400 Watt Solar auf dem Dach). Messungen bei vielen Veranstaltungen haben darüberhinaus gezeigt, daß sogar Serienfahrzeuge mit Solargenerator auf dem Dach bei sonst gleichen Fahrbedingungen bis zu 25% weniger Energie aus dem Netz bezogen haben.
2. Die andere Möglichkeit ist das oben erwähnte Nachladen während der Fahrtpausen. Auch hier haben die Erfahrungen vieler Veranstaltungen gezeigt, daß bei z.B. einer vierstündigen Mittagspause (typischerweise für Ausstellungen genutzt während der Solarmobil-Veranstaltungen) rund 80% oder mehr der Energie wieder bereitstand. Daas TWIKE mit seinen typischen Ladezeiten von 1 bis 2 Stunden kann selbst in solch üblichen Pausen die Akkus wieder voll laden.

Als Energiespeicher wurden bei den bisher entwickelten Solarmobilen ausschließlich chemische Speicher verwendet. Das Geburtsjahr der chemischen Batterie ist 1786. Damals entdeckte der italienische Arzt Luigi Galvani bei einem Experiment mit Froschschenkeln, daß diese an ihrem Kupferhaken zuckten, wenn er ein Eisengitter berührte. Unter Ausnützung dieses Phänomens schuf Alessandro Volta Ende des achtzehnten Jahrhunderts die erste elektrochemische Batterie. In den nächsten Jahrzehnten wurde auf rein empirischem

Wege, also durch bloßes Experimentieren, eine Reihe von weiteren Elementkombinationen entdeckt, die sich für die Speicherung von elektrischer Energie eigneten. Darunter befand sich der wiederaufladbare Blei - Schwefelsäure - Akkumulator, den 1859 der französische Physiker Gaston Planté entwickelte. Diese Batterie ist heute noch in vielen Anwendungsbereichen, auch bei Solar- und E-Mobilen, dominierend.

Daneben wird heute intensiv nach neuen Möglichkeiten geforscht, die vor allen Dingen mehr Kapazität pro Gewicht bieten. Noch immer ist der größte Schwachpunkt bei Elektroautos und Solarmobilen die Notwendigkeit, sehr viel Batteriegewicht mitzuführen, um überhaupt fahren zu können. Die heute bei Bleibatterien erreichten 30 bis 40 Wh/kg Nennkapazität ermöglichen Reichweiten von 50 bis 100 km. Bleibatterien haben prinzipiell den Nachteil, daß sie bei Kälte an Kapazität verlieren, und dass durch den sogenannten Peukert-Effekt die entnehmbare Kapazität bei hohen Strömen geringer ist. Nickel-Cadmium Batterien haben besonders bei Kälte, aber auch bei hohen Entladeströmen, wie sie bei Fahrzeugen üblich sind, unbestreitbare technische Vorteile. Sie gelten als sehr langlebig, und es gibt Typen, die sich sehr schnell wieder aufladen lassen, im Extremfall in ca. 1 Stunde. Nachteile sind der geringere Gesamtwirkungsgrad und der recht hohe Preis gegenüber Bleibatterien.

Viel versprochen hat man sich von Neuentwicklungen wie z.B. der Natrium-Schwefel Batterie, die Leistungsgewichte von 100 bis 150 Wh/kg verspricht und außerdem einen sehr guten Lade-/Entladewirkungsgrad aufweist. Die Batterien arbeitete bei Temperaturen über 300 Grad C. Leider hat Fa. BBC bzw. jetzt ABB diese Technologie nicht weiter verfolgt. Der letzte nennenswerte Feldtest erfolgt auf der Insel Rügen in drei Neoplan-Bussen, danach ist die Natrium-Schwefel Batterie praktisch vom Markt verschwunden. [2]

Interessant erschien auch Anfang und Mitte der 90er Jahre die Zink-Brom Batterie, die von einer amerikanischen Firma in Österreich entwickelt wurde. Auch sie kam praktisch nie nennenswert zum Einsatz, zur Zeit gibt sind keine Entwicklungen mehr bekannt. Nach einem Brom-Unfall mit einer solchen Batterie in den USA hörte man nichts mehr von weiteren Entwicklungen.

Der nachfolgende Beitrag basiert auf dem Kapitel 6 „Batterien“ des Buches „Solarmobile und ihre Komponenten„ vom gleichen Autor, ergänzt um neuere Entwicklungen und Erfahrungen mit Antriebsbatterien in Solar- und E-Mobilen.

Dabei werden auch einige praktische Auslegungsbeispiele für Fahrzeugbatterien nach eigenen Erfahrungen und Überlegungen zu den Batteriekosten dargestellt. Hier hat sich leider gegenüber der Veröffentlichung 1993 wenig verändert, sieht man von den Entwicklungen im TWIKE mit den NiCd Akkus und den aktuellen Lithum Akkus ab (auf die später in gesonderten Artikeln eingegangen wird).

Leider wird den Kosten meist viel zu wenig Beachtung geschenkt. Eine genauere Betrachtung zeigt allerdings, daß diese Kosten die Haupt-Betriebskosten eines Solar- bzw. Elektrofahrzeuges ausmachen. Einige Erfahrungsberichte über viel zu kurze Funktionsdauer von Fahrzeugbatterien und einige praktische Ratschläge zur besseren Behandlung der Batterien (Batterieheizung, Einzelladung bzw. Ausgleichsladung) zeigen dies.

Serienschaltung

Die Erfahrung und genaue Messungen und Simulationen haben gezeigt, daß bei der Serienschaltung von 10 oder mehr Batterien, wie sie bei Spannungen von 120 bis über 200 Volt heute unumgänglich sind, große Probleme durch die Kapazitätsstreuungen auch neuer Batterien auftreten. Die schwächste Batterie in einer Serienschaltung bleibt beim Laden in ihrer Spannung etwas unterhalb der Ladeschlußspannung. Für den Gesamtstrang ist diese Ladeschlußspannung aber bereits erreicht. Das bedeutet, daß die "guten" Batterien etwas überladen werden, d.h. stärker gasen. Die schlechte Batterie wird jedoch nie ganz voll. Und nun beginnt der Teufelskreis: Da sie weniger geladen ist, ist sie auch als erste wieder (tief-) entladen. Die Spannung bricht zusammen und täuscht dem Betreiber eine leere Gesamtbatterie vor, die er nun wieder lädt. Der Effekt verstärkt sich, und nach kurzer Zeit ist diese Batterie nicht mehr funktionsfähig. Dieser Effekt wurde häufig in der Praxis beobachtet und ist wohl die Hauptursache, daß Batteriesätze immer wieder viel zu kleine km-Leistungen erbringen.

Wir möchten es mal so ausdrücken: Die Fahrzeugbatterie ist ein "Pflegefall". Auf der Intensivstation, d.h. mit intensiver Pflege besonders hinsichtlich der Ladeverfahren, der Einzelladung bzw. des Ladungsausgleichs und mit einer guten Temperierung auf 20 bis 25 Grad C (wobei der Temperaturunterschied der Batterien untereinander so gering wie möglich sein soll) werden heute auch mit Bleibatterien km-Leistungen von 20.000 bie 30.000 km erreicht, vereinzelt sogar noch mehr (60.000 km sind erreicht, siehe im Bericht hinten).

Bei den einzelnen Batterietypen wird jeweils kurz auf die beste Pflege eingegangen, d.h. auf die Ladeverfahren und das Temperaturmanagement. Beides sind übrigens Dinge, die der Fahrzeugkonstrukteur durch entsprechend gut angepaßte Ladegeräte und durch Batterieheizung oder -Kühlung durchaus positiv beeinflussen kann. Die Fahrer und Betreiber von Elektrofahrzeugen sind gut beraten, wenn sie auf die Batteriepflege sehr viel Wert legen. Dazu gehört auch eine gute Batterierüberwachung im Fahrzeug. Entsprechende Geräte stehen heute zu Verfügung.

Die Blei - Batterie

Man unterscheidet Blei-Säure Batterien (offen) und geschlossene und gasdichte Batterien, bei denen die Säure in einem Gel oder einem Glas-Vlies festgelegt sind. Gasdichte Batterien sind wartungsfrei und bieten eine Reihe anderer Vorteile, sind im allgemeinen aber etwas schwerer und teurer als die offenen Typen. Sie dürfen außerdem keinesfalls überladen werden, das Ladegerät muß als genau an den Batterietyp angepaßt sein. Dafür sind sie nicht ganz so empfindlich gegen Tiefentladung wie die "nassen" Blei-Säure Batterien.

Man unterscheidet außerdem nach der Plattendicke und dem Aufbau. Starterbatterien sind im allgemeinen Gitterplattenbatterien mit Bleiplatten um 1,5 mm. Traktionsbatterien oder sogenannte Panzerplattenbatterien haben dickere Bleischichten, je nach Aufbau über 2 mm. Dadurch haben sie im allgemeinen einen höheren Innenwiderstand, fahren sich also „weicher“, d.h. brechen bei Belastung in der Spannung etwas ein. Vorteile sind allerdings die höhere Lebensdauer. Eine andere Bauform von Traktions- oder Panzerplatten Batterien ist die Röhrenzellen. Röhrchenzellen gelten als sehr robust, zeichen sich also durch hohe Zyklenzahl aus. Sie wegen der höheren Bleidicke im allgemeinen schwerer.

[2] laut „Erprobung von Elektrofahrzeugen der neuesten Generaation auf der Insel Rügen“, Abschlussbericht Dez. 1996

Blei-Säure Batterie

Die offene Bleibatterie ist noch immer sehr häufig bei Elektrofahrzeugen und auch bei Solarmobilen verwendet. Bleibatterien werden als Starterbatterien, Traktionsbatterien oder Solarbatterien von einer großen Zahl von Firmen geliefert.

Die geladene Batterie besteht aus der positiven Elektrode aus Bleidioxid und der negativen Elektrode aus porösem Blei. Als Elektrolyt dient Schwefelsäure. Bei der Entladung wandelt sich unter Mitwirkung der verdünnten Schwefelsäure ein Teil der aktiven Masse auf beiden Platten in Bleisulfat um. Dabei wird Schwefelsäure verbraucht und an die Masse gebunden, Wasser wird freigesetzt. Beim Entladen nimmt die Säuredichte stetig ab, sie ist ein direktes Maß für den Ladezustand der Batterie. Bei der Ladung fließt Strom in entgegengesetzter Richtung, daher verlaufen auch die chemischen Vorgänge in umgekehrter Weise. Das spezifische Gewicht der Säure steigt, und gegen Schluß der Ladung tritt an beiden Polen Gasentwicklung auf. An den positiven Platten entsteht Sauerstoff, an den negativen die doppelte Menge Wasserstoff. Das Gemisch ist explosiv (Knallgas) und muß abgeleitet werden. Die Ruhespannung beträgt pro Zelle etwa 2 Volt.

Die Kapazität einer Antriebs- oder Traktionsbatterie wird üblicherweise als **Nennkapazität** bei 5stündiger Entladung angegeben: es ist die Kapazität, die sich bei fünfstündiger Entladung mit konstantem Strom bei einer Entladeschlußspannung von 1,7V pro Zelle und einer Temperatur von 27^{O}C oder 30^{O}C ergibt. Die **Betriebskapazität** ist geringer, sie beträgt etwa 80% der Nennkapazität, denn im normalen Betrieb soll zur Erreichung der angegebenen Funktionsdauer bzw. Zyklenzahl nicht mehr als 80% der Nennkapazität der Batterie entnommen werden.[3] Bleibatterien für Antriebszwecke haben heute Energiedichten von 30 Wh/kg bis 40 Wh/kg, obwohl die theoretische Energiedichte ungefähr fünfmal so hoch ist. Ein wesentlicher Grund dafür ist, daß vorhandene aktive Masse und Säure nur zum Teil ausgenutzt werden können.

Bleibatterien haben einen für Fahrzeuge unangenehmen Effekt: Je höher der Entladestrom ansteigt, desto stärker sinkt die Batteriekapazität ab (siehe Bild 1: Abhängigkeit der Kapazität von der Höhe des Entladestromes für drei Batterietypen PzS: 80Ah, 100Ah und 120Ah).[4] Erschwerend für den praktischen Einsatz kommt hinzu (oder sollte man "beschwerend" sagen), daß eine Bleibatterie niemals zu 100% entladen werden darf, wie bereits beim Unterschied zwischen **"Nennkapazität"** und **"Betriebskapazität"** erwähnt ist. Man sollte beim Entladen nur bis zur 20 % Grenze (oder auch nur 40 bis 50% Grenze!!) gehen, d.h. daß auch aus einer 100 % vollgeladenen Batterie nur 80 % (oder 50 bis 60%) der Kapazität entnommen werden soll. Sogenannte "Batteriecontroller" für Fahrzeuge tragen dem Rechnung, indem über einen Steuerkontakt der Motorstrom bei einer vorgegebenen Restkapazität von z.B. 40, 30 oder 20% unterbrochen werden kann.

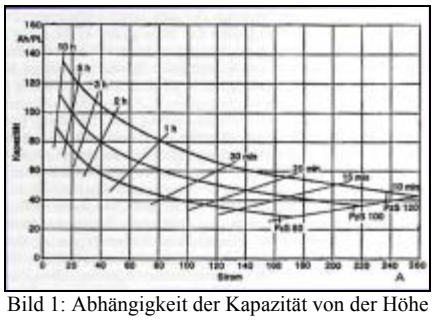


Bild 1: Abhängigkeit der Kapazität von der Höhe des Entladestromes für drei Batterietypen PzS: 80Ah, 100Ah und 120Ah, jeweils bei 30^{O}C

Batterien sind insbesondere nach starken Entladeströmen und nach Laden mit Gasung auf den Wasserstand zu kontrollieren, gegebenenfalls ist destilliertes Wasser nachzufüllen. Eine volle Blei-Batterie sollte eine Säuredichte von ca. 1,28 aufweisen. Unter Rennbedingungen kann dieser Wert auch schon mal etwas höher sein, bis ca. 1,3 oder geringfügig mehr. Dies kann sich aber nachteilig auf die Funktionsdauer auswirken. Es ist auf gute Belüftung des Fahrzeugs zu achten, da die Batterie explosive Gase entwickeln kann (Knallgas).[5] Auf jeden Fall sind geeignete und handelsübliche Belüftungssysteme (z.B. Kamina von Fa. MOLL) zu installieren.

Bei höheren Strömen hat die Säure als Reaktionspartner nicht mehr ausreichend Zeit, in das Innere der Elektroden nachzudiffundieren. Hinzu kommt eine Passivierung der inneren Oberfläche der Elektroden durch Bleisulfat. Wird eine Bleibatterie während des "Verbrauchs" ständig über Solarzellen nachgeladen, treten diese unerwünschten Reaktionen nicht so stark auf. Günstig kann sich hier auch die Rekuperation, als die Rückspeisung von Bremsenergie in die Batterie, auswirken. Die Leistungsfähigkeit einer Bleibatterie ist stark von der Umgebungstemperatur abhängig. Ihre ideale Betriebstemperatur ist um 30 Grad Celsius. Bei Temperaturen unter dem Gefrierpunkt kann die Kapazität bis auf ein Viertel des Normwertes absinken. Besonders wichtig ist im Winter, daß der Akku nie vollständig entladen ist, da je nach Ladezustand die Schwefelsäure bei -18 Grad Celsius frieren kann und die Batterie sprengt. Inzwischen wird bei verschiedenen Elektrofahrzeugen mit Batterieheizungen experimentiert, die die Batterie ständig auf Arbeitstemperatur halten sollen.[6]

Es ist zudem nicht ganz leicht, eine Bleibatterie wirklich ganz voll zu laden. Eine Begrenzung der Ladeschlußspannung auf 2,35 V pro Zelle treibt die Batterie nicht in die Gasung, so daß sie nur zu etwa 80 % geladen wird. Ein Erhöhen auf ca. 2,4 V Ladeschlußspannung bringt eine genügende Ladung. In der offenen Blei-Säurebatterie braucht man eine gewisse Überladung, u.a. um den Säuredichtegrad, der sich beim Laden und Entladen bildet, abzubauen. Das erfordert ein Laden mit etwa 10 bis 12 % mehr Ah, als man vorher entnommen hat. Der Ah-Wirkungsgrad ist damit also nur ca. 88 bis 90 %. Der energetische Wirkungsgrad (Wattstunden Wirkungsgrad) ist noch geringer mit ca. 70 %, da die Ladespannung höher als die Entladespannung ist.

Für Traktionsbatterien ist wegen der häufigen Ladung und Entladung (hohe Zyklenzahl) der Bau einer Panzerplatte oder **Röhrchenplatte** angebracht, die bis zu 1000 Ladezyklen übersteht, obwohl dieser Batterietyp erheblich schwerer ist als Gitterplattenbatterien. Für die überwiegende Anzahl aller Solarmobile sind bisher normale oder spezielle Git-

---

3 Dieser Wert kann zur Erreichung einer besseren Gebrauchsdauer der Batterie auch anders sein, z.B. 30 oder 40% Restkapazität.

4 Aus "Die Antriebsbatterie" von Max Pöhler, 13. Auflage bearbeitet von H.A.Kiehne, VDI Verlag

5 Der Autor hat selbst durch Unachtsamkeit und einen Lichtbogen solch ein Knallgasgemisch vor der letzten Etappe der Tour de Sol 1986 in Luzern zum Explodieren gebracht. Eine der vier Batterien des Rennfahrzeugs von M. Trykowski verlor dabei den oberen Teil der Abdeckung, war allerdings noch voll einsatzfähig und hielt auch bis zum Ziel klaglos durch.

6 Bei der Tour de Sol 1987 (Solaris, Axel Krause) sowie 1989 bis 92 (Pinky der Akasol Darmstadt) waren bei den Siegerfahrzeugen die Batterien gut wärmeisoliert eingebaut und durch die Abwärme der Elektronik auf ca. 40^{O}C gehalten worden. Dadurch stieg die Kapazität gegenüber 25^{O}C um ca. 15% an. 40 Grad sind etwa die Grenze, bei noch höheren Temperaturen steigt die Selbstentladung ebenfalls an und die Batterien können beschädigt werden. Batterieheizung ist ab 1993 serienmäßig im Ligier Optima Sun von ATW eingebaut, dem Weltmeister der Tour de Sol 1992 bei den Serienfahrzeugen. Die Batterien werden beim Laden mit Netzstrom auf ca. 23 Grad C geheizt, auch bei Außentemperaturen unter dem Gefrierpunkt. Dadurch ist nach Erfahrungen des Autors auch der Fahrzeuginnenraum im winter angenehm temperiert.

terplattenbatterien verwendet worden, ganz einfach deshalb, weil sie verfügbar und relativ preisgünstig sind. Die meisten anderen Batterietypen sind entweder teurer oder noch in der Erpobung, mit Ausnahme der gasdichten Bleibatterien, die mittlerweile sehr häufig und mit guten Erfahrungen bei Serienfahrzeugen eingesetzt werden (Blei-Gel, Blei-Vlies). Bis zur Marktreife der nachfolgend dargestellten anderen Technologienn ist daher auch heute noch die Bleibatterie trotz ihrer großen Nachteile für den Bau von Solarmobilen und Elektroautos eine praktikable Lösung. Die Preise für Bleibatterien liegen etwa zwischen 100 bis 250 Euro pro kWh Speicherkapazität, bezogen auf die Nennkapazität. Folgende Kostenüberlegungen gelten z.B. für einen Batteriesatz 36V 100Ah (typisch für den City-El). Die Batterien kosten etwa 500 Euro und haben eine tatsächlich ausnutzbare Kapazität von 36V 55Ah, was fast genau 2kWh ergibt. Bei geschätzten 500 Vollzyklen Gebrauchsdauer ergibt sich eine gesamte Kapazität von 500 x 2kWh = 1000 kWh. Damit kostet jede kWh (also Laden und Entladen) ca. 50 Cent. Dies ist eine typische Größenordnung für Bleibatterien: Gute Batterien mit höherer Zyklenfestigkeit sind zwar teuerer in der Anschaffung, machen aber mehr Zyklen. Preisgünstigere Batterien machen nicht so viele Zyklen. Diese Beispielrechnung basiert darauf, dass die Akkus wirklich die von Hersteller versprochenen Zyklenzahl erreichen. Liegt sie wesentlich darunter, sieht die Rechnung ungünstiger aus.

Im folgenden sollen einige Batteriesätze aus der Praxis beispielhaft genannt werden:

1. Solarmobil Daihatsu Cuore Umbau des Solarmobil Vereins Erlangen:

144V gesamt durch Reihenschaltung von 12 Bleibatterien Typ 57002, je 12V 55Ah Nennkapazität C5 bei 27^{O}C, entnehmbare Betriebskapazität (80 % der Nennkapazität = 44Ah), LxBxH:293x175x175mm, Gewicht mit Säurefüllung je 18,5 kg, Gesamtgewicht 222 kg, 35,7 Wh/kg Nenn- bzw. 28,5 Wh/kg ausnutzbare Kapazität bei C5. Werden höhere Ströme gefahren, was die Regel ist, ist die Kapazität nochmal geringer, also ca. 35 Ah oder nur ca. 22 Wh/kg.

2. Beispiel für ein Renn-Solarmobil:

120V Gesamtspannung durch Reihenschaltung von 10 Stück Bleibatterien Typ 54045, je 12V 35Ah Nennkapazität C5 bei 27^{O}C, Betriebskapazität ca. 28Ah, LxBxH:210x175x175mm, Gewicht mit Säurefüllung je 13,5kg, Gesamtgewicht 135 kg, 31 Wh/kg Nenn- bzw. 25 Wh/kg ausnutzbare Kapazität bei C5. Da hier oftmals mit Leistungen von nur ca. 1 kW gefahren werden kann, wird diese Kapazität im praktischen Fahrbetrieb fast erreicht.

3. Beispiel für den mini-el des Autors:

36 V Spannung durch Reihenschaltung von 3 Bleibatterien, je 12V 90 Ah Nennkapazität C5 bei 27^{O}C, Betriebskapazität ca. 72 Ah, LxBxH: 210x175x175mm, Gewicht mit Säurefüllung 31 kg, Gesamtgewicht 93 kg, 34,8 Wh/kg Nenn- bzw. 27,9 Wh/kg ausnutzbare Kapazität bei C5. Da typischerweise Ströme von 20 A gefahren werden (alter mini-el, bzw. 40 bis 50 A beim neuen City-El bei 50 km/h) und beim Anfahren sowie Bergfahrten die Ströme sehr viel höher sind (bis ca. 120 A), reduziert sich die praktisch entnehmbare Kapazität auf ca. 50 Ah. Die Unterspannungsabschaltung des Batterie-Controllers des mini-el ist entsprechend eingestellt, damit der Benutzer die Batterie nicht tiefentladen kann.

Eine Erscheinung, die noch immer beim Bleiakku die Gebrauchsdauer verkürzt, ist die Säureschichtung. Die konzentriertere Säure sammelt sich beim Laden im unteren Teil des Gefäßes, die dünnere im oberen. Die Folge ist, daß die chemische Reaktion über die Plattenfläche ungleichmäßig erfolgt. Richtige Ladung bekommt immer nur ein Teil der Plattenfläche, anderswo tritt entweder Überladung oder unvollständige Ladung auf. Zur besseren Durchmischung hat man bisher die Batterien immer überladen, weil bei der Gasung durch die aufsteigenden Bläschen die Säure in Bewegung geriet. Dadurch wird jedoch Energie vergeudet, außerdem verliert die Batterie an Wasser, das nachgefüllt werden muß. Ein Weg, die Säureschichtung zu verhindern, besteht aus ihrer Verdickung: sie bekommt eine GEL-artige Konsistenz und kann dann nicht mehr frei fließen.[7] Auf die Gel-Batterie wird später eingegangen.

Da durch Firmenaufkäufe einige der Hauptlieferanten für Blei Akkus mittlerweile zum EXIDE Konzern gehören (Sonnenschein, Hagen, Deta, Tudor, Liberator, mittlerweile soll auch Champion aufgekauft sein) sollen hier beispielhaft einige Daten aus einem aktuellen EXIDE-Prospekt (2004) genannt werden: (siehe auch www.exide.de)

DETA geschlossene Blockbatterie, Röhrchenplatten-Technologie Baureihe FT mit positiven Röhrchenplatten. Angegeben werden 900 Zyklen gemäß IEC 254-1, an anderer Stelle werden dabei 75% Entladetiefe genannt. Solche oder ähnliche Typen werden wahrscheinlich im (indischen) REVA verwendet. Es wurden typischerweise 30.000 km erreicht, vereinzelt auch schon 50.000 km Lebensdauer.

Dagegen werden für Traktionsbatterien in geschlossener Gitterplattentechnologie wesentlich geringere Zyklenzahlen genannt: DETA FF nur 300 Zyklen, Hagen VRLA Blockbatterien ebenfalls nur 350 Zyklen. Die Hagen Baureihe AS mit Wickelelektroden, die der OPTIMA sehr ähnlich sieht, wird auch nur mit 450 Zyklen bei 75% Entladetiefe angegeben.

Spezialakkus

Ein Wort noch zu den mittlerweile legendären „Messmer Akkus“. Vor einigen Jahren traf ich während der EVA Veranstaltung (Solarmobilfahrt von Karlsruhe nach Feiburg) in Freiburg den Batterieexperten Friedhelm Messmer. Wir diskutierten die halbe Nacht über Batterien, und er erzählte mir von seinen Entwicklungen und Patenten - und erstmals vom Kugelhaufenmodell nach Prof. Winsel. Herr Messmer vertrat die Ansicht - und konnte dies durch selbst entwickelte, gebaute und erprobte Akkus untermauern - daß Bleiakkus auch so gebaut werden können, dass sie 30.000 oder auch mehr km halten. Dazu müssen nur stabilere Separatoren und bessere Materialien für die positive und die negative Platte eingebaut werden. Man kann dann die Akkus mit erhöhtem Innendruck betreiben, was recht wirksam die Korrosion auch bei höheren Temperaturen verhindert. Messmer empfiehlt, „seine“ Batterie möglichst auf 25 bis 30 Grad zu halten und er empfiehlt vor allem - im Einklang mit dem „Kugelhaufenmodell nach Prof. Winsel“ - mit hohen Strömen zu laden. Friedhelm Messmer hat mehr oder weniger als Einzelkämpfer bisher nur einige hundert seiner Batterien gefertigt, und zwar hauptsächlich für CityEls und für die Elektro-Minis von Andreas Klasen. Letztere erreichen damit Reichweiten von 120 bis 150 km oder auch mehr und km-Leistungen jenseits der 30.000 km. Auch im CityEl sind 30.000 km erreicht, entsprechende Anwendererfahrungen sind weiter hinten abgedruckt. Von der Technlogie her könnte man diese offene Blei-Säure Batterie als Gitterplattenbatterie mit verstärkten Platten und erhöhtem Innendruck bezeichnen. Der erhöhte

[7] Aus "Akkumulatoren auf neuen Wegen", von H.Lemme, Elektronik 13 /24.6.1988, Seite 94

Innendruck wird durch äußere Spannbänder aufrecht erhalten. Dies Beispiel zeigt, dass auch mit Blei Akkus ordentliche Fahrleistungen und Lebensdauern in Elektroautos machbar sind. Leider sind die Messmer Akkus bisher nur in handwerklicher Kleinserie gefertigt worden.

Die Blei-Gel Batterie

Blei-GEL Batterien sind verschlossene und wartungsfreie Batterien, bei denen die verdünnte Schwefelsäure in einem 2-Komponenten-GEL festgelegt ist. Durch das Fehlen von freien Zellenöffnungen ist das Austreten von Elektrolyt verhindert. Das bedeutet, daß keine Gasung, kein Wasserverlust und durch die trockene Zellenoberfläche keine Korrosion der Verbinder auftritt. Gel-Batterien gibt es mit verstärkten Gitterplatten aus einer speziellen antimonfreien Legierung sowie einer besonderen GEL-Masse. Die Gehäuse sind im allgemeinen aus Polypropylen und mit Überdruckventilen ausgestattet. Durch die verschlossene Bauform sind GEL Batterien besonders für Zweiradfahrzeuge geeignet, bei denen mit Umfallen des Fahrzeugs gerechnet werden muß. Wegen der Wartungsfreiheit und weiterer technischer Vorteile sind sie aber auch in anderen Fahrzeugen gerne gefahren. Da kein Säurestand kontrolliert werden muß, sind sie besonders benutzerfreundlich.

GEL-Batterien sind relativ unempfindlich gegen Tiefentladung. Sie dürfen allerdings nicht überladen werden. Fa. Sonnenschein bietet z.B. Ladegeräte für dryfit-traction Batterien an, die mit Konstantspannungsladung bis 2,4V pro Zelle arbeiten. Bestimmte Spannungen dürfen nicht überschritten werden, sonst kann sich Überdruck in den Zellen entwickeln, der zum Ansprechen der Überdruckventile und damit zur Beschädigung führt. Bei niedrigen Temperaturen muß die Ladeschlußspannung höher sein, bei hohen Temperaturen niedriger. Eine zusätzliche Sicherheit gegen Überladen kann durch Überwachen der Batterietemperatur erreicht werden, z.B. durch einen Temperaturfühler auf dem Akku.[8] Dies ist insbesondere bei hohen Ladeströmen zu empfehlen. Der Akku sollte nicht mehr als 40°C erreichen, gegebenenfalls muß der Ladestrom reduziert werden. Genauere Ladevorschriften sind den Datenblättern der Hersteller zu entnehmen. Auch bei GEL Batterien ist die Kapazität von der Belastung abhängig: Sonnenschein gibt für die A200/A300-Reihe die folgenden Werte an: 100% bei I_{10}, ca. 91% bei I_5, ca. 75% bei I_2 und ca. 61% bei I_1.[9]

Sonnenschein gibt für die dryfit-traction eine Gebrauchsdauer von mindestens 600 Zyklen an. Dabei hat eine neue Batterie nicht gleich die volle Kapazität. Die Entwicklung der Batterie auf 100% Nennkapazität dauert ca. 20 bis 50 Zyklen. Die Kapazität steigt je nach Art der Belastung im Bereich von 200 bis 400 Zyklen auf etwa 110 bis 130% der Nennkapazität an.

GEL-Batterien sind von verschiedenen Firmen im Handel, z.B. unter dem Namen "dryfit" bzw. "dryfit traktion" von SONNENSCHEIN und von BAE Berlin. Ein 12V 90Ah-Typ[10] bei C5 hat z.B. die Abmessungen 513x189x219mm und wiegt 39kg. Das ergibt eine Energiemenge pro Gewicht von ca. 27,7 Wh/kg, bezogen auf die Nennkapazität. Es gibt auch kleinere Typen, z.B. Dryfit Traction Block, 12V 50Ah bei C5, 278x175x190mm mit 20 kg. Die Batterien werden auch als Block-Batterien angeboten.DETA gag seinerzeit für seine DRY-FLEX Block Batterie mit PzS-Platten eine drei bis vierfach höhere Haltbarkeit gegenüber den Gitterplattenausführungen an.

Beispiel: Batteriesatz für ein Dreirad-Projekt:[11]

24V Spannung durch Reihenschaltung von 2 Blei-GEL-Batterien, je 12V 24Ah Nennkapazität bei C20, (ca. 20,4 Ah bei C5 und ca. 13,2 Ah bei C1), Betriebskapazität ca. 18 Ah, Gewicht 8 kg, LxBxH:165x175x125mm, Gesamtgewicht 16kg, 36 Wh/kg Nenn- bzw. 27 Wh/kg nutzbare Kapazität bei C5. Typische Ströme 5 bis 10 A, max. 30 A beim Anfahren.

Einem aktuellen EXIDE Prospekt werden die folgenden Daten entnommen:

Ebenfalls recht hohe Zyklenzahlen von 700 Zyklen bei 75% Entladetiefe werden für den üblichen 6 V 180 Ah Block angegeben, der als GF-V **(dryfit traction Block)** von EXIDE unter dem Markennamen Sonnenschein in GEL Technik angeboten wird. Dieser für die Traktion häufig verwendete Block hat rund 31 bis 33 kg Gewicht, ist mit herkömmlichen Batteriepolen (A-Terminal) oder M8 sowie M10 Schraubanschlüssen lieferbar und hat die folgenden Abmessungen: LxBxH: 244x190x275, alles in mm. Dryfit Traction Block Batterien werden als 6 Volt Blöcke von 95 Ah bis 240 Ah und als 12 Volt Blöcke von 50 Ah bis 160 Ah angeboten (laut Exide Liste, siehe auch www.motivepower-eu.com)

Die Blei-Vließ Batterie

Mit anderer Technik, aber ebenfalls verschlossen und wartungsfrei sind stationäre Bleiakkumulatoren in Vlies-Technologie, z.B. von Fa. ABSOLYTE, bei denen das Schwefelsäureelektrolyt in mikroporösen Glasfaser-Matrix Separatoren festgelegt ist. Der Typ MINI-Absolyte ist z.B. als 12V 80 Ah C5 mit 305x172x216mm und 29kg Gewicht erhältlich. Die Zyklenanzahl ist mit 1000 Zyklen bei 50% Entladetiefe angegeben, was 500 Vollzyklen entspricht.

Besonderes Aufsehen haben 1992 die Ligier-ATW Wagen gemacht, die die Einzel- und die Serienweltmeisterschaft auf der Tour de Sol gewonnen haben. Ermöglicht wurden die guten Reichweiten nicht zuletzt durch die verwendeten Blei-Vlies Batterien von HAGEN: 14 Stück a 12V (gesamt 168V) mit 60Ah ergaben einen Energieinhalt von 10,08 kWh. Besonders erstaunlich war, daß bei 60Ah Nennkapazität Entnahmen von 60Ah und teilweise noch etwas darüber möglich waren. Dies wurde im extremen Reichweitentest durch vorsichtige Fahrweise mit Strömen um 30A erreicht, doch der Autor fuhr selbst mit solchen Batterien bei teilweise sehr zügiger Fahrt während der Bayern-Solar 1992 Etappen von über 100km fuhr, und das bei Spitzenströmen bis 150A. Dabei konnten etwa 55Ah aus der Batterie entnommen werden. Diese Daten wurden damals mit ausgesuchten Akkus erreicht. Die Serienfertigung der Hagen Akkus reichte später an diese Werte nicht heran, der Autor „verbrauchte“ 1993 und 1994 fünf Batteriesätze mit insgesamt nur rund 20.000 km Fahrleistung. Auch die Verwendung dickerer Platten brachte seinerzeit keine Abhilfe. Ähnlich schlechtes Lebensdauerverhalten mag mit zum frühen Ende der Fa. Hotzenblitz geführt haben, die ebenfalls diesen Batterietyp eingesetzt hat.

Spätere Überlegungen deuten auf eine viel zu hohe Strombelastung hin. Die

---

[8] z.B. bei den Pufferbatterien für den RAM-Speicher eines Prozeßrechnern sind standardmäßig Temperaturfühler auf dem Akku vorgesehen, die den Ladestrom beeinflussen. Fa. Sonnenschein bietet Ladegeräte an, die diese Temperatur bei der Ladung berücksichtigen.

[9] (Werte entnommen einem Sonnenschein-Prospekt, Kurve "Abhängigkeit der Kapazität von der Belastung, Mittelwert aller A300-Typen").

[10] DRYFIT TRACTION von Fa. SONNENSCHEIN

[11] Die Batterien waren in dem ehemaligen Dreirad-Mofa des Solarmobil Vereins Erlangen eingebaut, die Daten sind gemessen (Maße und Gewichte) bzw. dem Aufdruck entnommen. Da kein Datenblatt zur Verfügung stand, wurde die Kapazität telefonisch bei Sonnenschein erfragt.

Akkus wurden in der Spitze mit 3C belastet, als bis ca. 150 A (bei rund 60 Ah Nennkapazität). Fahrer, die stets in der Ökostellung fuhren mit max. rund 85 A Batteriestrom, berichteten über höhere Zyklenzahlen. Mit zum vorzeitigen Ende der Batterien mag der später diskutierte Effekt des „Verhungerns“ durch zu niedrige Ladeströme gewesen sein. Nach allen Praxiserfahrungen und nach der Theorie von Prof. Winsel (Kugelhaufenmodell, siehe weitere Beiträge dazu in diesm Heft) sollten Akkus (Blei und NiCd) mit Strömen geladen werden, wie sie auch beim Entladen auftreten. Praxiserfahrungen vieler Elektromobilfahrer bestätigen wesentlich bessere Zyklenzahlen, wenn wenigstens ab und zu mit hohen Strömen geladen wird.

Blei Vlies Batterien wurden oder werden hauptsächlich für USV Anlagen gebaut (Unterbrechungsfreie Stromversorgungs Anlagen, sogenannte Notstromversorgung z.B. für Computer, Medizintechnik o.ä.). Dort sind ständige Bereitschaft, wenige Zyklen, dann aber hohe Ströme gefordert.

Wegen ihrer guten Hochstromfestigkeit und wegen ihrer Wartungsfreiheit wurden und werden Blei-Vlies Akkus gerne auch für Elektrofahrzeuge eingesetzt.

Hervorzuheben ist hier die sogenannte „gelbe OPTIMA“ in Spiraltechnik. Sie zeichnet sich durch sehr geringen Innenwiderstand aus. Versuche damit im CityEl waren anfangs vielversprechend, und OPTIMA baute auch einige Muster mit höherer Kapazität. Üblich ist der Typ mit rund 50 Ah, es wurden versuchsweise 100 Ah geliefert. Die Batterie war sehr „steif“ und hochstromfest. Erreicht wurde dies durch recht dünne Blei-Wickel. Leider blieb dadurch auch die Haltbarkeit unter den Erwartungen. Für einen Alltagsbetrieb wird sie heute im City El nicht mehr angeboten, sehr wohl aber in elektrischen Renn-Karts (ASMO, Schweiz/Dänemark). Dort spielt die Abgabe von hohen Strömen zum Beschleunigen eine größere Rolle als Lebensdauer und viele Zyklen. Auch EXIDE-Hagen bietet eine fast baugleiche Batterie der Baureihe AS mit Wickelelektroden an und nennt dafür 450 Zyklen bei 75% Entladetiefe.

Die mit guten Erfolgen im CityEl eingesetzte Champion Batterie ist ebenfalls eine Vlies Batterie. Andere Vlies Akkus kommen in den letzten Jahren vermehrt aus China, so die SSB, die CTM und andere Typen. Die anfangs euphorischen Anwenderberichte in den Internet Foren sind einer gewissen Ernüchterung gewichen. Diese Akkus bringen teilweise nicht die erwarteten Zyklenzahlen. Leider kann aufgrund der Berichte nicht schlüssig gesagt werden, wo hier die Ursachen liegen.

Soviel allerdings scheint gesichert: Auch die als robust und tiefentladefest angegebenen Blei-Vlies Akkus sollten gut und richtig geladen werden. Eine wirkliche Vollladung kann nur erreicht werden, wenn das Ladegerät die Akkutemperatur berücksichtigt. Leider tun dies noch immer viele serienmäßige Ladegeräte nicht, ein früher Ausfall ist da vorprogrammiert.

Ferner wird immer wieder über bessere Zyklenzahlen berichtet, wenn mit hohen Strömen geladen wird (eine Reihe von nachfolgenden Beiträgen behandelt dieses Thema..). Im Umkehrschluss kann vermutet werden, dass geringe Ladeströme auch für Vlies-Akkus für ein „zu frühes Ableben“ - sprich „Verhungern“ verantwortlich sein können. Anwendererfahrungen sprechen jedenfalls dafür, dass Blei-Säure und auch Blei-Vlies Akkus wesentlich länger leben, wenn sie mit Strömen in etwa der gleichen Größenordnung geladen werden, wie sie auch beim Entladen fließen. Blei-Gel kommt nach allen Berichten dagegen mit kleineren Ladeströmen besser zurecht und erreicht auch dann gute Zyklenzahlen.

Nickel-Cadmium Akkus

Von den verschiedenen Nickel Cadmium Batterien sollen hier nur einige Typen beschrieben werden:

1. Offene "nasse" Nickel Cadmium Batterien
2. Nickel Cadmium Kleinzellen, geschlossen und gasdicht

Nickel Cadmium Batterien werden meist als Einzelzellen mit 1,2V Nennspannung geliefert. Sie haben Eigenschaften, die sie für Fahrzeuge hervorragend geeignet erscheinen lassen. Dazu zählen vor allem die Hochstrombelastbarkeit ohne den von Bleibatterien bekannten Kapazitätsabfall und die fast gleichbleibende Kapazität auch bei Kälte. Bestimmte Typen lassen sich zudem in kurzer Zeit volladen, im Extrem in weniger als einer Stunde. Als Nachteile wurden bisher der geringere Lade/Entladewirkungsgrad, die höhere Selbstenladung bei hohen Temperaturen und der höhere Kaufpreis genannt. Diesem höheren Preis steht allerdings die längere Gebrauchsdauer gegenüber, so daß im Einzelfall abgewogen werden sollte, welche Batterie über längere Zeit gerechnet der günstigere Typ ist. Vom Gewicht her ergibt sich auf den ersten Blick kein Vorteil gegenüber Bleibatterien. Doch gerade hier muß mit der tatsächlich ausnutzbaren Kapazität bei den typischen Entladeströmen bei Fahrzeugen gerechnet werden. Die Ströme bei Entladezeiten von 1 bis 3 Stunden werden von Nickel-Cadmium-Batterien geringerer Nennkapazität und damit geringeren Gewichts besser geliefert als von Bleibatterien.

Offene "nasse" NC Akkus

Fa. SAFT hat für Fahrzeugantriebe Spezialmodule mit 6V, also 5 Zellen in einem Gehäuse, konzipiert.[12] Das Modul SEH 5.200 Monoblock (bzw. STM 5.200) ist aus 5 in Serie geschalteten Zellen mit 200Ah Kapazität zusammengesetzt.[13] Der angegebene Kapazitätsabfall zwischen C5 (5stündiger Entladung) und C1 (1stündiger Entladung) ist mit 2 bis 3 % gering und praktisch vernachlässigbar. Für die Gebrauchsdauer gibt SAFT an: Die Batterie hat noch 80% der Nennkapazität nach 2.000 Zyklen mit 80% Entladetiefe. Die Batterien sind schnelladefähig: In ca. 2 Stunden ist ein Ladezustand von 80% der vollen Kapazität erreichbar durch Ladung mit 1,6V pro Zelle (ohne Strombegrenzung).

Damit ist neben der mehrstündigen Normalladung die Möglichkeit gegeben, die Batterien kurzfristig wieder fast voll aufzuladen, um die Einsatzbereitschaft zu gewährleisten. Die Batterien sind von -30^{O}C bis +50^{O}C einsetzbar. SAFT Monoblock Akkus mit 100 Ah und 140 Ah werden z.B. in Frankreich von PSA im Peugeot 106, im Renault Clio und in den Citroen AX, SAXO und Berlingo, alle in der electrique-Ausführung, eingesetzt.

Neben der Monoblock bietet SAFT auch Einzelzellen mit 1,2 V von 50 bis 280 Ah Nennkapazität an, z.B.: STM1,60. 60Ah, 85x45,5x270mm, 2kg, oder STM1.100, 95 Ah, 166x65x200mm, 3kg.

Durch eigene Erfahrungen mit NiCd Akkus von SAFT im Citroen AX liegen mittlerweile eine Reihe von Schriften, Behandlungsvorschriften und auch Fehlerreports vor. Die Auswertung all dieser Literatur ist recht zeit- und arbeitsaufwendig, eine gesonderte Veröffentli-

12 Nach Unterlagen der Fa. SAFT (Deutschland).

13 Monoblock STM 5.200, 6V 200AH bei C5, verfügbare Kapazität bei C5 = 190 Ah, 244x190x280mm, 23,2kg Gewicht, mit plastikgebondeter Cadmium-Negativelektrode und gesinterter Nickel-Positivelektrode

chung zu dem Thema der Behandlung von NiCd Akkus ist für später geplant.

Einige praktische Regeln für die Behandlung von offenen SAFT NiCd Akkus in Elektrofahrzeugen hier schon vorab:

- NiCd immer gut voll laden, aber möglichst nicht überladen
- NiCd möglichst immer gut leer fahren
- NiCd nach Voll Ladung nicht lange stehen lassen, sondern etwas benutzen
- NiCd lange lagern, z.B. zum Überwintern oder bei länger Nichtbenutzung am besten im entladenen Zustand. Man kann sie dazu sogar eine Zeitlang kurzschließen, evtl. mit einer 12 V Lampe
- NiCd nehmen bei Überhitzung über 35 bis 40 Grad C kaum Ladung an, daher Kühlen oder Warten, bis sie abgekühlt sind
- NiCd erst voll Laden, dann erst Wasser auffüllen. Achtung: im entladenem Zustand hat der Akku wenig Wasser! Trotzdem entladene Akkus nicht mit Wasser füllen!

Mit der Ausnahme des Wassernachfüllens sollten gasdichte NiCd Kleinzellen ähnlich behandelt werden.

Natrium-Schwefel Batterie

Sie bestand aus einem Festelektrolyt (Beta-Aluminiumoxid), der geschmolzenes Natrium als anodischer Reaktionspartner umschließt. Außerhalb dieses Systems befand sich geschmolzener Schwefel in Graphitfilz als kathodischer Reaktionspartner. Wie man schon an der Systembeschreibung erkennt, handelt es sich hier um eine Hochtemperaturbatterie, bei der die Reaktion erst bei Temperaturen von über 285 Grad Celsius in Gang kommt. Diese Technolgoie wurde von BBC, später ABB Anfang der 90er Jahre verfolgt. In der Praxis konnte sich dieser Batterietyp nicht durchsetzen, wahrscheinlich wegen technologischer Probleme mit der Haltbarkeit. Alle Aktivitäten mit der Natrium-Schwefel Batterie wurden etwa Mitte der 90er Jahre beendet. Viele Fahrzeuge und Fahrzeugprogramme suchten Ersatz und fanden sie in der sogenannten ZEBRA Batterie.

ZEBRA Batterie

Die Natrium-Nickelchlorid Batterie ist ebenfalls eine „heiße“ Batterie mit Innentemperaturen um 270 Grad C. Sie besteht innen aus Nickelchlorid und Sodiumaluminiumchlorid sowie einem keramischen Elektrolyt. Die einzelnen Zellen stecken in einer Art Thermo-Gehäuse mit Vakuumisolierung, so dass die thermischen Verluste kleiner als 110 Watt für den derzeit typischen Block mit 17,8 kWh Energieinhalt ist.

Die Batterie wird (wieder) hergestellt bei MES-DEA S.A. in Stabio, Schweiz. Der 17,8 kWh Block kann mit 557 V oder 278,6 Volt Nennspannung geliefert werden (32 oder 64 Ah). Die max. Entladeströme betragen laut Herstellerangaben 112 bzw. 224 A. Der Block wiegt 195 kg und erreicht damit ca. 94 Wh/kg bei einer maximalen Leistung von 32 kW. Da der Block innen auf Temperaturen um 270 Grad gehalten werden muss, kann die Umgebungstemperatur -40 bis +50 Grad bestehen.

Die Batterie gilt als sehr robust, Veröffentlichungen sprechen von mehr als 3500 Zyklen. Eine Batterie ist seit 11 Jahren im Test mit 8 „thermischen Zyklen“, also Abkühlen und Wiedererwärmen. Man nennt Verkaufspreise von 109 Euro pro kWh oder rund 2.300 Euro für den Block. Zur Zeit wird hauptsächlich über Einsätze in Bussen berichtet. [14]

Daimler Bus der BIBA Bremen, Teilnehmer der Tour de Ruhr 2004, fährt mit ZEBRA

Nach unbestätigten Meldungen soll ein SAM in der der Schweiz demnächst versuchsweise mit einer ZEBRA Batterie laufen. Auf der Tour de Ruhr 2004 ist ein Daimler Bus der BIBA Bremen mit einer älteren ZEBRA Batterie gefahren.

Zink-Brom Batterie

Die Zink-Brom Batterie wurde in Europa bei der Studiengesellschaft für Energiespeicher und Antriebssyssteme (S.E.A.) in Mürzzuschlag in Österreich aufbauend auf EXXON know-how weiterentwickelt. Mit bei der Entwicklung war die Firma Zipperling Kessler & Co in Ahrensburg (Norddeutschland), die eine bipolare Elektrode aus einem rußgefüllten extrudierbaren Kunststoff entwickelt hat. Die Zink-Brom Batterie wurrde manchmal auch als "Polymerakkumulator" bezeichnet. Die Probleme liegen bei der gleichmäßigen Zinkabscheidung, der Selbstentladung, Nebenreaktionen und der Giftigkeit von Brom.

Die Zink-Brom Batterie besteht aus drei Hauptkomponenten:

1. Das Zellenpaket: Es besteht aus einer Reihenfolge von Elektroden und Separatoren. Sämtliche Komponenten bestehen aus Polyäthylen, die Leitfähigkeit der Elektroden wird durch Einarbeiten von Kohlenstoff erzielt.

2. Reservoir mit Hilfs- und Nebenanlagen: Es sind zwei Reservoirs nötig, aus denen in zwei Kreisläufen der Elektrolyt gepumpt wird. In der derzeitigen Kompakt-Version sind alle Komponenten, die für die Umwälzung nötig sind, im Inneren des Reservoirs eingebaut.

3. Der Elektrolyt: Wässrige Lösung aus Zinkbromid mit Zusatz aus organischen Verbindungen und evtl. noch Leitsalzen. Etwa 7 l Elektrolyt pro 1 kWh Nominal-Kapazität.

Außerdem sind in der elektronischen Peripherie noch DC/DC Wandler, Controller und das Ladegerät nötig zum Betrieb und zum Schutz der Batterie.

Die Nominalspannung pro Zelle ist 1,5V, die Leerlaufspannung ist 1,79V, das Entlade-Ende ist auf 1V festgelegt. Die Energieeffizienz größerer Batterien ist ca. 66 bis 70 %, und die Energiedichte beträgt ca. 60 bis 65 Wh/kg. Man hoffte, bis auf ca. 80 Wh/kg zu kommen.

Die Batterien wurden in Tests in verschiedenen Fahrzeugen verwendet, u.a. durch Entwicklungsabteilungen der Automobilindustrie, in einem eigenen VW-Bus, einem Fiat Panda und bei möglichen Kooperations-Partnern. Der Hotzenblitz war seinerzeit für den Einsatz mit Zink-Brom Batterien konzipiert worden.

Die Entwicklung wurde etwa Mitte der 90er Jahre beendet. Zur Zeit sind keine weiteren Aktivitäten bekannt.

Nickel-Zink-Batterie

Dieser Batterietyp befand sich Anfang der 90er Jahre in der Entwicklung, man versprach sich viel davon. Eine Versuchsbatterie wurde bei der Tour de Sol 86 vom MEV 1, dem Sieger in der Kategorie der Serienfahrzeuge, eingesetzt. Sie hatte immerhin schon eine Energiedichte von 65 Wh/kg.

Die Nickel - Zink - Batterie wurde ab etwa 2000 bzw. 2001 von der amerikanisch/chinesischen Firma Evercel auch

[14] laut Vortrag von Dr. Cord-Heinrich Dustmann: „Die Zebra Batterie - effizienter Einsatz in Serien-Hybrid-Fahrzeugen“.am 15.6.2004 auf der Konferenz „Hybridfahrzeuge auf dem Vormarsch“, Bad Homburg

in Europa angeboten. Die ersten Einsatzergebnisse im CityEl waren sehr vielversprechend. Die NiZn Akkus waren ähnlich gut im Leistungsgewicht wie gute NiCd Akkus, aber deutlich billiger. Die Hochstromfestigkeit war sehr gut.

Leider gelang es nicht, die Fertigung in China auf den erforderlichen hohen Qualitätsstandard zu bringen. Mal wurden ausgetrocknete Akkus angeliefert, die erst nach vorsichtiger Befüllung das richtige Entlade-/Ladeverhalten zeigten, mal traten vorzeitig Zusammenbrüche einzelner Zellen auf. Da die Ladegeräte das nicht erkannten, wurde der Rest der Batterie dann „kaputtgeladen".

Evercel hat seine Aktivitäten weitgehend beendet, neue Batterien werden seit Ende 2003 praktisch nicht mehr geliefert. Das ist sehr schade, denn es gibt immer noch eine Reihe von Anwendern, die die NiZn Akkus in ihren Fahrzeugen fahren.

Nickel-Eisen Batterie

Bei gleichen Maßen und gleichem Gewicht weist die Nickel Eisen Batterie gegenüber herkömmlichen Blei Batterien etwa doppelt so große Kapazität auf. Darüberhinaus ist die Gebrauchsdauer der Batterie mindestens doppelt so lange (mehr als 200 000 km). Gerade dies ist entscheidend beim 205 Electrique bezüglich seines Raumangebotes, seiner Wirtschaftlichkeit und Fahrleistung.[15] Die Probleme der Nickel Eisen Batterie hinsichtlich Innenwiderstand, der zur Erwärmung beim Laden und Entladen besonders bei hohen Strömen führte, konnten vermutlich nicht befriedigend oder wirtschaftlich gelöst werden. Fa. SAFT (Frankreich) hat mit gleichen Gehäuseabmessungen, wie sie damals bei dem Peugeot 205 Electrique als Nickel-Eisen Batterien verwendet wurde, jetzt einen **Nickel-Cadmium Monoblock** herausgebracht, der sowohl im Peugeot 205 als auch in einem Citroen-Elektrowagen verwendet werden. Nickel Eisen Batterien werden für Fahrzeuge derzeit nicht angeboten.

Nickel-Metall-Hydrid Batterie

Dieser neuentwickelte umweltfreundliche Kleinakku vereinigt einige Vorteile unterschiedlicher NiCd-Rundzellen in einer Batterie: Schnelladefähigkeit in 1 Stunde, ca. 50% mehr Kapazität als herkömmliche NiCd Zellen, bis zu 1000 Zyklen und mehr. Hauptvorteil dürften neben der Umweltfreundlichkeit (kein Cadmium) die mit rund 60 Wh/kg angegebene Energiedichte sein. Nachteil ist, daß bisher nur kleine Zellen in großen Stückzahlen gefertigt werden.

Im Kleingerätebereich werden heute AA-Zellen mit über 2000 mAh gebaut, und im TWIKE wurden NiMH-Akkus erfolgreich getestet. Man verspricht sich eine höhere Lebensdauer und Reichweiten bis rund 150 km sind gefahren worden (siehe Solarmobil Mitteilungen Nr. 53 vom Juli 2004: Powertwike Challenge, Bericht über die Sanyo HDRU Zellen mit einer effektiv nutzbaren Kapazität von 8 Ah). Erreicht wurden im Test bereits mehr als 1000 Zyklen, was bei einem TWIKE mit 100 bis 150 km Reichweite pro Ladung einer Lebensdauer von weit über 100.000 km entspricht. Diese Werte erscheinen so vielversprechend, dass das TWIKE mit diesem Akkutyp aab 2005 angeboten werden soll.

NiMH Zellen sind in den letzten Jahren für Hochstromanwendungen in Hybridfahrzeugen entwickelt worden. So werden NiMh Zellen z.B. im Toyota Prius eingesetzt. Der Einsatzfall ist hier sehr speziell: Es werden nur geringe Entladetiefen von 20 % oder noch weniger „gefahren", dafür aber extrem hohe Ströme. Typische Werte für kleine Rundzellen sind z.B. 1,2 Volt, 5 Ah und max. Ströme bis zu 150 A. Z.B. JohnsonControls (Varta) sowie Sanyo und Panasonic, aber auch andere Firmen, liefern NiMH Hochstromzellen für Hybridfahrzeuge.

Silber-Zink-Akkus

Man unterscheidet Silber-Zink Akkus für Normalbelastung und für Hochstrombelastung. Silber Zink Batterien zeichnen sich u.a. durch ihre hohe spezifische Energie aus, die bei 70 bis 130 Wh/kg für normale Zellen und 40 bis 100 Wh/kg für Hochstromzellen liegt. Bei normalen Zellen wird mit Zyklenzahlen von 100 bis 250 und bei Hochstromzellen mit nur 20 bis 60 gerechnet. Das Silber läßt sich dann allerdings wieder aufbereiten. Silber Zink Akkus wurden vor allem im militärischen Bereich, z.B. in Torpedos, verwendet.

Diese Batterie wurde bei der ersten Tour de Sol 1985 von Daimler Benz bei ihrem Solarfahrzeug eingesetzt. Daimler Benz hat damals die Tour de Sol gewonnen. Silber Zink Akkus sind heute für Solarfahrzeuge von geringerem Interesse, da die Batterien für einen Alltagseinsatz viel zu teuer, zu wenig zyklenfest und daher vom Reglement nicht mehr zugelassen sind.

Batterien auf Lithium Basis

Batterien auf Lithium Basis versprechen endlich hohe Leistungsgewichte, wie sie für Elektrofahrzeuge gebraucht werden. Die Entwicklung geeigneter Lithium Zellen ist ist im vollen Gange, und es werden die ersten für Fahrzeuge geeignete Typen angeboten. Es folgen in diesem Heft ausführliche Berichte zu ThunderSky Li-Ionen Zellen, die in China gefertigt werden und in China, England und Deutschland bereits in Fahrzeugen erprobt werden. Die ThunderSky Akkus erreichen Gewichtsverhältnisse von 100 bis 130 Wh/kg.

Alle derzeit erhältlichen Lithium Akkus sind wartungsfrei und fest verschlossen. Die meisten Lithium Akkus haben den Nachteil der grossen Brennbarkeit von Lithium. Löschen mit Wasser verschlimmert den Brand eher. Brände von Li Akkus sind bei Modellbauern bestens bekannt, die Literatur ist voll von Berichten darüber. Im Modellbaubereich werden die Lipos (wie sie genannte werden) allerdings auch mit vergleichsweise sehr hohen Strömen gefahren.

Li-Akkus kommen z.B. aus China (ThunderSky und ander), Korea, den USA und Deutschland (z.B. Firma GAIA, Firma FORTU) oder von SAFT aus Frankreich.

Eine neue Entwicklung, die nicht brennbar sein soll, kommt aus Deutschland: Fortu Power Cell entwickelt Akkus aus Lithium-Metall, die noch höhere Leistungsgewichte von 200 Wh/kg erreichen, 250 Wh/kg sind für eine 4 Volt 65 bzw. 80Ah Zelle angekündigt. Fortu (Karlsruhe) plant,die Fertigung im Jahr 2005 bei Leipzig aufnehmen zu können. Mehr zur Fortu Power Cell Technologie weiter hinten in einem eigenen Bericht oder im Internet unter www.fortu.de.

Ausblick

Es bietet sich zur Zeit keine Lösung für einen elektrochemischen Speicher an, der Fahrzeugleistungen wie bei Benzinfahrzeugen verspricht. Selbst die sehr guten Li-Akkus versprechen hohe Reichweiten hauptsächlich mit Leicht-Elektromobilen. Dort erscheinen Reichweiten von 500 km und mehr pro Ladung durchaus als erreichbar und sind auch schon demonstriert worden.

Der Elektroantrieb erscheint in anderer Hinsicht als sehr attraktiv: Es lassen sich

[15] Presseinformation der Firma PEUGEOT aus dem Jahre 1986/87 zum Peugeot 205 Electrique, der mit Batterien nur 850 kg wog.

sehr gute Beschleunigungen erreichen, mit denen fast jedes Serienfahrung mit Verbrennungsmotor geschlagen werden kann. Die dafür erforderlichen hohen Ströme können von Batterien geliefert werden, und für extreme Anforderungen können zusätzliche SuperCaps (Kondensatoren hoher Kapazität) eingesetzt werden. Diese Technik wird zur Zeit in Hybridfahrzeugen erprobt, um beim Abbremsen große Energiemengen kurzfristig aufzunehmen, die dann beim anschließenden Beschleunigen wieder abgegeben werden. Bei einem BMW M5 Hybrid konnten damit Drehmomente von 1000 Nm erreicht werden.

Wenn man die Beschränkungen durch den geringen Energieinhalt heutiger Akkus akzepiert, kann man auch heute schon sehr gut mit Elektroautos fahren, vor allem in Nah- und Kurzstreckenbereich.

Die bisher vorherrschenden Bleiakkus oder NiCd Akkus beschränken die Reichweite und Einsatzfähigkeit der Solar- und Elektroautos auf den Stadt- und Umland-Bereich. Eine Steigerung der Energiedichte von chemischen Speichern ist für Solar- und Elektrofahrzeuge eine Notwendigkeit. Die Akkus müssen außerdem billiger werden und langlebiger werden.

Die Praxis zeigt, dass Wenigfahrer (um 5000 km pro Jahr) mit Bleiakkus auch heute schon akzeptabel und preiswert fahren können. Im Gegensatz zu vielden Berichten über schlechte Lebensdauer sind wir sogar der Ansicht, dass Bleiakkus für Wenigfahrer sehr geeignet sind. Sie sind billiger als andere Akkutypen und können bei entsprechend guter Lade- und Entladetechnik durchaus lange halten. Lebensdauerwerte von 30.000 und 60.000 km sind mit Bleiakkus erreicht, siehe weiter hinten in den Anwenderberichten. Bleiakkus kosten, je nach Typ und Qualität, zwischen 100 bis 300 Euro pro kWh.

Noch höhere Zyklen- und km Leistungen lassen sich mit NC Akkus erreichen. Nickel Cadmium Akkus, besonders die speziell für Fahrzeuge von SAFT angebotenen Typen, haben sich vielfach im Alltag bewährt und versprechen Reichweiten um die 100 km und Lebensdauern von 100.000 km und mehr. NiCd Akkus müssen eher viel benutzt werden und vertragen langes untätiges „Rumstehen“ weniger gut - vor allem im geladenen Zustand. Die SAFT NiCd Akkus sind allerdings nicht gerade billig mit rund 500 Euro für den 6 V 100 Ah Block (also über 800 Euro pro kWh).

NiMh Akkus sind für Hochstromanwendungen in Hybridfahrzeugen eingesetzt worden. In reinen batterie-elektrischen Fahrzeugen werden sie zur Zeit weniger verwendet, obwohl das Beispiel des TWIKE zeigt, dass sie sich gut dafür eignen. Hybridfahrzeuge wie z.B. der Toyota Prius sind mit NiMH Akkus ausgestattet.

Die Zukunft der Elektrofahrzeuge scheint in den Li-Akkus zu liegen. Besonders die Chinesen bieten bereits funktionsfähige Li-Ionen Zellen zu moderaten Preisen an. Aber auch in Deutschland wird an innovativen Konzepten gearbeitet. Die (deutsche) Fortu Cell hat die Vorteile von noch mehr Energieinhalt pro Gewicht (bis 250 Wh/kg) und soll außerdem laut Herstellerangaben „ungefährlicher sein als ein herkömmlicher Bleiakku“, d.h. nicht brennen. Die Fertigung soll im Jahr 2005 bei Leipzig beginnen und man hofft, nach einer Anlaufphase auf Endverbraucherpreise zu kommen, die denen guter Blei-Traktionsbatterien entspricht.

Großes Augenmerk für gute Reichweite und lange Lebensdauer muss vor allem ganz generell auf die Ladesystem und das Batteriemanagement gelegt werden. Dazu gehört auch das thermische Management, d.h. evtl. sogar Heizen oder Kühlen. Auf jeden Fall muss im Betrieb darauf geachtet werden, dass alle Einzelzellen möglichst gleiche Temperatur haben. Abweichungen von plus-minus 1 Grad sollten nicht überschritten werden.

Auf jeden Fall muss die Ladespannung der aktuellen Temperatur der Akkus angepasst werden, um Vollladung zu erreichen und Überladung zu vermeiden. Bei Akkuladegeräten, die die Ladeschlussspannung nicht der jeweiligen Batterietemperatur anpassen, besteht die Gefahr der Schädigung der Batterien durch Überladung oder der nicht ausreichenden Kapazität dadurch, dass die Akkus nicht wirklich voll geladen werden.

Verbesserung der Lebensdauer von Batterien mit einem intelligenten Ladegerät

Karl Meier-Engel, HTA-Biel, Abteilung Automobiltechnik Quellgasse 21, karl.meier@hta-bi.bfh.ch; www.hta-bi.bfh.ch

ZUSAMMENFASSUNG

Im Rahmen des Projekts VEBILA zeigte sich, dass das Batteriemanagement für wartungsfreie Batterien noch wichtiger ist, als bei den offenen Batterien. Für die Lebensdauer einer Traktionsbatterie ist das Lademanagement von grösster Bedeutung. Dazu gehört die Erkenntnis, dass hohe Ladeströme die Lebensdauer einer Batterie verbessern. Diese Überlegungen führten zu der Entwicklung des Ladegerätes BALADUM.

Mit dem Ladegerät BALADUM (Batterie-Ladegerät mit automatischer Umschaltung zur Ladung von Batterien welche aus mehreren in Serie geschalteten Batterieblöcken besteht.) verwenden wir eine Idee, welche von der HTA Biel Bienne entwickelt wurde. Sie wurde bereits zum Patent angemeldet.

Das Ladegerät BALADUM besteht aus einem Leistungsblock 12V und mehreren Schalter. Damit können der Reihe nach mehrere Batterieblöcke für eine Dauer von etwa 0,5 bis 5 Minuten geladen werden. Die einzelnen Teilladungen entsprechen einem kleinen Bruchteil der Gesamtkapazität. Nach dem letzten Batterieblock kommt automatisch wieder der erste an die Reihe. Der ganze Ladevorgang dauert so lange, bis alle Batterien auf den gewünschten Ladezustand gebracht sind.

Das Funktionsprinzip konnte auf einem Prüfstand dargestellt werden. Ein derartiges Ladegerät wurde bereits in ein Fahrzeug Mini-El eingebaut. Dabei wurden 962 km zurückglegt.

Mit diesem Gerät können zwei Erkenntnisse kostengünstig umgesetzt werden:

Hohe Ladeströme verbessern die Lebensdauer von Batterien !

Die Spannung des einzelnen Batterieblockes muss sicher beherrscht werden !

Erste Resultate zeigen, dass der Wasserverbrauch von wartungsfreien Batterien mit dem neuen Ladeverfahren drastisch reduziert wird.

Damit wird die Gefahr einer vorzeitigen Alterung durch Gitterkorrosion deutlich reduziert.

Grundsätzlich gilt: Für das Erreichen einer optimalen Lebensdauer muss das Batteriemanagement sorgfältig abgestimmt werden.

Lebensdauerbetrachtungen bei Traktionsbatterien

von Jürgen Mittnacht, Vortrag auf dem „Zweiten Europäischen Symposium Solar- und Elektromobile“, 19.-20.9.1994 in Regensburg, veranstaltet von OTTI Regensburg

Einleitung

Da der Markt bis auf wenige Ausnahmen in der praktischen Anwendung nahezu vollständig mit Bleibatterien versehen ist, widmet sich folgender Beitrag vornehmlich diesem Typen. Es soll versucht werden aufzuzeigen, wodurch die ungemeine Streuung der Ergebnisse über die Lebensdauer beeinflusst wird.

Wir haben versucht, über eine relativ große Anzahl von Nutzern, deren Fahrzeuge alle zum regelmäßigen Serviceintervall in unserem Hause erscheinen, einen statistischen Nachweis der Lebensdauererwartung anhand folgender Kriterien zu erbringen:

- Entladestrom
- Entladetiefe
- Behandlung in punkto Ladeverhalten und Temperatur
- Serielle Zellenanzahl

Zahlenbeispiele aus der Praxis:

Die Reichweiten sind Benutzerangaben für Stadtverkehr bei leergefahrenen Energieanzeigesystemen und Aussentemperaturen >20°C. (Energiezuteilung stromstärkenabhängig festgelegt bei >20°C Aussentemperatur).

Typ	Reichweite	Energieverbr.	spez. Batt.energie	spz. Fa.Verbrauch
1-Sitzer (Mini-El)	32km	1400Wh	14Wh/kg	0.12Wh/km*kg
370 kg 0.25	53km	1800Wh	18Wh/kg	0.09Wh/km*kg
2-Sitzer (KEWET)	45km	4700Wh	18Wh/kg	0.13Wh/km*kg
820 kg 0.32	78km	6100Wh	23Wh/kg	0.095Wh/km*kg
Kleinbus (VOLTA)	59km	9100Wh	1 9Wh/kg	0.11 Wh/km*kg
1350 kg 0.37	100km	12100Wh	26Wh/kg	0.09 Wh/km*kg

Mit obigen Fahrzeugwerten ergibt sich eine beachtliche Konstanz des Energieverbrauch pro bewegtem Fahrzeuggewicht und Strecke

Betriebsbedingungen:

Bei den meisten Fahrzeugen sind die Batterien mit Gewichtanteilen zum Fahrzeugeinsatzgewicht mit 25% ...35% versehen. Die Zahlen differieren mit dem beförderten Zuladegewicht und konstruktiven Maßnahmen. Die konstruktiven Maßnahmen sind ausgeschöpft bei Leichtbaufahrzeugen mit möglichst steifen Rahmen mit noch vernünftiger Straßenlage und Komfort. Grundsätzlich sind die besseren Batterieanteilgewichte bei den grösseren Nutzfahrzeugen zu finden, da hier der Anteil der Zuladung über die Betriebszeit hinweg nicht immer ausgeschöpft wird.

Dieses Gewichtsverhältnis ist der wichtigste Faktor bei der Bestimmung der Batteriebelastung und, wie noch gezeigt wird, ist diese Belastung gar nicht so sehr verschieden über Fahrzeuge und Einsatz. Die verfügbare Energiedichte der Batterie bestimmt sich aus dem Verhältnis der spez. Energieverbrauches [Wh/kg] des Fahrzeuges und dem Batteriegewicht.

Natürlich ist der spez. Verbrauch sehr stark von der Fahrweise und Geländetopologie abhängig. Allerdings sind die Spielräume doch viel enger als es den ersten Anschein hat:

1. Die Fahrzeuge müssen dem Verkehrsfluß folgen, wenn Sie keine Behinderung oder Irritation auslösen wollen. Daher sind die ständigen Beschleunigungsmanöver der Hauptbelastungsfaktor.

2. Die Fahrzeuge werden als typische Nutzerschicht fast immer von 'Citymenschen' oder Einpendlern genutzt.

Aus diesen Gründen stabilisiert sich die Variable des spez. Verbrauches sehr stark. Aus praktischer Erfahrung ist ein für die Reichweite Näherungsansatz bei etwa der Hälfte von der Idealreichweite (konst. 50km/h, ebenes Gelände) desselben Fahrzeuges zu suchen.

Deutlich zu sehen ist der höhere Streß der Batterie beim 1 - Sitzer, was sich in einer nur 14Wh/kg Abgabe der Batterie äussert. Dieser Effekt der lastabhängigen Kapazität einer Bleibatterie ist von Peukert oder Shepherd empirisch beschrieben worden. So ergibt sich mit einer Verbesserung des Batterie/Fahrgewichtes nicht nur eine lineare sondern in etwa quadratische Verbesserung der Reichweite.

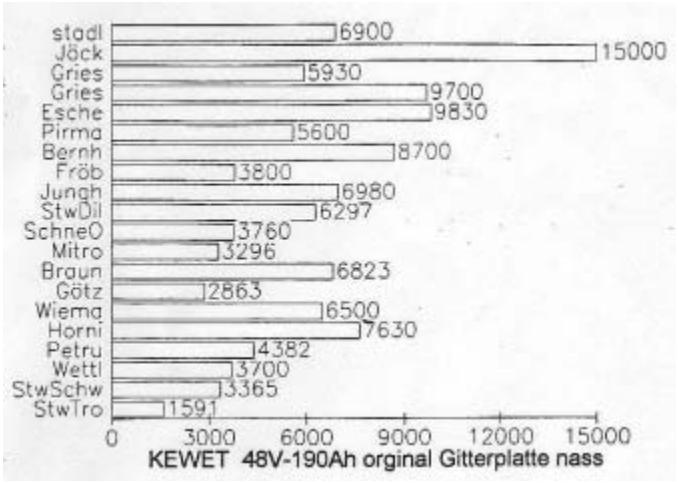
Kein deutlicher Unterschied ist bei der der Betrachtung der mittleren Lebensdauer im Kundeneinsatz zu ersehen. Wenn man aber die Werte der Maximalprobanten betrachtet, ist eine grundsätzlich bessere Lebensdauermöglichkeit bei den 2-Sitzern vorhanden. Werte von 10-20 Tkm sind möglich. Sehr deutlich ist dieser Effekt beim SOLEC zu sehen, bei welchem bei gleichem Lader und Belastungsspektrum einfach die nächst grössere Batterietype eingebaut wurde. Steigerung um mehr als das doppelte sind das Ergebnis. Beim Mini-El sind 9 Tkm scheinbar das Ende und das bei guter Ladercharakteristik und guter Entladeüberwachung. Bei den KEWET Fahrzeugen sind die Schwankungen extrem und sind wohl in der schlechten Ladetechnik bzw. schlechten Ladezustandsüberwachung begründet. Das Ende der Lebendauer ist üblicherweise bei einer Kapazitätseinbusse von 3050% erreicht (=Reklamation des Kunden).

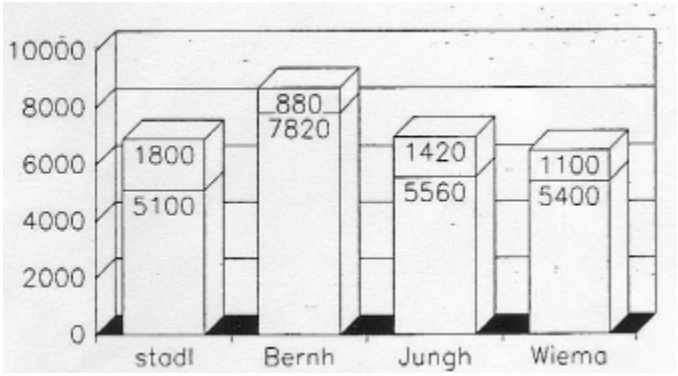
Lebensdauer aus:

14 Fahrzeugen	Mini-EL	7,2 tkm
20 Fahrzeuge	KEWET	5,3 tkm
5 Fahrzeuge	SOLEC	5,6 tkm bzw. 12,3 tkm

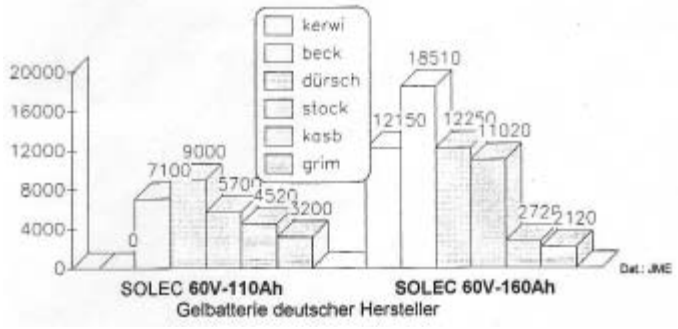
Erfahrungen um teilweises Auswechseln der kapazitätsschwächsten Batterien bei schon gut gefahrenen Sätzen sind als wenig sinnvoll zu betrachten gewesen. Meist hat nach kür-

zerer Zeit ein weiterer Block seine Schwäche gezeigt und der Satz war kurzfristig ganz ersetzt worden.



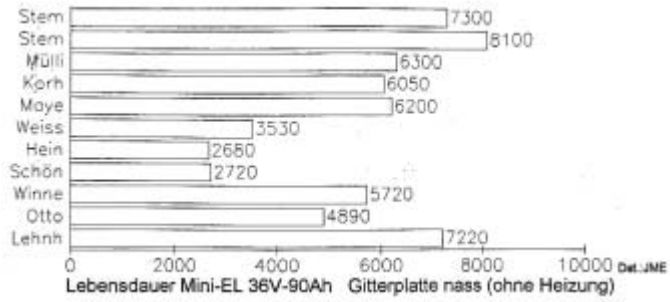


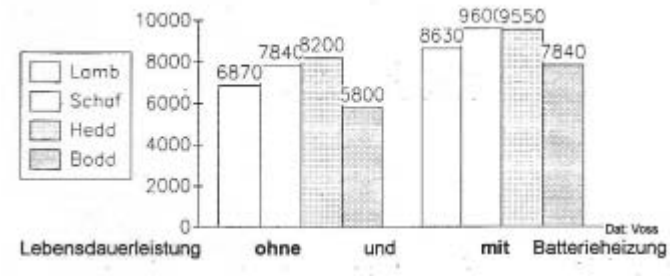
Batteriesatzlebensdauer nach teilweisem Wechsel einzelner Batterien



Innerhalb der einzelnen Fahrzeugklasse gibt es aber gravierende Ausreisser nach unten, die gesondert untersucht wurden. Speziell Kunden mit schwierigem Gelände und 'Schnellfahrer' haben grundsätzlich geringere Lebensdauer. Die Eröffnung von 3 Batterien und eine eines 1-Sitzers brachte keinen Befund. Im Gegenteil, die Plattenstruktur war fest und Abschlammungseffekte kaum nenenswert. Somit lag die Vermutung von Sulfatierung nahe. Aber die Säuredichtewerte sprachen widerum dagegen, die Werte waren fast normal (1.26, 1.28).

Elektrochemisch werden die S04 - Ionen an die positve Bleioxyd-Elektrode angelagert. Untersuchungen von Häbler und Voss (1970, Varta) haben gezeigt, daß bei hohen Stromstärken zum Entladebeginn im Innern der pos. Elektrode die Reaktion abläuft bis die innere Säure verarmt ist. Auf Grund zu geringer Diffusionsgeschwindigkeit (temperaturabhängig!!) schwindet der Zustrom frischer Ionen . Als dann verlagert sich die Reaktion an die Plattenoberflächen, die durch ein schnelles Anwachsen von PBSO4 Barrieren in Ihrer Porösität reduziert wird. Eine Verteilung der Bleisulfatkonzen-tration nach der Entladung (0.2A/cm^2) zeigt Abb.2. Ein Gegenversuch mit einer aktiv säuredurchströmten Elektrode brachte eine gleiche Kapazität wie bei Schwachentladung.





Der geschilderte Effekt beim Hochstromentladen scheint bei regelmässiger Anwendung zur Passivierung der Plattenoberfläche der pos. Elektrode zu führen. Die Sulfatbarrieren werden offensichtlich beim Ladevorgang nicht mehr vollständig abgebaut.

Weitere Versuche mit solch geschädigten Batterien brachte eine positives Ergebnis bei der Zyklisierung durch Erreichen höherer Temperaturen. Nach 2 Zyklen über 40°C Batterietemperatur hatten sich alle Altbatterien (außer jenen mit Zelldefekten) auf Werte von 80% Ihrer Nennkapazität entwickelt.

Da heute keine Batterien am Markt sind, die Porenstrukturen besitzen die diesen Effekt vermeiden b.z.w. reine Oberflächenbatterien eine schlechte Gitterstandzeit aufweisen (Versuche mit Startern) können wir nur zur Isolation und Beheizung der Batterie raten. Paralell dazu ist eine gewisse Überladung vonnöten, die den vollständigen Abbau von PBSO4 sichert. Die bisherigen Ergebnisse sind äusserst ermunternd, da nicht nur bessere Reichweite, sondern auch p& eine deutliche Lebensdauersteigerung sichtbar ist.

Die Entwicklung der Bleibatterie, deren Schwachstromkapazitätspotential wohl nahezu erschöpft ist, konzentriert sich gerade in USA auf die Steigerung der Hochstromkapazität. Batterien mit einer spezifischen Energie von 30Wh/kg bei 2 stündiger Entladung werden bereits zum Verkauf angeboten. (1994!)

JME Mittnacht GmbH war seit März 1990 in Heidelberg Importgesellschaft für europäische Elektrofahrzeugprodukte. Jürgen Mittnacht ging später zur MCC AG in die Schweiz für die Entwicklung des E-lektro-SMART. Heute arbeitet er in der Entwicklung bei einem großen Automobilkonzern im Bereich Elektroantriebe. Einer seiner damaligen Mitarbeiter Ralf Wagner ist als Webmaster von www.elweb.info bekannt geworden.
Nähere Einzelheiten siehe www.mittnacht.net

Das Kugelhaufenmodell

vom Andreas Eichner, mit Unterstützung durch Bernd Kürten

Eine Erklärung für den wieder umkehrbaren Kapazitätsverlust der Bleidioxidelektrode von Bleibatterien.

Dieser Artikel basiert auf einer 16-seitigen englischen Abhandlung 1) von E. Meissner und eigenen Erfahrungen. Herr Meissner arbeitet im „R & D Center“ (Forschung und Entwicklung) von Varta Deutschland. In der Abhandlung sind die physikalisch-chemischen Grundlagen genau erklärt und mit Formeln belegt. Da für uns nur die Auswirkungen relevant sind, beschränke ich mich auf eine stark vereinfachte und gekürzte Darstellung.

Die Bleidioxidelektrode besteht aus vielen kleinen unregelmäßig geformten Partikeln. Da bei den Partikeln die konvexen Formen vorherrschen, können sie als Kugeln betrachtet werden (daher der Name Kugelhaufenmodel). Die Verbindungen zwischen den Kugeln werden als konkav angesehen. Je größer die Verbindungen zwischen den Kugeln sind, desto besser ist ihre Leitfähigkeit und umso geringer ist damit der Innenwiderstand der Batterie.

Das elektrische Potenzial an der Oberfläche ist umso größer, je konvexer die Oberfläche ist. Je größer das Potenzial ist, umso leichter geht das Material beim Entladen in Lösung und lagert sich beim Laden wieder an. Dies bedeutet, daß bei Entladung mit kleinen Strömen nur das Material der Kugeln aufgelöst wird und sich bei Ladung mit kleinen Strömen auch nur Material an den Kugeln anlagert. Erst beim Entladen mit großen Strömen löst sich auch Material von den Verbindungen. In gleichem Masse wird auch nur Material an den Verbindungen angelagert, wenn mit hohen Strömen geladen wird. Daher sollten Bleiakkus mit etwa den gleichen Strömen geladen werden, mit denen sie auch entladen werden.

Hier sehen wir ein Dilemma bei unseren Elektrofahrzeugen. Die Batterien werden meist mit viel geringeren Strömen geladen als sie entladen werden. Bei jedem Entladevorgang wird Material von den Verbindungen abgebaut und beim Laden nur an den Kugeln angelagert. Dadurch werden die Verbindungen immer dünner und der Innenwiderstand der Batterie steigt. Wegen dieses höheren Innenwiderstands wird gerade bei Entladung mit großen Strömen die Entladeschlußspannung früher erreicht und es scheint so, als hätte die Batterie eine geringere Kapazität. Wenn hier nicht rechtzeitig Gegenmaßnahmen ergriffen werden, werden die Verbindungen so dünn, daß Teile aus der Platte brechen und diese schließlich ganz reißt.

Es gibt noch einen zweiten Effekt, der die Verbindungen abbaut. Bei einem Überladen der Batterie befindet sich kein Blei mehr im Elektrolyt. Da die Kugeln aber weiter Material anlagern wollen, entreißen sie dieses den Verbindungen.

Zum Glück gibt es auch einige Möglichkeiten diesen scheinbaren Kapazitätzverlust rückgängig zu machen.

Leider sind einige Maßnahmen nur schwer durchführbar und die theoretische Erklärung recht komplex. Eine rein mechanische Methode ist der Ausbau der voll geladenen Platten, das Waschen mit destilliertem Wasser, Trocknen und Wiedereinbau mit frischer Schwefelsäure. Durch die nicht vorhandene Säure wird das Blei von den Kugeln zu den Verbindungen verlagert.

Eine langwierige Methode, die den Kapazitätsverlust nur teilweise beseitigt, ist Warten. Die Batterie wird vollgeladen für mehrere Wochen stehen gelassen und nur gelegentlich nachgeladen. Verbessert wird der Effekt noch, wenn die Batterie vor dem ersten Aufladen einige Stunden (auf keinen Fall zu lange!) teilentladen stehen bleibt.

Die praktikabelste Methode ist die Tiefentladung mit sehr kleinen Strömen. Dabei wird die Batterie bis knapp unterhalb der Entladeschlußspannung entladen. Da in diesem Bereich die Säurekonzentration sehr gering ist, wirkt dies fast so, wie das Waschen mit Wasser. Allerdings muss dabei darauf geachtet werden, dass die Entladeschlußspannung nicht zu weit unterschritten wird, da dann wieder andere Effekte auftreten, die die Batterie schädigen können. Ein 12V Bleiakku sollte nicht unter 10Volt entladen werden.

Diese Methode haben wir (Bernd Kürten und ich) schon bei sehr vielen Bleibatterien von CityEL's erprobt, noch bevor wir die Abhandlung kannten. Jetzt kennen wir auch die physikalisch-chemischen Grundlagen. Beim CityEl wenden wir bei Bleiakkus etwa einmal pro Monat folgende Prozedur an:

- nach einer normalen Fahrt wird das Licht und die Heizung auf Stufe 2 eingeschaltet
- in regelmäßigen Abständen (ca. 10 Minuten) werden alle 3 Batterien überprüft
- erreicht eine Batterie 10,5 Volt wird die Heizung auf Stufe 1 zurückgeschaltet
- die Spannungen müssen jetzt wieder ansteigen
- wieder in regelmäßigen Abständen die Batterien überprüfen
- erreicht eine Batterie 10,5 Volt Heizung ausschalten
- die Spannungen müssen jetzt wieder ansteigen
- wieder in regelmäßigen Abständen die Batterien überprüfen
- erreicht eine Batterie 10 Volt Licht ausschalten
- ca. 1 Stunde warten
- normal Aufladen

Wenn der scheinbare Kapazitätsverlust schon stark ausgeprägt ist, muss die Prozedur mehrmals hintereinander (nach jeder Fahrt) ausgeführt werden. Ist nach drei maligem Durchlauf noch keine deutliche Verbesserung feststellbar, so beruht der Kapazitätsverlust wahrscheinlich auf einem anderen Effekt (z.B. zu wenig Wasser, oxidierte Platten, gebrochene Platten etc.), und kaum reparierbar.

1) E. Meissner, How to understand the reversible capacity declay of the lead dioxide electrode, Journal of Power Sources 78 (1999) 99 - 114.

Redaktioneller Hinweis:
Bernd Kürten und Andreas Eichner arbeiten eng im Bereich der elektrischen Mobilität zusammen und haben schon viele Batterietypen ausprobiert, die meisten im City-El: Blei-Säure, Blei-Vlies verschiedener Hersteller (auch OPTIMA), NiCd, Nickel Zink (Evercel), und jetzt auch Li-Ionen. Der vorstehende Artikel gründet sich also auch auf praktische eigene Erfahrungen mit Batterien für E-Fahrzeuge.

Sie betreiben in Obermichelbach im Raum Nürnberg-Erlangen einen Elektromobilservice und sind insbesondere kompetent bei Ladegeräten, z.B. auch was das Einstellen des CityCom Trafoladers auf spezielle Batterietypen angeht. Ladegeräte und Curtis Pulsweitensteller werden auch schnell und preisgünstig repariert. Bekannt geworden ist auch die Transistor-Zusatzschaltung zur Vermeidung von Microschalter Problemen im City-El und der Umbau des CityEl Thrige Motors auf Kettenantrieb.

„Schnellladung von Batterien“

von Dr. Heinz Wenzl, 37520 Osterode

Abdruck eines Leserbriefes von Herrn Dr. Heinz Wenzl, 37520 Osterode, an die Redaktion der „Stromthemen“, entnommen mit frndl. Genehmigung des Autors aus dem Sonderheft **„Stromdisskussion 180 – The Future of the Electric Vehicle“, 1996.** Das Sonderheft basiert auf der gleichnamigen Tagung 1996 im Amerikahaus in Frankfurt. Der bsm hatte seinerzeit eine Reihe von Fahrzeugen für die begleitende Ausstellung zur Verfügung gestellt, u.a. dank der Hilfe der Akasol Darmstadt. Außerdem fand im Rahmen der Konferenz die Siegerehrung der „Deutschen Solarmobil Meisterschaft 1996“ statt.

Ihr Artikel "Elektroautos wie Benziner betanken" war wirklich sehr informativ, meine Komplimente. Ihrer Aussage aber, daß heutige Batterien durch Schnellladen stark beansprucht werden, möchte ich widersprechen. Ich möchte Ihnen nicht die gesamte wissenschaftliche Literatur zum Thema Schnellladen zuschicken. Erlauben Sie mir aber, einige Fakten darzulegen:

Der Einfluß der Lade- und Entladeströme auf die Lebensdauer und die Kapazitätsentwicklung von Batterien ist bisher unterschätzt worden. Untersuchungen mit dem Ziel, bestimmten Anwendungen von Batterien und damit Entladeströmen bestimmte Ladeverfahren zuzuordnen, liegen im allgemeinen nicht vor. Empirische Festlegungen für die meisten konventionellen Ladeverfahren sind nicht durch Untersuchungen abgesichert, die einer ernsthaften Nachprüfung standhalten können.

Es gibt bisher keine einzige Untersuchung, die hohe Ladeströme mit einer Verringerung der Lebensdauer oder Abnahme der Kapazität in Verbindung bringt. Bedingung ist natürlich, daß das Ladeverfahren beherrscht wird und der Ladestrom der Aufnahmefähigkeit der Batterie angepaßt wird. Genau das wird bei modernen Ladeverfahren erreicht. Wenn allerdings ohne die entsprechende Ladetechnik die Batterie mit hohen Strömen geladen wird. kann die Batterie sehr schnell zerstört werden.

Untersuchungen über die Auswirkungen von Schnellladungen auf die Lebensdauer und Kapazitätsentwicklung lassen inzwischen eine positive Korrelation zwischen hohen Ladeströmen (bei sorgfältiger Steuerung des Ladeverfahrens) und Lebensdauer der Batterie vermuten. Bei gasdichten Nickelcadmium-Batterien für Akkuhandwerkzeuge ist der Anstieg der Lebensdauer durch hohe Ladeströme und verbesserte Ladetechnik der allgemeine Stand der Technik. Eine Vielzahl von Schnellladegeräten sind kommerziell verfügbar. Der Anstieg von ca. 700-1000 Zyklen, dem vor ca. 8 Jahren noch üblichen Wert, auf jetzt 2000 Zyklen oder mehr ist fast ausschließlich darauf zurückzuführen.

Den jetzigen Stand der Technik hei Bleibatterien beschreiben die folgenden Informationen aus der veröffentlichten Literatur:

Die Kapazität von Bleibatterien kann durch die Lade- und Entladeströme reversibel verändert werden. Kapazitätsabnahmen von mehr als 30 %, die anschließend durch andere Lade- und Entladeströme wieder rückgängig gemacht wurden, sind in der Literatur nachweisbar. Sie wurden als "Gutladung" und " Schlechtladung " bezeichnet. Kennzeichen einer "Gutladung" sind hohe Ladeströme zu Beginn der Ladung, und zwar deutlich höhere als die Ladeströme, die konventionell genutzt werden, und geringe Ladeströme am Ende der Ladung.

- Theoretisch wird das Verhalten durch das Kugelhaufenmodell beschrieben, das eine Vielzahl von Effekten beim Laden und Entladen sehr einfach erklärt. Die wichtigsten Arbeiten dazu wurden von Professor Winsel und seinen Mitarbeitern an der Gesamthochschule Kassel durchgeführt.
- Vor vier Jahren haben zwei amerikanische Forscher (Vutetakis und Wu, Proceedings of the 35th International Power Sources Symposium, Cherry Hill, N. J., USA, 1992) eine Untersuchung an wartungsfreien Bleibatterien für das Starten von Flugzeugmotoren vorgelegt. Ihr Ergebnis: Es besteht ein linearer Zusammenhang zwischen Lebensdauer und Höhe des Ladestroms am Anfang der Ladung. Je höher der anfängliche Ladestrom, desto länger die Lebensdauer. Der maximale Strom in den Untersuchungen betrug das 2,8-fache der Nennkapazität, entsprechend einer Ladezeit von einer knappen Stunde.
- Ein 12V-Block der im Solectria eingesetzten Bleibatterien von Hawker Energy Products wurde unter Verwendung eines Norvik-Ladegeräts mit Ladeströmen von knapp 400 Ampere pro 100 Ah zyklisiert, dem 50-fachen dessen, was konventionell üblich ist. Etwa 80 % der entnommenen Energie können dann bei einer entladenen Batterie in 15 Minuten wieder eingeladen werden. Die Lebensdauer betrug ca. 750 Zyklen, mehr als mit konventionellen Ladezyklen bei geringen Strömen erreicht wurde.
- In einem Vergleich spiralförmig gewickelter Bleibatterien (Optima) mit 50 Ah Kapazität wurden Zyklentests einmal mit 10 Ampere und einmal mit 250 Ampere maximaler Ladestrom durchgeführt (T. G. Chang und D. M. Jochim, Cominco Ltd.. Mississauga, Canada). Die langsam geladenen Batterien erreichten nach ca. 250 Zyklen keine ausreichende Kapazität mehr. Die schnellgeladenen Batterien hatten zum Zeitpunkt des Berichts bis zu 866 Zyklen erreicht, der letzte Kapazitätstest zeigte eine Kapazität von 49 Ah.
- Eine der neuesten Veröffentlichungen (J. Nor von Norvik Traction Inc.) weist darauf hin, daß bei der im Solectria eingesetzten Batterie die Kapazität offensichtlich dann ein Maximum erreicht, wenn sie mit ca. 800 Ampere pro 100 Ah geladen wird. Die höchsten Ladeströme, die bei diesem Batterietyp angewendet wurden, waren 1200 Ampere pro 100 Ah, entsprechend einer Ladezeit von 4 Minuten für 80 % der entnommenen Kapazität.
- Arizona Public Service, ein großes EVU, hat im Auftrag des Department of Energy als Teil des EV America Projekts Ladeverfahren untersucht. Batterien im Solectria wurden mit hohen Ladeströmen regeneriert. Die Nennreichweite eines Fahrzeugs, ca. 70 Meilen, fiel wegen schlechter und vor allem ungenügender Ladung auf ca. die Hälfte ab. Die Batterie war damit nach herkömmlicher Einschätzung defekt und hätte verschrottet werden müssen.

  Nach Einsatz von Norvik-Schnelladegeräten stieg die Reichweite auf über 100 Meilen an (Electric Vehicle Charger Test Project, APS, United States DoE, März 1996). Je nach Bedarf wird das Fahrzeug jetzt auch mehrmals pro Tag geladen. Die monatliche Fahrleistung erreicht ca. 4800 km und entspricht damit in etwa der Fahrleistung verbrennungsmotorisch betriebener Fahrzeuge.

- Für das Norvik-Ladeverfahren liegen auch Untersuchungen über die Wirkungsgrade bei der Ladung vor. Trotz der hohen ohmschen Verluste bei den Anfangsströmen sind Gesamtwirkungsgrade von 81 % bei Ladeströmen von 600 Ampere pro 100 Ah, entsprechend einer Ladezeit von ca. 8 Minuten für 80 % der entnommenen Kapazität, gemessen worden.
- Die Voraussetzung für so hohe Ladeströme ist, daß Überladungen und Gasentwicklung so niedrig wie möglich gehalten werden. Der coulombsche Wirkungsgrad ist als Ergebnis sehr hoch, und die Polarisationsverluste sind gering. Die Ladegeräte müssen Schaltnetzteile hoher Frequenz sein, deren Wirkungsgrad auch im Teillastbetrieb hoch ist. Selbst bei hohen Ladeströmen ist somit der Wirkungsgrad dem konventioneller Ladetechnik vergleichbar.

Für derartige Ladezeiten sind natürlich nur Batterien geeignet. die einen geringen inneren Widerstand haben. Diese sind aber kommerziell verfügbar. Selbst Bleibatterien mit relativ geringen inneren Widerständen, z. B. PzS-Batterien für Gabelstapler, können jedoch im Bereich von ca. 20 - 30 Minuten weitgehend vollgeladen werden. Entsprechende Pilotprojekte werden jetzt von EPRI durchgeführt. um den Anteil batteriebetriebener Gabelstapler zu erhöhen.

Die Aussagen über die positiven Auswirkungen hoher Ladeströme gelten vermutlich für alle Batterien mit porösen Massen und wäßrigem Elektrolyt. weil ihr Verhalten durch das Kugelhaufenmodell beschrieben werden kann. Am besten sind die Ergebnisse für Bleibatterien belegt, aber auch für industrielle Nickelcadmium- und Nickelmetallhydrid-Batterien existieren experimentelle Nachweise.

Bei zukünftigen Untersuchungen ist zu beachten: Wegen der Wechselwirkung von Entladeund Ladeströmen sollten Aussagen über die Lebensdauer von Batterien immer nur unter Angabe beider Bedingungen gemacht werden. Die im industriellen Einsatz gemachte Erfahrung, daß Bleibatterien ihre Nennkapazität 7000-mal durchsetzen können, zeigt jedoch, was Bleibatterien leisten können, wenn Lade- und Entladeströme (und einige sonstige Parameter) optimiert sind.

Batterie Anwender Erfahrungen

Praxisberichte von E-Mobil Fahrern, zusammengestellt von Roland Reichel

Redaktionelle Anmerkung: Die Berichte sind per e-mail gekommen, und außer Formatierung, Rechtschreibung und so wurde kaum was verändert (d.h. der Stil der verschiedenen Elektromobilisten wurde beibehalten). Die Berichte zeigen deutlich, dass auch mit Bleiakkus gute Reichweiten und Zyklenzahlen erreichbar sind. Ein wenig Verständnis für die Batterien ist aber schon nötig sowie eine entsprechende Behandlung bei der Entladung und der Ladung.

Batterieerfahrungen von Carlo Markulis

Als ich 1995 mein erstes Elektromobil bekam (mein Hercules Akkubike,ein Elektromofa aus der Ölkrise von 1974) hatte ich schon berufsbedingt leichte Erfahrungen mit Bleibatterien gemacht. Damals wusste ich,dass die Ladespannung nicht die 14,4V überschreiten darf,und dass man schon mal destilliertes Wasser nachschauen muss. Positive Wiederbelebungsversuche tiefentladenener Batterien hatte ich auch schon gesehen.

2001. Auf eine Mail eines Freundes hin sah ich mir mein jetziges Elektroauto an: einen Skoda Favorit. Irgendwie eckig, dachte ich. Naja. Elektroauto fahren wolltest du doch schon, seitdem du einen Mopedführerschein hast, ging mir durch den Kopf. Kurzerhand kaufte ich den Wagen, nichtsahnend, was das Mobil noch aus mir machen würde...

Zuallererst kramte ich meine ganzen Akkuerfahrungen zusammen. Bei der Arbeit in einem Bosch-Service hatte ich schon des öfteren mit grösster Freude alte totgeglaubte Akkus wiederbeleben können. Ängstlich sein dabei ist eher fehl am Platze. Wenn eine Batterie tiefstenladen ist, dann darf sie ruhig am etwa dreifachen ihrer Normspannung hängen - wichtig ist dabei nur, dass der Strom nicht zu hoch ist. Abhilfe schafft meist eine normale Autosicherung mit etwa 8 Ampere. Sobald die durchbrennt, kann man meist auf normale Ladung runter gehen. Schön voll laden, bis nichts mehr rein geht, der Strom also 1/25 bei Säure, und bei Gel 1/100 beträgt). Alles ist Gefühlssache! Wenn ein Akku nicht so richtig was aufnehmen will, dann lade ich ihn kurz an und entlade ihn sofort wieder mehrmals hintereinander.

Carlo schaut nach seinen Batterien

Dass Elektronen bewegt werden, scheint mir sehr wichtig zu sein. Nach mehrmaligem Laden und Entladen zeigt sich, ob es Erfolg verspricht oder nicht. Bei Gel- oder Vliesakkus sollte man ferner die Gehäuseform beurteilen: glatte Seitenwand, nach aussen gewölbt, oder nach innen?All dies gibt Auskunft über den Zustand der Batterie.Vor kurzem habe ich eine tote Gelbatterie durch Wiederauffüllen der Zellen mit Säure (gaaanz vorsichtig, in täglichen Kontrollschritten!!) dazu bringen können, der Belastung mit einem Gerät im selben Maße stand zu halten wie alle anderen Akkus des Emobils. Ach ja; bitte keine 5,95 Euro Messgeräte für die Ladevorgänge verwenden! Zumindest sollte man die Geräte in regelmässigen Abständen an geeichten Messgeräten vergleichen - damit nicht Abweichungen in erster Kommastelle das Messergebniss vollkomen verfälschen. Die Lebensdauer dankt es einem.

Bei der Ladetechnik bin ich zur Überzeugung gekommen, dass zumindest bei meinen Akkus im immer noch prima laufenden

Skoda nach über 60.000km die IUIA Kennlinie, gepaart mit möglichst genau eingestelltem Ladegerät (U-Phase), dazu beigetragen hat, dies zu realisieren. Andererseits versuche ich meist stärkere Belastungen der Fahrakkus zu vermeiden. Ich krieche lieber, statt mir neue Batterien zu kaufen! Dass das kein Rennwagen ist, wusste ich ja vorher schon. Der maximale Entladestrom sollte meiner Erfahrung nach nicht C1 überschreiten; heisst im Klartext:bei einer 100Ah (C5) Batterie niemals mit mehr als 90 A fahren! Im El hilft da meist runterschrauben des Strombegrenzers. Im Skoda habe ich sowas leider nicht.

Das waren im groben mein Bleibatterieerfahrungen. Diese in kurze Worte zu fassen erschien mir eher unmöglich! Es ist auf jeden Fall sehr wichtig, genaue Messgeräte zu haben. Und was mir auch auffällt: am besten scheint es zu sein, dieAkkus mit dem Strom zu laden, mit dem sie entladen werden. Aber immer schön an die IUIA Kennlinie der Akkus halten...

„man kann nur eines: schnell fahren oder weit kommen“
(Das „Markenzeichen“ von Carlo, d.h. die übliche Unterschrift in den Forenbeiträgen von Carlo in den Elweb Foren auf www.elweb.info und www.solarmobil.net)

Erfahrungen von Reinhold Schebler

Ich betreibe mehrere Elektrofahrzeuge: EL; Kewet; Puli; derzeit E-Corsa.

Treffe ich befreundete Fahrer, stellt sich immer wieder die Frage: Sind meine Batterien auch voll? Warum brauchen sie so viel Wasser?

Ich denke die Antworten zu kennen.

Lädt man eine offene Blei-Säurebatterie; gleich mit welchem Strom und Lader, wird irgendwann die Spannung ansteigen und der Strom zurückgehen. Der Säurewert wird höher und irgendwann fängt sie an zu gasen. Jetzt wird es Zeit, dass man mal den Säurewert misst; mit 1,28 sollte man aufhören. Man sollte IMMER über einen Lademonitor laden. Es zeigt die Rücklademenge; vergleicht man den mit der mitgeführten Energiemenge, kann man daraus die Reichweitereserve ableiten. Auch den momentanen Ladewirkungsgrad kann man ableiten:

Habe ich z.b. 36V 100Ah dabei und muss 5 kW rückladen, stimmt da was nicht! Hat man eine unbekanntes Fahrzeug; ein neu gekauftes...gehe ich üblicherweise so vor:

Ich lade das Fahrzeug mit Onboard Ladetechnik voll und messe Säurewerte und Lademenge. Anschliessend eine kleine Fahrt über Land mit geringen Beschleunigungen. Vielleicht so 20 km. Jetzt wieder eine Volladung. Die zeigt den spezifischen Energieverbrauch und ob die Technik in Ordnung ist. Es kann auch die theoretische Maximalreichweite abgeleitet werden. Nun kann man die Reichweite schrittweise steigern um die meist matte Batterie wieder zu "trainieren". Meine Erfahrungen haben die unterschiedlichsten Störfaktoren zu Tage gebracht:

Das Getriebeöl: ich nehme ATF- Öl: schön dünnflüssig. Reifendruck: ich fahre durchweg>3,5 Bar; Die Reifenart; Winterreifen sind zu vermeiden +20% Energieverbrauch! Den Reifenhersteller: es gibt "Ecoreifen" mit geringem Rollwiderstand. Die Spur! Mit falsch eingestellter Spur Ist zwar angenehm zu fahren, aber die Kiste braucht mehr Energie. Ich stelle immer mit dem Meterstab auf "0" ein. Dazu muss das Fahrzeug auf dem Boden stehen.

Die Batterie muss mit dem Ladegerät harmonieren. Es gibt da so schöne Lader von Fronius, "Selectiva Eco" die können auf verschiedene Batterietechnologien eingestellt werden. Auch Benning hat da einiges zu bieten. Beide laden offene Säurebatterien mit einem schonenden und energiesparendem Pulsverfahren hoch.

Das geht so: Nach der Hauptladephase wird der Strom zurückgenommen; beim Nachladen mit batterieschonendem geringen Strom entsteht normalerweise die Säureschichtung. Um dem Entgegenzuwirken, werden zyklisch für einige Sekunden mit hohen Strömen die Säure durch die Gasung umgewälzt.

Das wichtigste: Der übliche Ladefaktor von 120% wird verbessert auf ca 110%. Die Batterie wird schonend vollgeladen.

Für Gelbatterien ist was anderes wichtig: Ich lade hier mit Konstantstrom 10-30% der Nennkapazität. Meine Batterien beziehe ich oft gebraucht von einem Hubbühnentandler. Die Batterien werden, sobald sie nicht mehr einen ganze Arbeitstag halten, ausgewechselt; tun bei mir aber noch meisst Jahrelang gute Dienste...

Letztes Jahr bin ich 15.000Km mit dem Kewet und solchen Batterien gefahren. Wenn ich solche Gelbatterien bekomme, mach ich zuerst einmal "Wartung". Dass heisst ich öffne den Deckel und fülle in mehreren Schritten ~100ml destilliertes Wasser ein. Jede Batterie markiere ich mit z.B. "W 12/04" damit ich beim nächsten mal weiss, wie lange es her ist. Wird die Batterie überladen, passiert nämlich folgendes: Je überladenens Ah wird in jeder Zelle ca 0,3g Wasser "vergast". Nur kleine Gasmengen werden von VRLA rekombiniert.

Dann wird zuerst einmal kontrolliert vollgeladen, ich nehme einen "Ctek3600", natürlich wieder über den Energiemonitor; somit weiß ich die Speichermenge; je nach Entladetiefe ca 1,6-2,4 kWh. Eine Kette ist so stark wie ihr schwächstes Glied - ist eine Binsenweisheit - und es gilt auch für die Reihenschaltung von Batterien. Ich muss mich also beim Entladen nach der schwächsten Batterie richten.

NEUE Batterien:
Solche Batterien sollten aus der selben Charge sein. Auch hier gilt: nur gleiche Ladestände zusammenkoppeln. Ein 100% Wareneingangstest ist zwar etwas zeitaufwendig, speziell bei 144V-Fahrzeugen, gibt aber sofort die Sicherheit über die Batteriesynchronität. Der Eingangstest sollte auch so aussehen: Kontrolliert entladen bis 10,5V; dann mit Energiemonitor und alle Blöcke mit dem gleichem Lader aufladen. Nur wenn sie auch alle gleiche Energiemengen aufgenommen haben sind sie gut und gleich.

Sinnvoll ist eine Einzelblocküberwachung; also z.B. 3 Messgeräte beim Standard EL. Im Kewet hat man auch nur 4 Messwerke drin. (+1x Strom)

Was Batterien nicht mögen:
Natürlich-Tiefentladungen; vor allem mit höhen Strömen! Wenn nix mehr geht gibts nur eins: ran an die nächste Steckdose; ein netter Plausch mit dem Hausbesitzer und Laden! Dabei sollte man schon überschlägig ausrechnen, wie viele Minuten oder kWh man bis zur nächsten ordenlichen Ladestelle benötigt. Ich weiss dazu genau für jedes Fahrzeug, wie viele Minuten ich pro zu fahrendem Kilometer (Im Schleichgang) geladen werden muss.

Temperaturen:
Die Batterie ist am leistungsfähigsten im Bereich von 30-40 Grad. Leider altert sie in diesem Temperaturbereich auch maximal. Der Temperaturbeiwert ist für Blei-Batts -4mV/ Zelle

und Grad; beginnend bei 20 Grad Celsius. Das bedeutet für steigende Temperaturen abnehmende Spannungen; für fallende Temperturen dementsprechende steigende Ladeschlussspannung.

Beispiel: El; 36V bei +10 Grad, 18 Zellen; 4mV x 18Z x 10G ~0,72V; 14,2x3~42,6+0,72~ 43,3V

Überwintern? Aufladen und abklemmen; das reicht.
Wer meint, es hilft was, kann sie noch frostfrei lagern. Geladene Batterien werden nicht einfrieren; Säurewert 1,28! Die Selbstentladung ist gering; vor allem bei Temperturen <10 Grad ~<5% Monat; also 4 Monate entspricht 20%.

Was Neubesitzer nicht wissen:
Z.B. der El hat durch den DCDC einen Eigenverbrauch von ca 3Ah Tag; die gehen verloren;

Die 100Ah sind also nach spätestens 33 Tagen futsch da wird die Battrie geschädigt durch Tiefentladung!

Da hilft nur einen Batteriepol abzuklemmen. Bei anderen Fahrzeugen ist es ähnlich.

Was ist eigenlich der Unterschied zwischen eine Traktions und einer Starterbatterie? Ich konnte zwar keine chemische Analyse des Blei machen, aber die Plattendicke und Masse ist unterschiedlich. Eine Starterbatterie hat mehrere 2mm dicke Plattenpakete. Die Traktionsbatterie. hat dagegen 3mm Dicke. Das bedeutet weniger Oberfläche und damit mehr Widerstand. aber mehr Masse und damit Langzeitentlademenge.

Winterbetrieb:
Vorteilhaft ist die Batterien so zu laden, dass der Ladestrom die Batt. erwärmt: Der Ladevorgang sollte erst kurz vor Fahrtantritt fertig sein; dann hat die Batt die besste Leistungsbereitschaft.

Teilladung;
Läst sich oft nicht vermeiden, ist aber mit meiner Ladetechnik unproblematisch; es zählt nur die Überlademenge; ansonsten der Gesammtenergiedurchsatz.

Ich lade aber nie unter 20 km; nur wenn ich dannach die volle Reichweite benötige.

Ladezyklen:
Laut Datenblättern kann eine Starterbatterie ca 250 Vollzyklen; bei Teilentladung mehr.

Traktionsbatterie, z.B. die Deta Drivemobil ca 400-600 Zyklen; ebenso die Vlies; die Gel kann mehr; ca 800+, hat aber auch einen grösseren Innenwiderstand und ist somit nicht für Dauer-Entladeströme >1C geeignet.

Und warum halten dann die Deta-Säure nicht so lange? Nach meinen Erfahrungen wegen falsch eingestellter Lader und wegen dem Rütteln! Dabei wird duch das Fahren über Fahrbahnunebenheiten aktive Masse von den Platten gerüttelt, zuerst erkennbar durch Kapazitätsverlust, später hat eine Zelle einen Kurzschluss. Also nach meiner Meinung sind offene Säurebatterien in Elektrofahrzeugen fehl am Platze, Vlies oder Gel sind erst Wahl.

Batterieneukauf
Über die einzelnen Fabrikate kann ich wegen fehlender Erfahrungen keine Auskünfte geben.Ich benutze Deta-Gel und Varta-Gel. Man sollte sich 1 Batterie mehr kaufen als verbaut sind! Die Batterien werden beim Eingangstest so zusammengestellt dass die schlechteste übrigbleibt! Nach einem halben Jahr Fahrzeit fährt man die Bordbatterie kontrolliert herunter bis 10,5V und misst alle Blöcke unter Last (Heizung?). Den schlechtesten Block nimmt man raus und ersetzt ihn durch den Reserveblock! Falls ein Block mal zusammenbricht, kann man ihn tauschen; man hat einen Block aus der selben Charge! Ist wohl mittlerweile überflüssig zu sagen, dass die Blöcke beim zusammenschalten gleiche Ladezustände aufweisen müssen.

Ausgleichsladung
Ich lade meine Batterie wahrscheinlich zu wenig; 14,2V. Deshalb ist die Synchronität nicht immer gewährleistet: Alle 3 Monate muss ich synchronladen. Dafür habe ich minimalen Wasserverbrauch undmeine benötigte Reichweite habe ich immer. Ich mache das, wenn ich am Wochende die Batterie ziemlich runtergefahren hatte, also herkömmlich volladen; anschliessend mit einem extra Lader mit 5%C x 4Std nachladen.

Batteriemischung:
Hat man verschiedene Batterien, kann man die schon in reihe schalten, wenn man einige Dinge beachtet:

Die Kapazitäten sollten nicht mehr als 10% unterschiedlich sein, ebenso die Altersunterschied 1 Jahr und natürlich gleiche Technologie. Mit Prozessorladetechnik zur Synchronhaltung und Einzelbatterieüberwachung sieht mann schon nach ein paar Fahrten ob sie harmonieren. Gegebenenfalls muss man die Akkus einzeln nachladen.

Strommonitor:
Gibt es da noch immer "Blindfahrer"??? Das wichtigst Instrument neben dem Voltmeter ist der Entladestrommesser! Das anzukoppeln ist einfacher als die Meisten denken. Man braucht einen "Shunt" (Messwiderstand), an dem eine kleine Spannung abfällt. Gut geeignet ist eine Minusleitung z.B. die zwischen Batterie und Steller. Ich nehme immer grosse analoge Instrumente. Das Messwerk wird angekoppelt und der Lader angeschlossen. Z.B. 30A Ladestrom müssen am Messwerk erscheinen; wenns nicht passt: mit Reihenwiederstand im Messwerkkreis abgleichen.

Erfahrungen mit Bleiakkus, Jürgen Plowa

Ich fahre seit Juni 2000 ein „City-El“ 36 V. Seit dem habe ich ca. 56.000 km zurückgelegt. Mich hat es interessiert, ob es möglich ist, rein elektrisch zu fahren. Deshalb besitze ich kein weiteres Fahrzeug mit Verbrennungsmotor.

Jürgen Plowa´s CityEl, mit „Power-Anhänger“ für Langstrecke

Soweit bin ich sehr zufrieden mit meinem Fahrzeug und bin der Meinung, dass es durchaus alltagstauglich ist. Natürlich mit Einschränkungen durch die Batterien in der Reichweite.

Aber wenn man sich Gedanken macht, kann man diese Einschränkungen weitaus kompensieren, zum Beispiel durch Zwischenladungen in Haltepausen. Was mich anfangs etwas

mutlos machte, war die erschreckend geringe Lebensdauer der von mir eingesetzten Bleibatterie. Mein erster Batteriesatz war ein Deta 100 Ah C5. Durch Unkenntnis hat er nur 7.689 km gehalten.

Deshalb machte ich mir Gedanken über die Ursachen. Warum kann man nicht einfach mit Starterbatterien fahren? Ein Versuch ist es sicher wert. Informationen über die Funktionsweise der Bleiakkus sind sehr spärlich. Mit den Schulweißheiten kann man wenig anfangen.

Ich stellte mir folgende Fragen:

- Was läuft ab bei einer Tiefentladung?
- Soll man dann mit hohem oder niedrigem Strom laden?
- Warum wird die Kapazität immer niedriger?
- Was ist für die Lebensdauer wichtig?
- Ist es schädlich mit höheren Strömen zu laden?
- Ab welcher Entladetiefe muß man mit deutlichen Lebensdauerverkürzungen rechnen?
- Was bewirken hohe Entladeströme ?
- Welchen Einfluß hat die Temperatur?
- Einfluß einer Ausgleichsladung, besonderheiten bei sehr niedrigen Temperaturen?
- Günstige Entladetiefe?

Womit könnte man am besten diese Fragen beantworten? Mit dem Benutzen von Starterakkus, die sich nicht für den Antrieb eignen. Warum eignen sie sich nicht? Eigentlich sind sie ja sehr niederohmig.

Um annähernd gleiche aktive Masse zu haben, wie bei meinen Detas, benützte ich 3x 100 Ah C20 und 3x36 Ah C20 im Kofferraum. Mit diesem Akkusatz erzielte ich eine Lebensdauer von 8.571km.

Bei dem nächsten Akkusatz wählte ich Starterakkus 3x100 Ah und 3x65 Ah. Dadurch konnte ich eine Lebensdauer von 15.663 km erzielen. Daraus ist zu schließen, dass eine große aktive Masse sehr wichtig für die Batterielebensdauer ist. Als maximale Entladetiefe wählte ich eine Spannung von 11,5 V pro Block. Im Interesse einer maximalen Lebensdauer versuchte ich nicht tiefer als 50 % zu entladen. Um Die Kapazität einschätzen zu können, maß ich die eingeladene Energiemenge ab Netz mit einem Energiemessgerät.

Als Ladegerät benutze ich den HF-Lader von Citycom mit dem Ladeprogramm für Vliesakkus. In regelmäßigen Abständen wird eine Ausgleichsladung vorgenommen. Dazu habe ich mir einen Ringkerntrafo so gewickelt, dass bei Erreichen der Ladeschlussspannung nur noch ca. 1 A fließt.

Um bei größeren Fahrten schneller laden zu können, benutzte ich ein umgebautes Schweißgerät mit 50 Ampere . Ohne Probleme konnte ich die Akkus in 1,5 Stunden zu 90% aufladen. Das wirkte sich nicht negativ auf die Lebensdauer aus, eher im Gegenteil. Die Starterakkus benötigen eine sehr kurze Nachladezeit, wodurch sie sich gut für Langstrecken eignen. Beim Erreichen der Gasungspannung sind sie zu 90 % geladen. So habe ich schon Tagesreichweiten von 400 km erzielt.

Das Laden im Winter bei sehr niedrigen Temperaturen ist sehr problematisch. Die Akkus wurden nie richtig voll. Dadurch verringerte sich die Reichweite noch zusätzlich. Bewährt hat sich das Laden mit nur geringen Strömen, (mit meinem Ausgleichlader 4A). Somit konnte ich auf Ladeschlussspannung aufladen. Die Altererungserscheinungen scheinen sich im Winter zu verlangsamen.

Eine vorteilhafte Option für den Winterbetrieb ist natürlich eine Batterieheizung. Dazu habe ich mir eine Matrix aus Widerständen gleichmäßig verteilt auf Pertinax gebaut. Das hat den Vorteil, daß die gesamte Fläche gleichmäßig geheizt wird und die Heizleistung beliebig gewählt werden kann. Kosten fast nichts. Jederzeit reparabel und änderbar. Jede Batterieheizung wurde mit 12 V pro Block betrieben. Man kann alle 3 Heizungen in Reihe schalten, um bei einem Ausfall alle Batterien gleichmäßig auf Temperatur zu bringen. Eine ungleichmäßige Temperatur der Blöcke würde fatale Folgen haben. Durch Zuschalten konnte ich beim Laden heizen. Wenn die Akkus voll waren, heizte ich mit dem Strom meiner Solartankstelle. Die Akkus wurden natürlich mit Styropor isoliert. Dadurch wurden bis zu 20° über Außentemperatur erreicht.

Natürlich wurde die Batterietemperatur mit Messfühler angezeigt. Ich denke, dass eine Batterieheizung der Säureschichtung entgegenwirkt, da ja von unten geheizt wird und aufsteigende schwere Säure durch Erwärmung und anschließende Durchmischung nach oben steigt. Deshalb habe ich auch an kühlen Sommertagen gelegentlich geheizt, um der Säureschichtung vorzubeugen.

Zur Zeit fahre ich einen Versuch mit 12 kleinen Vließakkus aus einer USV-Anlage, die nun schon 15.000 km im Fahrzeug sind. Das Problem war anfangs das gleichmäßige Verhalten beim Laden und Entladen mit hohen Strömen. Die Lade- und Entladespannungen liefen stark auseinander, was sich aber mit der Zeit dann durch Ausgleichsladungen allmählich ausglich. Vließtechnologie hat mich aber angenehm überrascht. Sehr langlebig und zuverlässig. Und zudem sehr niederohmig.

Weitere Projekte:

- Hybridantrieb mit Inverterstromerzeuger
- Solartankstelle 36 V mit Netzeinspeisung

Jürgen Plowa, (bekannt in den elweb Foren als „Jürgen aus Finsterwalde“),

30.000 km mit Messmer Blei Akkus

Ennos Batterieerfahrungen können am besten im Batterieforum des ElWeb (www.elweb.info oder www.solarmobil.net) nachgelesen werden. Hier einige wesentliche Auszüge:

Autor: Enno - Datum: 23.08.2004
Nun hat eine Zelle meiner Messmer Batterien aufgegeben. Nach über 6 Jahren und fast 30000 km City el Betrieb mit 36 Volt hat eine Batterie ihre Lebenslaufleistung erreicht. Eine Zelle ist defekt. Das ist zwar kein NC Akku Ergebnis, aber die

sonst so erreichten Laufleistungen von Blei Batt. habe ich doch wohl bei weitem überholt. Die anderen zwei Batterien halten noch durch. Hat jemand hier aus dem Forum noch was Batt.-taugliches als Zwischenlösung rumstehen? Sonst werde ich provisorisch mit einem Billig-Starterakku als dritte Batterie fahren (ich weiß, das ist Müll und nicht DIE Lösung), da im Herbst evtl. die Möglichkeit besteht einen neuen Satz Messmer Batterien zu bekommen. Für mich wäre das immer noch die beste Batterie. In der Hoffnung auf noch bessere Batterieentwicklungen die auch wirklich funktionierenund bezahlbar sind. Enno

Autor: Roland - Datum: 24.08.2004
Gratuliere zu den 30.000 km. Guter Wert, und immerhin sind 2 der 3 Blöcke ja noch tauglich. Vor Jahren hatte ich auch Messmer Batterien mitgebracht, als ich zum DGS Solarforum in Freiburg war und dann anschließend Herrn Messmer aufgesucht hatte. Leider hatte ich die Akkus weitergegeben an einen Vereinskameraden in Erlangen.
Lass uns mal nachrechnen: Für rund 700 Euro - das sind in etwa die Kosten für Akkus und Wasser - sind rund 30.000 km erreicht. Das ergibt dann rund 2,3 C pro km. Dazu kommen noch die Stromkosten (geschätzt 8 kWh auf 100 km und 20 C pro kWh) von 1,6 Cent pro km.
Gesamtkosten für Akkus, Wasser und Energie: 3,9 C pro km. Ich denke, das ist für ein E-Auto wie den CityEl und die sogenannte "kleine Mobilität" ganz ok.

Autor: Enno - Datum: 25.08.2004
Vielen Dank für Deine Gratulation und die Berechnung. Ich bin auf ca.3,5 Cent/km gekommen. Sehe ich auch so, daß das ein guter Wert ist. Zudem ist das der Beweis, daß man auch mit den "guten alten Bleibatt." respektable Ergebnisse erzielen kann, wenn die Qualität und das Handling stimmt.

Autor: Karl - Datum: 23.08.2004
Auch wenn du es vermutlich schon hundert Mal geschrieben hast, beschreibe doch bitte noch mal kurz deine Ladetechnik, und dein "Entladeverhalten" also deine Fahrgewohnheiten. Wichtig wäre auch die Wassernachfüllpraxis!
Im El hast du wohl ca. 2000 kWh durch die Batterien gejagt?

Autor: Enno - Datum: 24.08.2004
Nach Deinen Beiträgen zu schätzen, bist Du gut in der Materie drin. Anfangs habe ich mit einem reinen W-Lader (Eigenbau) geladen. Dann mit einem Zivan K2 und dann bis jetzt mit einem Zivan NG3.

Laden
Anfangsladung immer mit 30 - 60 Ampere bis 43 Volt. Dann U-Phase bis 3 A. Dann Gasungsphase mit 3 A über ca. 1-3 Std. Mit dem W-Lader natürlich manuell. Bei den HF Ladern mit eingestellter Ladekurve.

Wasser
Wasserverbrauch bei allen 3 Batterien zusammen pro 1000 km so ca. 3-4 Liter dest. Wasser. Schlecht zu schätzen aber Kontrolle ca.alle 2 Monate.

Fahrstrecken und Verhalten
Ich bin natürlich überwiegend hier im Flachland unterwegs. Stromspitzen versuche ich zu vermeiden. In der Stadt muß ich aber auch einigermaßen alltagstauglich mitschwimmen. Also bei meinen 36 Volt und noch dem Thrige Titan Motor 35-60 A und beim Anfahren bis 120 A.
Bewegungsprofil: regelmäßig, mehrmals pro Woche Strecken zwischen 4 und 30 km. Ab und zu Langstrecken von 150 bis 300 km pro Tag (z.B. 2003 Anfahrt TdR und Deutschlandfahrt. Ich denke das real gefahrene Ergenis gibt mir recht.

Autor: Enno - Datum: 25.08.2004
Schon `ne tolle Sache. Infoaustausch von Norddeutschland nach Österreich glaube ich? Egal, auf jeden Fall ist Herr Messmer von mir aus schon weit weg. Ich war dort nämlich auch. Nun zu Deinen Fragen (kursiv gedruckt):

Hast Du eine Batterieheizung im Einsatz oder die Batterien nur gut eingepackt ?
Geheizt habe ich die Batt. nur im Winter mit einem 400 / 800 Watt Heizlüfter. Zu den Batterietrog-Seiten hin habe ich noch 3mm alukaschiertes Styropor zwischenbekommen. Die mittlere Batterie hat zum Motor hin (Schutz vor dem kalten Wind des Motorlüfterrads) eine 10mm alukaschierte Styroporplatte stehen (mit einem zusätzlichen Hartschaumteil wird dabei zugleich eine Beschädigung der Batt. bei einfederndem Motor vermieden). Die Temperatur der Batt. kontrolliere ich immer über ein eingebautes Fernthermometer. Wie bei allen Bleibatt. ist Wärme immer besser.

Was mich noch interessieren würde: Haben die Messmer-Batterien eine Ähnlichkeit mit Panzer-(Röhrchen)-Platten oder sind die ganz anders aufgebaut ?
Die Batterieplatten sind so eine Art Gitterpanzerplatten und werden auf das Gramm genau pastiert. Es sind keine Röhrchen, aber die Voltcharakteristik unter Last ist ähnlich, daher weicher. Das war für mich nie ein Problem.
Die Spannbänder (ich war einmal im Jahr 2002 persönlich bei Herrn Messmer) haben mich besonders beeindruckt. Die Spannbänder mit dem Korsett sind ganz wichtig, um den inneren Druck der Batt. zu halten. Da gab es wohl Leute, die daran rumgeschraubt haben - FEHLER. Ich habe das Korsett immer mal kontrolliert und es eher noch fester gezogen über die Jahre.

Autor: andre - Datum: 25.08.2004
hallo zusammen, ich hatte vor einem knappen jahr 3-4 jahre alte messmers, die bis dahin in einem anderen e-mobil gefahren wurden, ins el eingebaut. die akkus funktionieren nach wie vor allerbestens. ich hab eine batterieheizung eingebaut (30 grad), lade mit 3 ivt einzellladern, die auf 35grad eingestellt sind, und mit 40 ampere schnellladegerät einmal pro woche. frage an enno: hast du mit herrn messmer wegen einer kleinserienfertigung schon was klar gemacht? ich würde sofort einen satz für mich und einen für einen kollegen nehmen. von mir aus sind es nur 180km bis zu herrn messmer.

Autor: Enno - Datum: 26.08.2004
Nochmal zu Deiner Frage wegen meiner Fahrstrecken: nicht ostfriesische Tiefebene, sondern das Gebiet nord-östlich von Bremen. Hier ist es schon überwiegend flach, aber ich kann nicht Montags sehen wer Donnerstag zu Besuch kommt - wie man in Friesland so sagt. Hier wechseln sich Marsch,Geest und Moor ab. Ab und zu ist es leicht hügelig mit ca. 25 Höhenmetern und 2-6% Steigung. Deine Kernaussage ist aber natürlich richtig. Richtige Berge und Steigungen gibt es hier nicht und die gehen auch gut auf die Reichweite.

Autor: Enno - Datum: 26.08.2004
wenn ich die Batt. so bis ca. 55 km gefahren habe, ist dies immer ohne die hohen Stronspitzen geschehen. D.h. ein An-

fahren mit ca. 70 Ampere war noch drin. Dann war ich bei einer Lastspannung von um die 30 Volt. Die Temperatur der Batt. spielte da natürlich eine große Rolle. Meistens habe ich die Batt. nur auf der Langstrecke so runtergefahren und da waren die dann gut warm. Noch im Juni diesen Jahres habe ich 50 km geschafft.
Viele Grüße, Enno

NiCd Akkus von Saft, Erfahrungen von Jürgen Fleischmann

SAXO und SAFT
Meine erste Bekanntschaft mit NiCd Akkus machte ich durch meinen 6 Jahre alten Mikrocar. Es waren 8 Stk. STM 140 von Saft eingebaut. Ein Block hat 6V und 140 Ah bei C5, somit waren ca. 6,8 kWh gespeichert. Das Mikrocar erreichte bei moderater Fahrweise (max. 70 km/h) 80 km Reichweite, was alles übertraf, was ich vorher gefahren hatte.

Leider stellte sich schnell heraus, dass ich Akkus dabei hatte, die aus einer schlechten Serie kamen, daher musste ich nach 6 Monaten 4 Blöcke wechseln. Durch den Einbau einer Einzelakkuüberwachung konnte ich 2 weitere schwache Blöcke noch ca. 7.000 km erhalten, bevor ich nochmals 2 Blöcke wechseln musste.

Meine Enttäuschung war groß, ich dachte mit der NiCd Technik wären Akkuprobleme Vergangenheit. Insgesamt fuhr ich ca. 20.000 km auf das Fahrzeug.

Durch ein Angebot im Internet für einen Citroen Saxo electrique, welchem ich nicht widerstehen konnte, verkaufte ich vor 2 Jahren das Mikrocar. Nach meinem Wissen läuft es allerdings heute noch ohne Probleme.

Die Akkus im Saxo waren nach den gefahrenen Kilometern (20 km) nagelneu, aber allerdings schon ein Jahr alt. Durch die Erfahrungen vorher war mir trotz des guten Preises etwas mulmig, kostet doch ein Satz Akkus für den Saxo ca. 8.000 €.

Nach dem ersten Laden waren etwa 40 km Reichweite möglich, für mich etwas enttäuschend, allerdings wurde ich bald von Elektrofreunden beruhigt mit dem Satz:

Immer schön leerfahren und in einem Zug wieder aufladen, dann kommen die schon.

Danke nochmals an alle, die mich hier am Anfang unterstützt haben.

Mittlerweile sind die Akkus 3 Jahre alt haben 30.000 km runter und ich konnte heuer meinen Reichweitenrekord auf 146 km erhöhen. Außer Aufladen und Wasser nachfüllen habe ich an dem Saxo noch keinen Finger krumm gemacht, was Reparatur und Wartung angeht. Das macht jetzt richtig Spaß damit zu fahren. Es sind 20 Blöcke mit 6V 100 Ah wassergekühlt !! verbaut. Das verbaut kann man wörtlich nehmen, da man an die Akkus ohne größeren Aufwand nicht rankommt. Mit den gespeicherten 12 kWh komme ich im Normalfall mindestens 80 km weit, auch im Winter mit Licht und Winterreifen ect.

Der LAMBO mit alten SAFT NiCd
Vor einem Jahr kaufte sich ein guter Freund von mir einen in Österreich aufgebauten Kit Car Lamborghini mit 2 Asynchronmotoren von je 12 kW Nennleistung. Der Lambo war ca. 2 Jahre gestanden und nur ab und zu aufgeladen worden.

28 von den 30 verbauten STM 140 sind Baujahr 1994, 2 Stk. waren Baujahr 1995. Es stellte sich bei den ersten Versuchen heraus, dass die 1995 er Akkus defekt waren. Nun kaufte er gebrauchte Akkus aus einem Mikrocar von 1993, und siehe da, die hatten noch 140 Ah zu bieten. Durch den eingebauten Brusa Amperestunden Zähler konnten wir bei den ersten Tests schnell erkennen, wie gut die Akkus sind. Innerhalb von 2 Wochen konnten wir die 140 Ah aus den 10 Jahre alten Akkus ziehen !!! Dies ergab eine Reichweite von ca. 160 km.

Leider blieb der Lambo dann wegen Getriebeschaden ca. 3 Monate wieder stehen, sind halt keine Teile von der Stange verbaut, deshalb dauerte es etwas.

Nachdem neue Getriebe eingebaut waren, ging es wieder von vorne los, ich bewundere hier meinen Freund, der sehr akribisch alles notierte (Kilometer, Zählerstand vom Brusa, Außentemperatur...). Nachdem noch einige Reparaturen an Bremsen, Türen gemacht waren, konnte man deutlich eine Steigerung der Reichweite beobachten. Im Sommer war der Rekord mit ca. 100 km/h auf der Autobahn 240 km Reichweite. Hier entnahm mein Freund den Akkus 150 Ah !!

Man darf aber nicht vergessen, dass dies erst durch einen Neuabgleich des Drehstrom Ladegerätes möglich war. Hier gilt die Regel, mit vollem Strom bis zur Ladeschlussspannung und dann mit C/20 die gleiche Zeit nachladen. Mittlerweile hat mein Freund auch schon 10.000 km auf den Lambo gefahren und die Akkus sind topp in Schuss, teilweise sind die ja schon 11 Jahre alt. Die Spitzengeschwindigkeit von 160 km/h nutzt er eigentlich nie aus, außer ein Porsche ärgert ihn ☺

Fazit:
NiCd Akkus mögen es, immer leer gefahren zu werden. Das Laden ist nicht kompliziert, aber sollte nach den Vorgaben gemacht werden, dann sind sie einem lange treu.

Ich möchte keine Bleiakkus mehr fahren, darum habe ich mir für meinen El jetzt auch NiCd von Varta mit 40 Ah gekauft. Leider konnte ich bisher noch keine Tests machen.

Erfahrungen mit NiCd Akkus im AX electrique

von Wolfgang Keppler, Elektromeister, 60354 Hürth
Ich bin der dritte Besitzer meines jetzigen Citroen AX Baujahr 12/96. Der erste Besitzer, ein Bauunternehmer in Darmstadt, ist ca. 50.000 km gefahren und hat alle vorgeschriebenen Wartungen gemacht. Dazu gehört das Wassernachfüllen nach der Betriebsanzeige inklusive vorheriger Wartungsladung.

Der zweite Besitzer war ein Energieberater in Hürth, der rund 25.000 km gefahren ist. Danach, also nach rund 75.000 km, habe ich den Wagen übernommen. Nach eigenen Wartungsarbeiten bei rund 90.000 km habe ich wohl versehentlich die Sicherung des Fahrakkus nicht eingelegt,
aber schon das Ladegerät ans Netz angeschlossen.

Seitdem ist das Ladegerät defekt. Ich lade seit dieser Zeit mit einem externen Zivan Ladegerät mit rund 12 A (statt der üblichen 20 bis 22 A vom internen Ladegerät) und ohne die sonst laufende Batteriekühlung. Der Wasserverbrauch ist spürbar gesunken. Bis heute sind die Akkus 120.000 km gelaufen.

Seit Stand 115.000 km hat die Batteriekapazität etwa um 25% nachgelassen. Statt bisher ca. 80 km Reichweite schaffe ich nur noch rund 60 km. Ansonsten ist das Fahrverhalten gleich geblieben.

LITHIUM-ION CELLS - unser erstes Jahr

Alan & Honor Ward 18 April 2004, (Battery Vehicle Society UK), http://www.users.zetnet.co.uk/bhampton/

Bisher sind wir sehr zufrieden mit der Straßentauglichkeit unserer Lithium-Ionen Zellen von ThunderSky, China. Unserer alter Enfield mit dem Spitznamen SugarLump hat jetzt dreifache Reichweite und die max. Geschwindigkeit bei Steigungen ist auch besser.

Das Wort „Reichweite“ mag mißverständlich sein. Für uns hat die Reichweite von 26 Meilen mit Blei-Säure Monoblocks auf 80 Meilen mit Lithium-Ionen Zellen zugenommen. Aber selbst diese eigenen Reichweitenangaben sind nicht direkt vergleichbar, wie wir später erläutern werden. Und verglichen mit anderen Elektromobil Fahrern würden wir mehrere Unterschiede sehen: Wir sind Rentner und wir beide fahren sehr ruhig, unsere täglichen Fahrten unterscheiden sich sehr, aber wir entladen die Zellen selten mehr als zur Hälfte, und wir nehmen uns viel Zeit zur Kontrolle der 22 Lithium Zellen während der Fahrt und während der Ladung.

Der Enfield hat keine Schaltung oder Kupplung. Er ist langsam, vor allem bei Steigungen. Mit Blei-Säure Batterien hat er 1020 kg gewogen. Die Li-Ion Zellen haben ihn eine viertel Tonne leichter gemacht, so daß wir die Federung anpassen mußten. Wir reduzierten den Reifendruck in den kleinen 10-inch Rädern von 40 auf 35 psi, was das Fahren auf den schlechten Landstraßen angenehmer macht.

Die Fahrakkus im Größenvergleich: links Blei, rechts Lithium

Da mittlerweile Batterie Mangament System erhältlich sind, würden wir die Verwendung für Lithium Ionen Zellen sehr empfehlen. Wir hatten im Februar 2003 so etwas nicht, da es nicht erhältlich war. So haben wir beim schrittweisen Übergang vor mehr als einem Jahr von Blei-Säure auf Li-Ion Extra-Voltmeter für jede Lithium Zelle installiert und diese häufig während der Fahrten und der Ladung kontrolliert. In der Folge ersetzten wir mehr und mehr Blei-Säure Monoblöcke durch Li-Ionen Zellen, was wiederum mehr Messgeräte und Aufzeichnungen erforderte.

Das Hauptergebnis ist: durch unsere moderate Nutzung sind die “alten” Li-Zellen nach 13 Monaten und 3200 steigungsreichen Meilen sehr gleichmäßig im Verhalten, verglichen mit den neuen Zellen. Währen der Fahrten zeigen die alten und die neuen Zellen die selben Spannungsabfälle bei steigenden Strömen. Bei der Ladung haben alle diesen unglaublichen 100% Ah Wirkungsgrad, und es ist leicht, sie alle sehr gleichmäßig zu halten. In einer fernen Zukunft aber erwarten wir ein früheres Altern einiger Zellen, und dann wird das Fehlen eines Batterie Mangagement Systems lästig und die manuelle Behandlung einzelner Zellen ermüdend werden.

Als wir die Li-Ionen Batterien im Februar 2003 kauften, wußten wir nicht, was wir von ihnen im täglichen Betrieb auf der Strasse erwarten konnten. Wir sind recht zufrieden damit, dass sie kaum einen Abfall der Kapazität in dieser Zeit zeigten. Unsere Batteriemessungen sind nicht präzise genug, um diese geringen Kpazitätsrückgänge quantifizieren zu können. Wir sind sehr erfreut über die sorgfältigen und detaillierten Messungen von Dennis Doerffel an seinen Lithium Zellen und über die Aufzeichnungen einiger andere Mitglieder der Battery Vehicle Society mit Hilfe ihrer Batterie Management Systeme. Die Ergebnisse sind von großem Interesse und Bedeutung für viele von uns.

Mittlerweile haben wir viele relevatene Messdaten und wir werden unsere Schlussfolgerungen für die interessierten BVS Mitglieder erweitern können. Generell denken wir aufgrund unserer „Straßen“-Erfahrungen des ersten Jahres, dass Li-Polymer Zellen die Zukunft für viele Elektrofahrzeuge sein werden. Und mit der rapiden technischen Entwicklung besserer Li-Ionen Technologie werden reine „Batterie-Fahrzeuge“ die Notwendigkeit für komplizierte Hybrids ersetzen.

Zusammenfassung unserer “Straßen-Erfahrung” mit 200 Ah Li-Ionen Zellen:

Wir haben nach und nach die zwölf 6V 175 Ah Oldham 3KQ11 Röhrchenzellen-Monoblocks (Blei) durch 22 Li-Ionen Zellen von ThunderSky, China von 200 Ah ersetzt. Dies ergibt eine mittlere Spannung von 75 V in unserer moderat hügeligen Landschaft, variiert aber ziemlich stark von 90 bis 60 V. Wir haben detaillierte Messungen der 3KQ11 Blei-Säure Monoblöcke seit 1996, und im September 2003 berichteten wir über die durchschnittliche Lebensdauer der Monoblöcke von 6.900 Meilen und 30 Monaten.

Bis jetzt kann niemand die Lebensdauer der Li-Ionen Zellen auf der Strasse angeben. Was wir bisher sagen können, ist, dass nach 3200 Meilen und 13 Monaten wir keine Unterschiede zwischen den alten und den neuen Zellen feststellen können.

Es gilt im großen und ganzen: Li-Ionen Zellen haben rund ein viertel des Gewichts und ein drittel des Volumens von vergleichbaren Blei-Säure Akkus. Die Temperatur spielt eine viel größere Rolle für Li-Ionen. Die jetzt erhältlichen Zellen müssen über 25 Grad C gehalten werden, um gut zu arbeiten. Da sie voll geschlossen und versiegelt und so leicht sind, kann man sie überall im Fahrzeug gut unterbringen. Ein Batteriemanagementsystem oder ähnliches is nötig, um die einzelnen Zellen über 2,7 Volt zu halten während der Fahrt und unter 4,2 Volt bei der Ladung. Wir freuen uns, dass unsere alte Curtis

Pulsweitensteuerung im Enfield so gut mit den Lithium Zellen zusammen arbeitet. Es ist ein einfaches Modell ohne Rekuperation.

Niemand weiß bisher das beste Ladeverfahren für eine lange Lebensdauer. Wir sind sehr erstaunt, dass der für die Blei Akkus gekaufte Zivan Lader so zufriedenstellend mit den Lithium Akkus zusammen arbeitet. Die Zeit wird zeigen, welche Lebensdauer wir erreichen und ob gelegentliches Entladen etwas nützen könnte.

Unser Enfield hat kein Schaltgetriebe und braucht bergauf große Ströme. Wir haben uns entschlossen, unter C1, also 200 A, zu bleiben. Das bedeutet langsames Bergauffahren, um diesen Strom nicht zu überschreiten. Die Zellen sind immer in Serie geschaltet, sowohl beim Fahren als auch beim Laden. Die Zellen könnten höhere Ströme sowohl beim Fahren als auch beim Laden vertragen. Niemand kann bisher angeben, wie diese sich auf die Lebensdauer auswirken würden.

Unsere Coulomb (Energie-)Messgerät ist nicht sehr zuverlässig, so haben wir vier große analoge Messgeräte zur Überwachung installiert: Je ein Amperemeter für Batterie- und für Motorstrom und zwei Voltmeter, je eines für Batterie- und für Motospannung. Außerdem haben wir 12 kleinere Voltmeter mit Umschaltern für die 22 Einzelzellen und 2 digitale Thermometer für Zellentemperatur sowie ein Tapley-Meter für die Steigung.

Bei den Lithium Zellen schwankt die Spannung viel mehr als bei den Blei-Säure Akkus, und zwar zwischen 4,2 und 2,7 Volt pro Zelle, abhängig vom Strom und der Temperatur. Dies macht generelle Angaben schwierig.

Einige typische Werte bei 25 Grad C Zellentemperatur sind:

Ebene Strecke, rund 30 mph, windstill, bald nach der Ladung:
Batterie: 61 A und 79 V - Motor: 96 A und 49 V

Normale Fahrt im sicheren Bereich
Batterie: 74 A und 65 V - Motor 90 A und 52 V

Bergauf ca. 5%, max. ca. 32 mph, bald nach einer Ladung:
Batterie: 150 A und 61 V - Motor 150 A und 59 V

Bergauf ca. 15% mit 14 mph, max. Batteriestrom 200 A
Batterie: 200 A und 69 V - Motor: 280 A und 49 V

Dazu sind einige Kommentare nötig. Unsere Fahrten sind sehr unterschiedlich hinsichtlich Steigung, Geschwindigkeit, Länge, Winter oder Sommer, Regen oder Wind. Alle vier Hauptinstrumente schwanken beträchtlich während der Fahrt, so dass es nicht leicht ist, die Daten zu notieren. Die hohe Leistung von etwa 5 kW bei nur 30 mph auf ebener Strecke ist wohl durch die „rechteckige Form“ bedingt (daher der Spitzname „SugarLump“) und dem Fehlen eines Schaltgetriebes.

Wenn wir zusammen fahren, messen wir auch die einzelnen Zellenspannungen bei der Fahrt auf einer wenig befahrenen Steigungsstrecke und versuchen dabei, den Gesamtbatteriestrom bei 200 A zu halten. Wir sind zufrieden mit den 13 Monate alten Zellen nach rund 240 Entlade-/Ladezyklen: sie zeigen die gleichen Spannungseinbrüche wie die neuen Zellen.

Wir haben Batterieheizungen unter den Zellen eingebaut und benutzen diese im Winter. Ohne Heizung haben wir viel höhere Innenwiderstände und Spannungseinbrüche bei niedrigen Temperaturen gemessen. Wir messen ebenfalls die vom Netz aufgenomme Energie des Zivan Ladegerätes. Bei unseren normalen langsamen Bergfahrten haben wir durchschnittlich 305 Wh pro Meile für die Ladung gebraucht. Die Heizenergie für die Batterieheizung ist darin nicht enthalten.

Erste Erfahrungen mit Li-Mangan Zellen

aus den Elweb-Foren, Georg Schumacher

Wir haben die (chinesischen) Zellen schon getestet und die Erfahrungen sind bisher sehr gut. Allerdings sind bisher für den Traktionsbereich nur die kleinen Zellen bis 20Ah zugelassen (UL Test) und lieferbar. Im Frühjahr 2005 bekommen wir die ersten 60 Ah Zellen. Die 100er und 200er sollen im Sommer 2005 kommen. Dazu brauchts noch das Batteriemanagement, was auch lieferbar ist.

Der Vorteil der Zellen beruht auf der Li-Mangan-Technologie, die sehr gleichmäßige Zellen ergibt. Das vereinfacht das BMS und die Ladetechnologie.

Bei Temperaturen unter 0°C geht die Spannungslage etwa 10% nach unten und damit auch die Kapazität, aber lange nicht so doll wie bei den ThunderSky.

Die Zellen, die City Com einsetzt, sind wohl nicht wintertauglich, oder ich muß sie ständig auf 20°C halten, was im E-Mobil wenig praktikabel ist.

Den Test der Zyklenfestigkeit konnten wir noch nicht machen, weil dazu die Zeit zu kurz war. Die Gleichmäßigkeit der Zellen läßt aber auf eine hohe Produktionsqualität schließen.

Demnächst gibts die Ergebnisse und die Zellen auf unserer homepage: www.solar-mobil.de

Test verschiedener Li-Akkus in Fahrrädern

Redaktioneller Hinweis: Es gibt einen Test kleinerer Li-Akkus verschiedener Hersteller in Elektrofahrrädern durch Extraenergy (Hannes Neupert). Getestet wird u.a. in E-Fahrrädern der Post. Sie auch im Internet unter www.extraenergy.org

Lithium-Ionen Batterien für Elektromobile

von Dennis Dörffel, Southampton, England

Die Lithium-Ionen Technologie wird bereits mit sehr großem Erfolg in Mobilfunktelefonen und Laptop Computern eingesetzt. Mit Bleiakkumulatoren wären diese Anwendungen undenkbar gewesen, NiCd wurde kaum verwendet und NiMH inzwischen auch nur noch sehr selten.

Für die Lithium-Ionen Technologie sprechen mehrere Vorteile:

- Etwa 4x bessere spezifische Energie (Energie pro Gewichtseinheit)
- Etwa 2x besser Energiedichte (Energie pro Volumeneinheit)
- Kein Memory-Effekt (muss nicht regelmäßig vollständig entladen werden)
- Niedrige Selbstentladeraten
- Lagerung in beliebigem Ladezustand möglich (muss nicht immer voll geladen werden)
- Kein Einfrieren, kein Gasen und vollständige Wartungsfreiheit
- Hoher energetischer Wirkungsgrad
- 100% coulombscher Wirkungsgrad (100Ah rein -> 100Ah raus), daher einfache Ladezustandsbestimmung
- Kein Peukert Effekt (die entnehmbare Kapazität ist nicht zwangsläufig von der Entladestromstärke abhängig) und regelmäßige vollständige Entladungen sind möglich
- Leistung ist ebenfalls vorhanden: Kontinuierliche Entladungen mit dem 8-fachen der Nennkapazität (8C) und Spitzenströme von 23°C sind je nach Bauart derzeit möglich

Die Zyklenlebensdauer liegt zwischen 500 und 2.000 Vollzyklen. Die Lebensdauer ist stark temperatur- und bauartabhängig und reicht von nur einem Jahr bis hin zu 15 Jahren. Die zulässige Umgebungstemperatur liegt für viele Typen zwischen -20°C ... +60°C (Entladung) und zwischen 0°C ... 45°C (Ladung). Einige Zellen erlauben jedoch auch -45°C ... +75°C (Herstellerangaben).

Der wesentliche Nachteil ergibt sich aus einem der oben genannten Vorteile: Der 100% coulombsche Wirkungsgrad resultiert daher, dass die Zellen keine nennenswerten Nebenreaktionen aufweisen. Bleiakkus z.B. beginnen am Ende der Ladung entweder mit einer Gasungsreaktion oder – bei Valve Regulated Lead Acid (VRLA) Zellen – mit der internen Sauerstoffrekombination. Diese Reaktion verbraucht überschüssige Ladungsenergien ohne die Zellen zu schädigen – vorausgesetzt, das Überladen erfolgt mit kleinen Strömen. Dank dieser Überladung ist es nicht erforderlich, eine 100% genaue Ladeendabschaltung einzusetzen: billige NiCd Lader oder auch Bleilader laden einfach kontinuierlich mit relativ kleinen Strömen, welche zu Beginn der Ladung in "Ladung" und zum Ende hin in Wärme umgesetzt werden. Weiterhin wird die gezielte Überladung eingesetzt, um Zellen in Reihenschaltung alle vollständig zu laden (Ladungsausgleich durch vorsichtiges Überladen).

Li-Ionen Akkus erlauben dieses nicht! Es ist somit eine Einzelzellen-Überwachung erforderlich, welche gezielt in den Ladeprozess und ggf. in den Entladeprozess eingreifen kann. Dieses Batterieschutzsystem ist unabdingbar und erhöht die Systemkosten. Die Selbstentladeraten der Li-Ionen Zellen sind sehr niedrig, können jedoch von Zelle zu Zelle innerhalb eines Packs unterschiedlich sein. Da keine gezielte Überladung möglich ist, führt dies mit der Zeit dazu, dass die Zellen unterschiedliche Ladezustände annehmen und die scheinbare Kapazität des Akkupacks stark nachlässt. Die Implementierung eines aktiven Ladungsausgleichers (Equaliser) wäre daher sinnvoll. Viele kennen dieses Problem von Laptop Computern, wo dies häufig nicht implementiert wird.

Ein Batterieschutzsystem mit Equaliser muss in der Regel Temperaturen, Spannungen und ggf. Ströme messen. Für ein optimales System müssen diese Informationen je nach Anwendungsfall unterschiedlich ausgewertet und in Aktionen umgesetzt werden, wie z.B. Ladeleistung steuern, Entladeleistung begrenzen, kühlen, heizen, Benutzer warnen, etc. Der hierfür eingesetzte Mikrocomputer wird damit nicht ausgelastet und kann somit noch andere Aufgaben wahrnehmen: Ladezustandsbestimmung, Benutzerinformation, Nutzungsdaten festhalten, Identifizierung, etc.

Genau gesehen wären diese Funktionen inklusive Einzelzellen-Überwachung und Equaliser auch für andere Batterietypen nicht nur nützlich, sondern eigentlich auch notwendig: Moderne VRLA Batterien oder auch NiMH können zwar überladen werden, jedoch ist die verzehrbare Leistung deutlich kleiner als bei Blei-Säure Akkus. Häufig werden einige Zellen entweder unnötig überladen und altern dank vermeidbarer Wärmeentwicklung und Korrosion, während andere Zellen nie ganz vollgeladen werden, was wiederum zu Sulfatierung (VRLA) oder Memoryeffekt (NiMH) führt. Da die Zellenspannung bei Li-Ionen mit 3,6V deutlich höher liegt als bei Akkus mit wässerigen Elektrolyten (VRLA, NiMH) müssen für die gleiche Systemspannung weniger Zellen überwacht werden; außerdem lassen sich Li-Ionen Zellen aus bestimmten Gründen einfacher equalisen. Somit wird der Hauptnachteil der Li-Ionen Technologie – das erforderliche Batterie Management System BMS – genau gesehen zu ihrem Vorteil.

Genau wie bei Mobiltelefonen und Laptopcomputern könnten Lithium-Ionen Akkumulatoren grundsätzlich die Wende für E-Mobile bedeuten: leichte Elektro-Fahrräder, handliche und leise Scooter mit super Beschleunigung und Reichweiten von mehr als 100 km, CityEl & Co mit super Beschleunigung und Reichweiten um die 200 km, größere E-Mobile mit Reichweiten um die 200 km und schließlich Serienhybridfahrzeuge mit allem, was der Pendler oder Hausmann/-frau braucht (siehe das Konzept auf www.soton.ac.uk/~dad1). Warum also werden sie noch nicht eingesetzt? Hier einige Gründe, die häufig genannt wurden:

1. Da war zu allererst das alte "die Katze beißt sich in den Schwanz" Problem: Es gibt zwar schon seit etwa 10 Jahren kleine Li-Ionen Zellen für die bereits erwähnten Mobiltelefone und Laptops, jedoch gab es lange Zeit keine großen Zellen. Ohne verfügbare Zellen entwickelt keiner Anwendungen und ohne Anwendungen entwickelt keiner große Zellen.
2. Seit geraumer Zeit gibt es auch größere Zellen. Problem ist, dass der Otto-Normalverbraucher (und nicht nur der) sie jedoch nicht kaufen konnte. Hersteller zeigten z.B. kein

großes Interesse, uns (Uni Southampton) Zellen zu verkaufen.

3. Das nächste Problem war der Preis: Ein Deutscher Hersteller bietet sehr leistungsfähige große Zellen an. Der Batteriesatz für einen CityEl wäre allerdings bei mindestens 10.000 Euro + Steuern! (100Ah, 36V) Das ist leicht nachvollziehbar, wenn man bedenkt, dass die Zellen handgefertigt werden. Man beachte, dass es in China ein stattliches (ich meinte staatliches) Testinstitut für Batterien gibt, welches mehrere Automaten für die Batterieherstellung hat, von denen der o.g. Hersteller nur träumen kann.
4. Seit 2002 bietet der chinesische Hersteller ThunderSky (www.thunder-sky.com) große Lithium-Ionen Zellen an. Sie wurden sogar an Privatpersonen verkauft – unkompliziert und günstig. Der Preis wurde auf deren Webpage veröffentlicht: 1 USD pro Ah. Das machte etwa 1.000 Euro für ein Batteriepack im CityEl! Problem: keiner weiß, ob die Zellen irgendetwas taugen, keiner kennt den Hersteller – wird er uns überhaupt Batterien schicken, nachdem wir das Geld gesendet haben - und die Transportkosten sind sehr hoch bei Abnahme kleiner Stückzahlen.

Auch das ist nun gelöst: Wir (Uni Southampton) haben trotz der Risiken im Jahre 2002 einen Satz mit 18 Zellen x 100Ah gekauft und per Luftfracht erhalten. Erste Tests haben wir im ISEA (www.isea.rwth-aachen.de) in Aachen durchgeführt. Die Ergebnisse sind auch auf www.soton.ac.uk/~dad1 veröffentlicht. Daraufhin zeigten etliche Mitglieder der BVS – englische Battery Vehicle Society (www.bvs.org.uk) Interesse an diesen Batterien. Wir luden zu einer kleinen "Konferenz" ein um die bisherigen Erfahrungen weiterzugeben und organisierten die erste Sammelbestellung. Dadurch reduzierten sich das Risiko und die Transportkosten erheblich für den Einzelnen.

Eintreffen der Sammelbestellung 2003

Hier eine Zusammenfassung dieser Sammelbestellung in 2003:

Mehr als 20 Personen kauften 406 Zellen mit 43.120 Ah für USD 55.000 (etwa 2.000 kg)! Die Zellen werden in den unterschiedlichsten Projekten eingesetzt: Steen Jensen (Dänemark, Vater des MiniEl) kaufte 18 x 100Ah Zellen, um mit einem CityEl den dänischen Geschwindigkeitsrekord (E-Mobil, Land) zu brechen; Cedric Lynch (England, Erfinder des Lynch Scheibenläufermotors) erwarb 14 x 100Ah Zellen für sein geschlossenes selbst gebautes Zweirad, welches etwa 300 km Reichweite hat; die Firma CityCom holte Zellen ab, um einen vorläufigen Prototyp damit auszustatten und wir entwickelten ein Pack mit Batteriemanagement (200Ah x 7 Zellen), welches für den Kinofilm "The White Diamond" ein elektrisches Luftschiff über den Urwald gleiten liess – nur um einige zu nennen. Weitere Zellen werden in Fahrrädern, Rollern, Rickshaws, Booten, Rasenmähern, Rasentrimmern, Solarmobilen, etc. eingesetzt.

Die bisherige Erfahrungen mit diesen Zellen sind überwiegend positiv. Leider treffen nicht alle oben genannten Vorteile auf die günstigen ThunderSky Zellen zu. Der wohl wesentlichste Nachteil ist die geringe Leistungsfähigkeit unterhalb von 15°C. Dieses Problem kann z.B. durch Batterieheizung oder einfach durch Isolation behoben werden. Anderseits sollten auch Temperaturen dauerhaft über 40°C möglichst vermieden werden, da dann die Alterung stark zunimmt. Insgesamt empfiehlt sich, das Batteriepack so groß wie möglich auszulegen, da dann die geringe Leistung am wenigsten ins Gewicht fällt. Ein CityEl sollte z.B. mit mindestens 10 bis 12 x 100Ah Zellen ausgestattet werden, besser noch wären 150Ah oder sogar 200Ah.

Die Lebensdauer der ThunderSky Zellen ist momentan noch wenig bekannt. Grundsätzlich halten Li-Ionen Zellen am längsten, wenn sie zwischen 10°C und 25°C und in einem Ladezustand zwischen 20% und 80% aufbewahrt werden. Hohe Temperaturen (über 40°C) und hohe Spannungen (über 4,2V) beschleunigen die Alterung.

Hier sind einige exemplarische Erfahrungen zusammengefasst:

- Die wohl positivsten Erfahrungen werden derzeit in einem Enfield (ähnlich Mini) gemacht. Die 22 x 200Ah Zellen ersetzten nach und nach (!) die alten Bleiakkumulatoren. Es werden etwa 250 kg Gewicht eingespart und die Reichweite liegt bei 130 km (Motor, Getriebe und Steuerung sind nicht sehr effizient bei diesem Fahrzeug). Der Entladestrom wird kleiner als 200A gehalten und die Zellen werden testweise ohne Equaliser benutzt. Obwohl die ersten Zellen etwa ein Jahr vor den letzten installiert wurden (zu Beginn wurden Li-Ionen in Reihe mit Bleiakkus betrieben) und obwohl die Zellen nicht equalised werden, sind noch keine Unterschiede zwischen den Zellen feststellbar und die Benutzer bemerkten bisher keine Alterungserscheinungen.
- Cedric Lynch setzt 14 x 100Ah Zellen in einem selbst gebauten gekapselten, aerodynamischen und leichtgewichtigen Zweirad ein. Er erzielt Reichweiten von bis zu 300 km ohne Zwischenladung. Die Maximalgeschwindigkeit liegt bei etwa 110 km/h. Das Fahrzeug hat jetzt etwa 15.000 km mit den Zellen zurückgelegt und es sind noch keine nennenswerten Alterungserscheinungen aufgetreten. Die Performance im Winter lässt nach, ist jedoch nicht schlechter als mit den Bleiakkus.

Jester Sportwagen (Kit Car), jetzt mit E-Antrieb und Lithium Akkus

- Ebenfalls positive Erfahrungen gibt es mit dem sportlichen Jester, siehe www.greenerenergy.com. Dieser kleine zweisitzige Roadster ist mit 100 x 100Ah Zellen ausgestattet. Es erzielt Reichweiten von bis zu 340 km und eine Spitzengeschwindigkeit von 115 km/h. Alterung: bisher nicht bemerkenswert – allerdings kostet dieses Batteriepack auch über 10.000 Euro.

Batterien im Jester

- Weitere positive Erfahrung gibt es mit einem kleinen Solarvan mit 30 x 200Ah Zellen. Siehe www.solarvan.co.uk
- Sowie mit mehreren Solar Rickshaws in Indien und England.
- Schlechtere Erfahrungen musste ich selbst machen. In 2002 versprach der Hersteller noch Entladeströme von 300A, sodass ich ein minimales Pack für ein Serienhybridkonzept einsetzte. Nun weiß ich, dass 18 x 100Ah Zellen (nur 60 kg!) für einen Ford Fiesta nicht ausreichend sind. Die Fahrleistungen sind bei vollen und warmen Batterien nicht schlecht; verschiedene Reporter und auch die Fa. CityCom waren sehr angetan. Nach etwas Alterung, bei Kälte und dann am Berg oder bei niedrigeren Ladezuständen sind dann die Leistungswerte jedoch deutlich ungenügend.
- Sehr schlechte Erfahrungen mussten wir mit der ersten Generation von 50 Ah Zellen machen. Ein Batteriepack mit 72 x 50Ah Zellen in einem Fiat Seicento mit Siemens Motor zeigt nach einem Jahr bereits so schlechte Leistungswerte, dass das Pack quasi nutzlos wurde. ThunderSky hat das Geld jedoch bei Neukauf von 65 x 90Ah Zellen anstandslos zurückerstattet und außerdem erklärt, dass die 50Ah Zellen nun einwandfrei seien.

Eine Übersicht vieler Li-Ionen Hersteller, Testdaten sowie Bilder und Daten einiger der oben genannten Fahrzeuge gibt es auf der CD zu unserer letzten Konferenz in Winchester. Die CD kann online bestellt werden auf www.reapsystems.co.uk

REAPsystems ist die von uns gegründete Firma. Wir organisieren u.a. die Sammelbestellungen, führen Konferenzen durch und bieten Beratung für Kunden an. Ein low-cost Battery Management System ist in Arbeit und wird Anfang 2005 erhältlich sein. Die diesjährige Sammelbestellung mehrerer EV-Enthusiasten beläuft sich wieder auf etwa 45.000 Euro. Auch nächstes Jahr soll wieder eine Konferenz mit dem Ziele des gegenseitigen Informationsausstausches durchgeführt werden. Bei Bedarf kann ein Seminar in Deutschland organisiert werden. Mehr Informationen gibt es auf unserer Webpage: www.reapsystems.co.uk. Wir haben auch ein Diskussionsforum zum Thema große Li-Ionen Batterien auf Yahoo eingerichtet: http://groups.yahoo.com/group/ThunderSky

„Temperaturverhalten der ThunderSky Akkus“

Zu diesem Thema haben wir sowohl CityCom als auch Dennis Dörfel direkt befragt, nachdem Anwender uns berichtet hatten, dass die Akkus im CityEl laut Vorschrift der Fa. CityCom auf rund 30 Grad C gehalten werden sollen. CityCom hat zu diesem Zweck eine Batterieheizung eingebaut. CityEls mit ThunderSky Lithium Akkus sollten daher bei Nichtgebrauch ständig an der Steckdose hängen, um die Akkus auf Temperatur zu halten.

Hier der Orginaltext der Anfrage:
Anfrage an CityCom AG, Karl Nestmeier und an Dennis Doerffel, Uni Southampton:

Hallo Karl, hallo Dennis,
CityCom schreibt bei Li Akkus von ThunderSky vor, dass sie ständig warm gehalten werden müssen.
Da ich wiederholt gefragt wurde, warum das so sein muss, frage ich also Dich: Warum?
Gruss, Roland, bsm

Hier die Antworten dazu:

Von: CITYCOM AG <cityel@t-online.de>

Die Li-Ionen Zellen von Thunder Sky können bei niedrigen Temperaturen nur mit geringen Strömen belastet werden (Hersteller Angabe). Das kann so weit gehen, daß bei ungeheizten Zellen und 10 Grad C Lufttemperatur das Fahrzeug beim Anfahren (120A) sofort in den Tiefentladeschutz von 2,6V/ Zelle fährt.

Nur bei ca. 35 Grad Zellentemperatur ist es möglich, sowohl beim Laden wie auch beim Entladen die volle Kapazität von ca 85 Ah bei C1 in die Zellen zu laden und hinterher auch wieder zu entnehmen.

Auch bei Lange Flugzeugbau, welche ebenfalls die Thunder Sky Zellen einsetzen, werden die Akkus auf Dauertemperatur gehalten, um die nötige Leistung entnehmen zu können. Hier wird sowohl geheizt, wie auch gekühlt (bei Übertemperatur).

Andere neue Zellentypen wie Zebra Batterien müssen z.B ständig trotz Vakuum Isolation mit ca. 120W dauerbeheizt werden !

Mit freundlichen Grüßen, Gerwin Eckel, Fa. CityCom AG

Und hier die Antwort von Dennis Doerffel mit der der ausdrücklichen Bitte um Veröffentlichung:

Ich weiss nicht, was City Com genau vorschreibt, aber mein Antwort ist folgende:

Die Reaktionsrate von Li-Ion Akkus ist viel hoeher als die von Blei-Akkus. Die Leistungsfaehigkeit der Li-Ion Akkus wird im Wesentlichen durch den Transport der Lithium Ionen begrenzt. Mit "Transport" kann dabei folgendes gemeint sein:

1.) Im Elektrolyten: Da die Zellenspannung bei ueber 3V liegt, kann der Elektrolyt nicht waessrig sein (wie bei z.B. NiCd, Blei oder NiMH) - Wasser wuerde sich zersetzen. Der Elektrolyt besteht in der Regel aus einer Mixtur aus organischen Loesungsmitteln mit einem lithiumhaltigen Salz. Diese organischen Elektrolyte habe viel niedrigere Leitfaehigkeiten als waessrige. Die Mixtur wird so gewaehlt, dass sie ein Optimum bildet zwischen Sicherheit, Leistungsfaehigkeit und Lebensdauer - das haengt jedoch stark von dem Einsatzzweck ab!

2.) Die Lithium Ionen muessen durch die poroese Elektrode wandern und dies verlaengert die Wege, die die Ionen im Elektrolyten zuruecklegen muessen. Dies wirkt sich besonders stark am Ende der Entladung und am Ende der Ladung aus, wenn die "leicht erreichbaren" Reaktionsorte bereits "belegt / ausgezehrt" sind. Die ThunderSky Elektroden sind besonders dick. Dies erhoeht die Kapazitaet (spezifische und -dichte) und macht den Produktionsprozess einfacher, verschlechtert jedoch die Leistung aus den o.d. Gruenden.

3.) Die Lithium Ionen muessen durch die Schutzfilmschichten auf den Elektroden transportiert werden. Diese Schutzfilme wachsen bei Alterung, der Transport durch diese Filme ist langsam und vermutlich stark temperaturabhaengig. Die TS Zellen sind sehr gross und ausserdem mit PP Gehaeuse, das fuehrt zu groesseren Stressbelastungen. Die Schutzfilme brechen auf und werden wieder repariert, sodass sie insgesamt wachsen - und zwar schneller, als z.B. bei Lithium Ionen Zellen von Saft. Dafuer kosten sie aber auch weniger als 1/10tel und man kann sie kaufen...

4.) Die Lithium Ionen muessen sich auch innerhalb der festen Partikel bewegen (interkalieren). Dies geschieht durch langsame Diffusion und es wird vermutet, dass dies die Hauptursache fuer die Leistungsbegrenzung in Li-Ion Zellen allgemein ist (da scheiden sich jedoch die Geister).

Alle Transportmechanismen sind stark temperaturabhaengig (bei hoeheren Temperaturen besser als bei niedrigen). Die ThunderSky Akkus sind so konstruiert, dass sie fuer reine E-Fahrzeuge mit grossen Reichweiten gut funktionieren - Leistung spielt also eine kleinere Rolle. Wer die Batterie so auslegt, dass er 200km Reichweite hat, wird also wenig Probleme mit mangelnder Leistung haben.

Ausserdem vermute ich, dass die TS Zellen nicht bis ins Letzte optimiert sind. Es handelt sich wohl eher um einen (guten) "Schuss ins Blaue", welcher - mit massiver Unterstuetzung der Chinesischen Regierung - die E-Mobile voranbringen soll (China plant, alle Busse bei der naechsten Olympiade elektrisch zu betreiben!). Die Technologie liesse sich dann spaeter noch optimieren.

Die Zellen funktionieren gut bei Raumtemperatur und hoeher. Unterhalb 15 degC nimmt die Leistungsfaehigkeit stark ab. Bei etwa 0 degC kann man nicht mehr als 0.5C erwarten und das auch nur, wenn man bis auf 2.5V pro vollgeladene (!) Zelle heruntergeht. Die Zellen sollten daher isoliert werden, sodass sie sich waehrend der Benutzung aufheizen koennen - eine Ueberhitzung ist eher unwahrscheinlich. Sollte man also die Zellen staendig auf 40 degC halten??? NEIN! Leider altern Lithium Ionen Zellen bei hoeheren Temperaturen auch schneller. Zwischen 30 degC und 40 degC nimmt die Leistungsfaehigkeit auch nur noch wenig zu. Man sollte vermeiden, die Zellen laengere Zeit ueber 40 degC zu lassen. Wenn also jemand den Luxus einer Zellenheizung und Kuehlung einbaut, so empfehle ich, die Zellen von 15 degC bis 25 degC zu waermen und bei 40degC zu kuehlen.

TS aendert jedoch seine Produkte so schnell, dass das, was ich "gestern" getestet und "heute" gesagt habe, schon "morgen" wieder veraltet ist ... Ich habe gerade eine weitere Bestellung abgeschickt - die Englischen Enthusiasten haben wieder etwa £30,000 investiert und ich habe mir einige neue Zellen mitbestellt - zum Testen. Schöne Grüße, Dennis

Konferenz über Thunder-Sky Li-Ion Akkus

von Dennis Dörfel, Bericht aus den Yahoo-Foren, Übersetzung durch Roland Reichel

Von: ThunderSky@yahoogroups.com

Thema: Li-Ion Konferenz am 28/8/2004

In Kurzform:

Es waren 34 Leute gekommen, die meisten aus Begeisterung, aber auch einige mit geschäftlichen Absichten mit Elektrofahrzeugen oder Li-Ionen Akkus. Dies waren weit mehr Leute als erwartet, und wir waren nahe dran, den Raum und die Möbel umräumen zu müssen.

9:00 – 10:00	ARRIVAL of participants - Welcome tea/coffee Display of vehicles, batteries and management systems
10:00 – 10:50	Performance of Lithium Ion Thunder Sky Cells under various conditions
11:10 – 12:00	Practical implementations depending on system requirements
12:00 – 13:30	LUNCH in nearby Pub
13:30 – 15:00	Working principles of Li-Ion cells. Aging mechanisms and treatment recommendations. Comparison with other chemistries
15:00	AFTERNOON TEA
15:30 – 16:15	Battery Management Systems
16:15 – 16:45	Practical experience with TS Li-Ion cells
16:45 – 17:15	Launch of bulk purchase 2004
17:15	END

Von den bisherigen Rückmeldungen habe ich den Eindruck, dass es ein nützliches Treffen war. Wir hatten etwas Zeit zwischen den Beiträgen vorgesehen, damit man Kontakte herstellen und miteinander reden konnte. Es schien aber so, dass man nie genug Pausen einplanen kann, denn die Redner überzogen immer wieder ihre Zeit und die

folgenden Diskussionen wollten nicht enden. Möglicherweise sollte man doch zwei Tage für so ein Treffen vorsehen.

Wir hatten vier ganz verschiedene Elektrofahrzeuge mit Li-Ionen Akkus ausgestattet, alle mit verschiedenen Batterie Managementsystemen. Bei gutem Wetter wurden die Fahrzeuge auf dem Universitätsgelände Probe gefahren. Aber - wie ich schon erwähnte - wir hätten mehr Zeit dafür haben müssen.

ThunderSky hat seine Produktpalette (wieder) erweitert, sie umfaßt jetzt Zellen für höhere Ströme und Zellen für größere Zyklenzahl (möglicherweise mit Edelstahl-Gehäuse). Zusätzlich geben sie an, die Gesamt-Performance verbessert zu haben. Yukka von Finn EV meinte, dass die Zellen besser geworden sind.

Ich bin kein Preisexperte, aber es scheint, dass neuerdings das technologische Wissen als "open source" behandelt wird, sehr zum Vorteil der Geschäftleute, die Preise aber sehr als Geheimnis betrachtet werden - nicht gerade zum Vorteil der Technologen. Man sollte dran arbeiten, und hier einen Mittelweg finden.

Ein Teil der Teilnehmer, Dennis ist der zweite von rechts

Immerhin sollten vom wissenschaftlichen Standpunkt aus Li-Ionen Batterien nach ThunderSky Design das Potential haben, billiger pro Wh (und möglicherweise auch pro W) als Blei-Säure Akkus zu werden, basierend auf Endverbraucherpreisen. Wer nach der Verfügbarkeit von Lithium fragt, bekommt die Antwort, dass „es mehr Lithium gibt als Blei!".

Keine Informationen zu Puls-Ladung - ThunderSky macht da ein Geheimnis draus. Ich denke, dass der Erfinder mit Victor und Yukka darüber gesprochen hat, wie man die Zellen sehr sehr langlebig machen kann, aber sie mußten ein Vertraulichkeits-Abkommen unterzeichnen.

Wir machen nicht so ein Geheimnis aus unseren Erkenntnissen und die Leute haben ihre Erfahrungen des letzten Jahres berichtet - mit konventioneller CC-CV Ladung. Die meisten sind bisher recht zufrieden mit den Zellen außer, die Zellen wurden mit zu klein gewählt (daher unzureichende Leistung). Die Zellen - Ungleichmßigkeiten sind gering. Einige der alten 50Ah Zellen waren recht schlecht und konnten leicht die Leistung des gesamten Packs ruinieren. ThunderSky weist auf Verbesserungen der Zellen hin (gibt es schon Erfahrungen in dieser Gruppe??).

Das wärs für heute. Mehr wird auf unserer Web-Seite folgen, sobald Linux das tut, was ich will. Wir werden einige CD machen für die Leute, die nicht kommen konnten und wir werden einige Bilder in dies Diskussionsforum stellen. Es wird auf jeden Fall eine weitere Sammelbestellung geben. Wir haben uns auf Anfang Oktober als Bestellezeit geeinigt. Informationen dazu auf unserer Internet Seite.

ThunderSky Lithium Akkus - Testsätze für CityEls und Batteriemanagement Entwicklung auch in Deutschland

TWIKE Batterien

von Barbara Wilms, TWIKE - Rosenthal

Bei der Auswahl der Batterien legt der Hersteller des TWIKE, die Firma FINE Mobile GmbH, vor allem Wert auf Zuverlässigkeit, Langlebigkeit, Sicherheit und nicht zuletzt auf eine einfache Handhabung. Ein weitere Anforderung ist, das Preis/Leistungs-Verhältnis zumindest beizubehalten und nach Möglichkeit sogar zu verbessern.

Im TWIKE wurden seit Serienbeginn ausschließlich NiCd-Akkus eingesetzt.

Konnten die ersten Typen je 2,8Ah zur Verfügung stellen, so liefern die aktuellen Serienakkus bereits 3,6Ah. Bestückt mit 3 Akkublöcken à 3,6Ah erreicht ein TWIKE schon heute bei verbrauchsoptimierter Fahrweise eine Reichweite knapp über 100 km. Idealerweise wird die vom Hersteller angegebene Zyklenzahl von 1.500 in einem Zeitraum von ca. 6 Jahren abgerufen. Nach dieser Zeit wurde bei den alten Batterietypen eine Einbusse bei der Zyklenzahl festgestellt. Jedoch sind auch heute noch vereinzelt Batterien aus dem Jahre 1995 im Einsatz.

TWIKE NiCd Akkus bieten zur Zeit den grossen Vorteil erprobter Verlässlichkeit zu einem vertretbaren Preis/Leistungs-Verhältnis.

Die FINE Mobile GmbH möchte jedoch zusätzlich eine dem individuellen Fahrverhalten angepasste Batterieausstattung anbieten um damit den Wünschen weiterer Zielgruppen gerecht zu werden. Als Stichworte hinsichtlich des individuellen Nutzerverhaltens seien hier sowohl „größere Reichweite" als auch die „nur gelegentliche Nutzung" erwähnt.

Anfang 2005 werden hierzu mehrere Testfahrzeuge mit NiMH- und auch zyklenoptimierten Blei-Akkus ausgerüstet. Laborversuche und erste Testfahrzeuge zeigen bereits vielversprechende Ergebnisse, wie schon in der SMM 54, S. 23, im Artikel über das POWERTWIKE berichtet wurde.

Mit NiMH werden Reichweiten von mehr als 130 km ermöglicht. Blei-Akkus können eine sinnvolle Batterieausstattung für Wenigfahrer sein.

Auch das Thema Lithium-Batterie ist für das TWIKE interessant. Hier gibt es jedoch noch deutlichen Entwicklungsbedarf, vor allem was Sicherheit und Handhabbarkeit betrifft. So wird es 2005 zunächst Laborversuche und interne Tests geben. Sobald eine den Endkunden befriedigende Lösung realisiert ist, wird das TWIKE auch mit Lithium-Akkus zu betreiben sein.

Zunächst werden 2005 jedoch NiMH-Akkus in einer ersten Vorserie für Reichweiten weit über 100 km sorgen, dies auch bei flotter Fahrweise.

Kontakt:

Feldgasse 6, 35119 Rosenthal,
Tel. 01805 – 463 463,
Internet: www.twike.de,
e-mail: info@twike.de

Batterien in E-Mobilen

nach ein Vortrag von Paul Schweizer, PASOL Ag, 4425 Titterten, Schweiz (www.pasol.ch)

Einer der erfahrensten Batterieexperten hinsichtlich Batterien in Leichtelektromobilen, Paul Schweizer, hat am 26. Juni 2003 einen Vortrag über „Batterien in E-Mobilen“ im Hilton in Basel gehalten. Paul Schweizer hat Erfahrungen mit SAFT NiCd Akkus, mit ZEBRA NaNiCl Akkus im Horlacher Sport I (Langstreckenrekord mit über 550 km, seinerzeit mit NaS Batterien), mit NiCd Zellen im Twike und mit Bleibatterien im REVA (2000-2003). Er hat für REVA Indien aktiv an der Entwicklung des Batterie Mangagement Systems mitgearbeitet.

Mit frndl. Genehmigung durch Paul Schweizer drucken wir hier einige seiner Vortragsfolien bzw. Kommentare und Texte daraus ab.

Batterien in E-Mobilen Horlacher sport I

Periode	Marke	Typ	Konfig.	Km/Satz	Grund für Ersatz
1991-92	Optima	Blei-Gel	12x 12V/44 Ah 6.3 kWh	12'000	
1992-93	ABB	NaS	2x 72V/140Ah 20 kWh	58'000	Rückruf durch ABB
1993-95	SAFT	NiCd	12 x 6V/140Ah 10 kWh	45'000	nur 450 Zyklen, verkauft 1999
1995-99	AEG-AB heute MES-DEA	NaNiCl ZEBRA	2x 142V/60Ah 17 kWh	70'000	Ausfall BSGs

Leicht Elektro Mobil Horlacher Sport, hier auf dem Solarmobil Cup Berlin

Der Autor schreibt dazu zu den einzelnen Batterietypen und seinen Erfahrungen im Horlacher Sport:

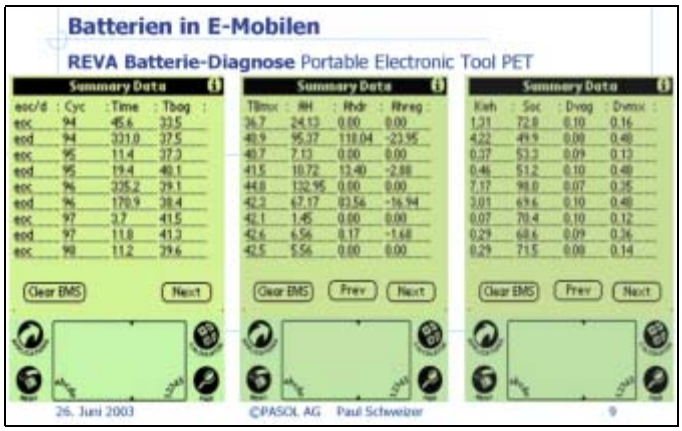
SAFT NiCD STM: Erhaltung der Kapazität:
- Memory Effekt vemeiden: regelmäßige Tiefentladungen
- Wasserrverlust ausgleichen gemäß Bedienungsanleitung
- im Winter Fahrzeug in Garage paarken (Abkühlung vermeiden)
- im Sommer: Ladung in der kühlsten Zeit des Tages/Nacht

ZEBRA NaNiCl
- Kapazitätsanzeige im AH (AmperStunden)
- keine Wartung während 4 Jahren
- nach 70.000 km noch 90 % der Kapazität
- zukünftiges Batterie Management sollte Alterung berücksichtigen: Selbstlernen der abnehmenden Kapazität aufgrund von 100% Entladungen z.B. alle 2.000 km

Alterung der Bleibatterien durch
- Lagerung im teilentladenen Zustand
- Tiefentladungen > 80 % DOD
- hohe Betriebstemperaturen > 45 Grad C
- Wassermangel (bei offenen Akkus) bzw. Wasserverlust durch Überladung (bei geschlossenen Blei-Akkus)

Die Empfehlung zur Verhinderung dieser Fehler: Batteriemanagement ist empfehlenswert!

REVA Bleibatterie
- offene Röhrchenplatten Bleibatterrie 48 V 160 Ah C2
- zentrale Wasserbefüllung
- EMS (Energiemaanagement System) eingebaut
- EMS rechnet Ladezustand aus Ampèrestunden, Peukert-Faktor und Spannungsverhalten und berücksichtigt so das Altern der Batterie
- EMS sorgt für Ausgleichsladung alle 1.500 Ah
- EMS sorgt für Erhaltungsladung bei längerer Parkzeit
- Daten von allen Batteriezyklen werden im EMS abgespeichert und dienen dem Servicecenter zur Batteriediagnose
- Fehlzustände werden im EMS abgespeichert und dienen dem Servicecenter zur Frühdiagnose von Batterieproblemen



Lebensdauer/Reichweite optimieren (Bleibatterien):
- bei jeder Gelegenheit laden
- nie im entladenem Zustand längere Zeit stehen lassen
- im Winter möglichst immer in Garage parken/laden (Kapazität bei tiefen Temperaturen erheblich kleiner .... 30%)
- im Winter möglichst regelmäßig fahren und laden (jeden Tag)
- bei offenen Batterrrien Wasserstand regelmäßig kontrollieren

Twike (Panasonic bzw. Sanyo NiCd-Zellen)
- Reichweitenanzeige basierend auf Ah genau
- Reichweitenanzeige in km nur bei vollgeladener Batterie und einigen gefahrenen km
- Je nach Fahrweise, Temperatur und Alter der Batterie kann die zu entnehmende Kapazität variieren. Man muss daher immer mindes-

tens 15-20% (1.2 Ah) Reserve einrechnen. Der Zähler ist nur zuverlässig, wenn die Batterie frisch und vollständig geladen wurde. Steht die Batterie einige Zeit herum, so sind pro Tag ca. 0.2 Ah weniger zu entnehmen.
- Empfehlung: Die maximale Batteriekapazität bleibt länger erhalten, wenn die Batterie gelegentlich um 70-90% entladen und dann bis zum Abschluss der Symmetrierladung wieder geladen wird.

LEBENSDAUER

Twike (Panasonic bzw. Sanyo NiCd-Zellen)

- Die Erfahrungen zeigen, dass die Batterie länger hält, wenn das Fahrzeug regelmässig gefahren wird und die jährliche Fahrdistanz über 10'000 km liegt.
- Die wartungsfreie NiCd-Batterie des TWIKE hat den Vorteil, dass die Energie sehr rasch entnommen und auch rasch wieder nachgeladen werden kann. Eine Lebensdauer von 500-1'000 Lade-Zyklen ist dabei gemäss Hersteller zu erwarten (Abnahme der Batteriekapazität um 20%).
- Panasonic 20‘ bis 40‘000 km (2 Blöcke) Sanyo bis 50‘000 km (seit 1999)
- Kalendarisch 4 bis 5 Jahre (Selbstentladung wird gross)

Lebensdauer/Reichweite optimieren

- **NiCd Batterie (Peugeot, Citroen, Renault, Twike)**
- Memory Effekt vermeiden: regelmässige Tiefentladungen
- gleichmässige Temperatur von allen Blöcken/Zellen
- im Sommer, Ladung in der kühlsten Zeit des Tages/Nacht
- im Winter Kapazität um 10-15% kleiner
- SAFT: Wasserverlust ausgleichen gemäss Bedienungsanleitung
- Twike: bei kleinen km-Leistungen ist kalendarische Lebensdauer

Gründe für Reichweitenprobleme

- Blei: „neue“ Batterie: einzelne Zellen/Blöcke können durch „infant mortality“ ausfallen > Garantie
- NiCd: Memory Effekt > Zyklieren
- NiCd Twike: defekte Zellen > Zyklieren

Ist meine Batterie alt geworden?

- auf „Teststrecke“ Verbrauch regelmässig kontrollieren (z.B. Arbeitsweg)
- solange Bedürfnisse (mit etwas Reichweitenreserve) noch gedeckt werden können, Batterie nicht ersetzen

Von der Internetseite von Paul Schweizer entnehmen wir diese Hinweise (siehe www.pasol.ch):

Seit Juli 2000 arbeitet Paul Schweizer als "EXECUTIVE ADVISOR" für REVA Electric Car Co. in Bangalore, Indien.

www.revaindia.com

REVA ist ein NEV (Neighborhood Electric Vehicle), das speziell für indische Verhältnisse entwickelt worden ist.
RECC (Reva Electric Car Co.) ist eine Tochtergesellschaft der Maini Group in Bangalore und von Amerigon Inc, USA.
Das Auto wurde im Dezember 2000 lanciert, zuerst in Bangalore und in einigen anderen Städten in Südindien.

Spezifikationen	
Höchstgeschwindigkeit	65 km/h
Reichweite (city driving)	80 km
Ladezeit	80% in 3 Stunden, 100% in 7 Stunden
Antrieb	Gleichstrommotor mit 70Nm Drehmoment, 13 kW max Leistung
Antriebssteuerung	Mikroprozessorgesteuerter Chopper mit Rekuperation
Ladegerät	230V, 2,2 kW, SMPS
Energie Management	Mikroprozessorgesteuertes Batteriemanagement mit intelligenter Ladezustandsanzeige
Batterie	48V, 200 AH, Röhrchenplatten Bleibatterie mit zentraler Befüllung
Länge/Breite/Höhe	263.8 / 132.4 / 151.0 cm
Radstand	171.0 cm
Leergewicht	650 kg

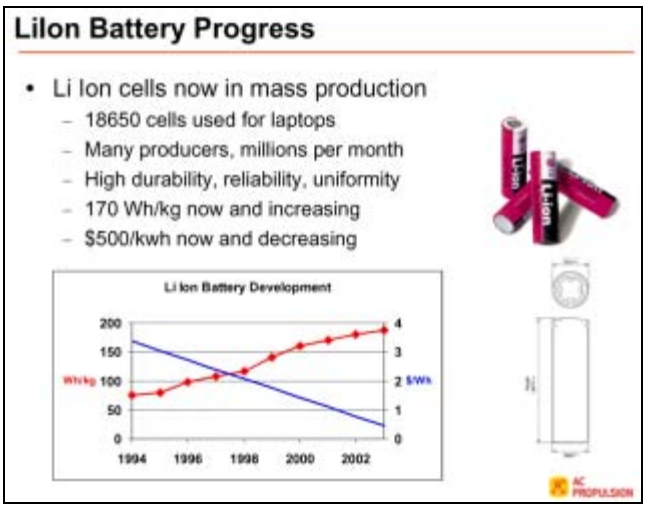
T-Zero mit Li Akkus

nach Internet Veröffentlichungen von www.acpropulsion.com (Alan Cocconi, USA)

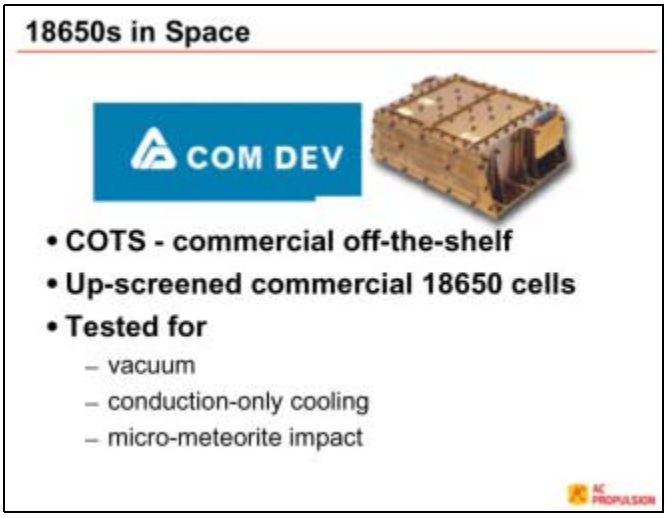
Firma AC Propulsion hat in den USA den T-Zero Sportwagen von Blei Akkus auf Lithium Ionen Akkus umgerüstet. In dem Vortrag „The EV Business: A Post-Mandate Perspective“ vom 18. Oktober 2003, Electric Auto Association - Silicon Valley, hat AC Propulsion, Inc. aus San Dimas, Californien, über den Umbau, die erreichten Fahrleistungen und die Hintergründe berichtet.

Wir geben hier einige der Bilder im englischsprachigen Orginal wieder und versuchen, sie aus den Texten heraus zu kommentieren.

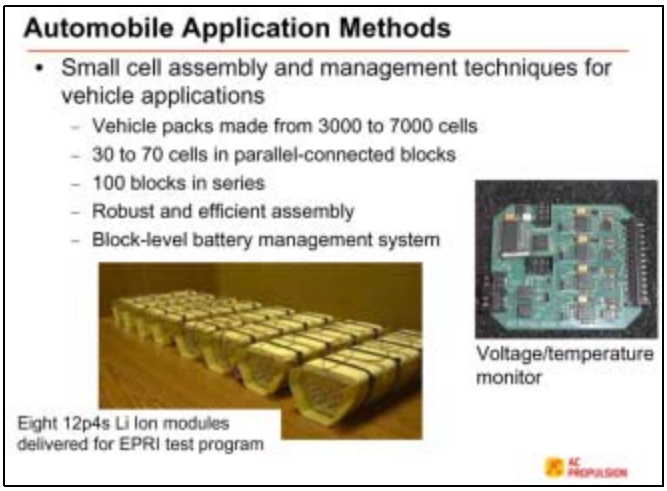
AC Propulsion verwendet kleine handelsübliche Lilon Zellen, die in großen Mengen für Laptop Computer und ähnliches produziert werden. Sie sind in Millionen Stückzahlen von verschiedenen Herstellern erhältlich, sind sehr gleichmäßig und langlebig und erreichen heute rund 170 Wh pro kg.



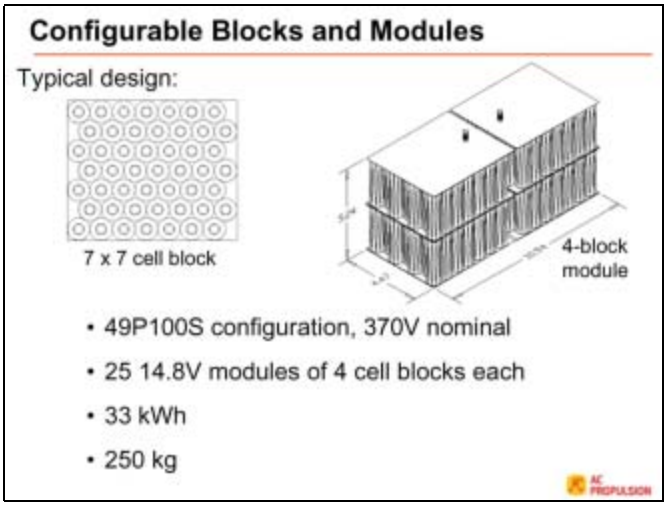
Der wird mit 500 $ pro Watt angegeben - mit fallender Tendenz.



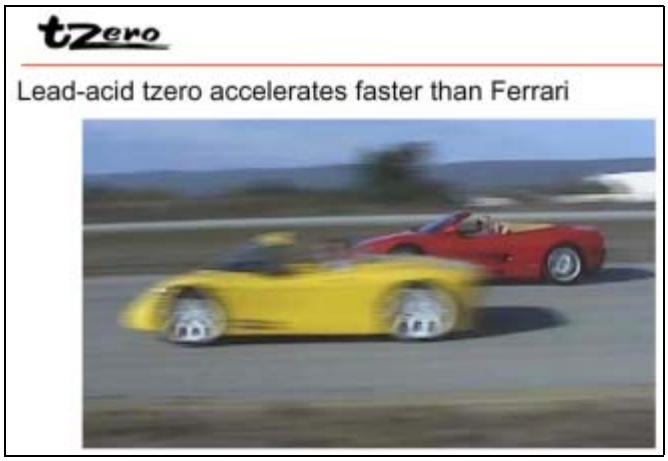
Mittlerweile sind auch konfektionierte Batterie Packs erhältlich, wie z.B. die gezeigte Einheit mit 18.650 Zellen.



Für Anwendungen in Fahrzeugen gibt es „vehicle packs“ mit 3000 bis 7000 Zellen, davon jeweils 30 bis 70 Zellen in Parallel und 100 in Serienschaltung. Mit eingebaut ist ein „Block-Level“ Batterie Management System.

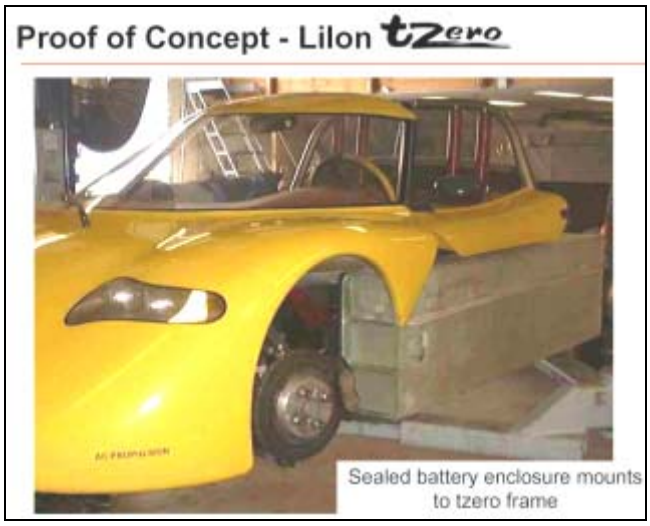


Gezeigt wird hier eine 49P100S Konfiguration, also 49 Zellen parallel und 100 Zellen seriell, was 370 Volt nominal ergibt. Durch mehrere Blöcke erreicht man einen Energieinhalt von 33 kWh bei 250 kg Gewicht. AC Propulsion hat damit den T-Zero Sportwagen ausgerüstet, der vorher schon sehr erfolgreich mit Bleiakkus gelaufen ist.

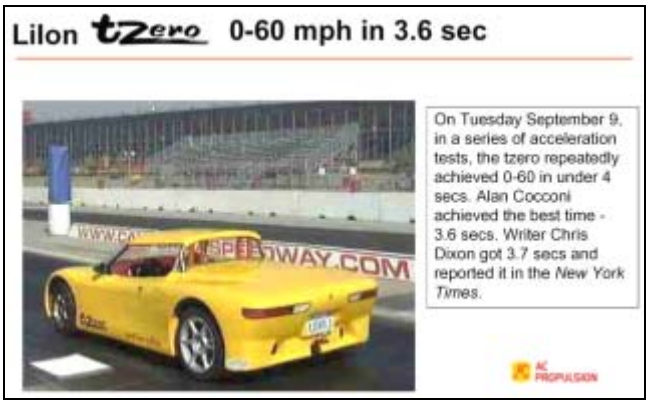


Der T-Zero ist schon mit Blei Akkus in der Beschleunigung besser gewesen als ein Ferrari. Geschlagen hat er im Beschleunigungstest dank des besseren Drehmoments „untenherum“ des Elektromotors auch eine Corvette, einen Maserati und Lamborghini. Auf der Internetseite www.acpropulsion.com sind kleine Videofilme mit den Beschleunigungsrennen abrufbar.

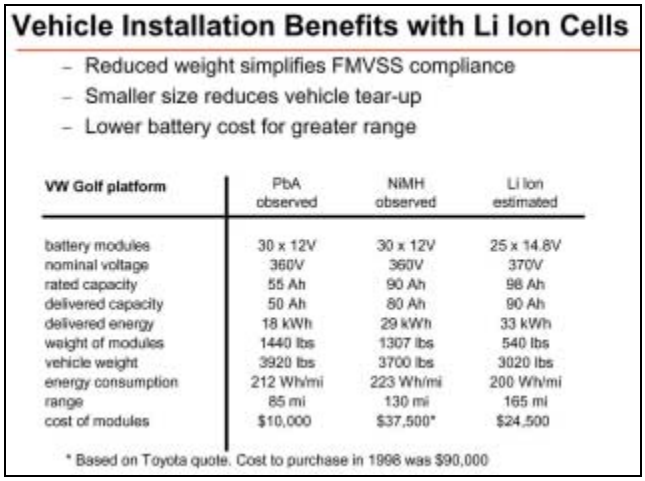
Das obere Bild und das folgende Bild zeigen Einzelheiten des Einbaus der Batterie Packs in die Seitenteile des Fahrzeugs.



Aus dem Foto wird die Anordung der Lithium Akku Power Packs in den Seiten des T-Zero deutlich. Die Lithium Akkus sind leichter als Blei Akkus bzw. bieten bei gleichem Gewicht mehr Energieinhalt. Der T-Zero hat damit Beschleunigungswerte von 3,6 Sekunden von 0 auf 60 mph demonstriert.



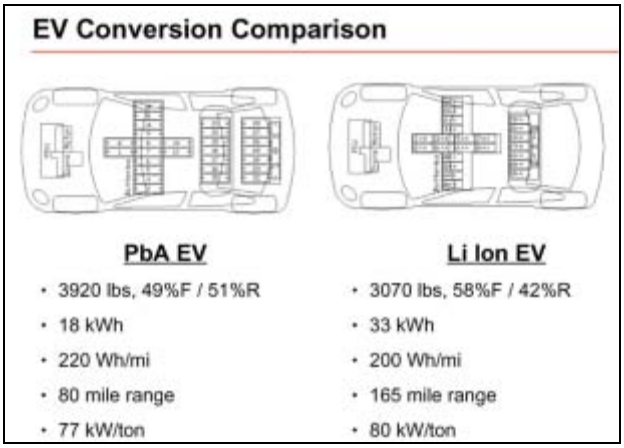
Bei einer Langstreckenfahrt in Kalifornien von Sunnyvale nach Santa Barbara auf der US101 am 3. Oktober 2003 wurde bei einer Durschnittsgeschwindigkeit von 57,1 mph eine Reichweite von 302 Meilen erzielt. Der Verbrauch betrug rund 160 Wh pro Meile. Aus dem Akku wurden 130 Ah entnommen, zusätzlich staand 3,4 Ah aus regenerativem Bremsen zur Verfügung.



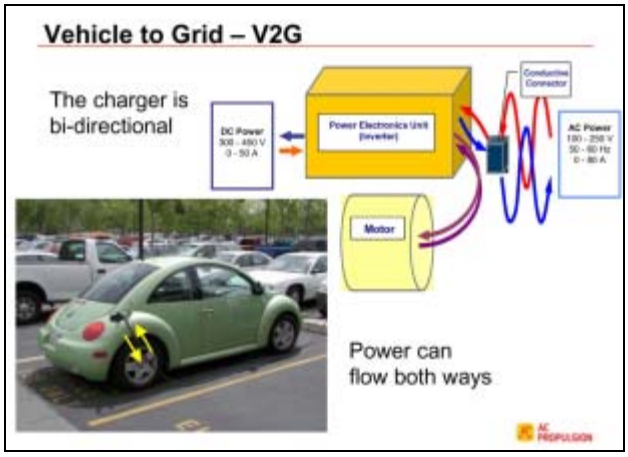
VW Golf platform	PbA observed	NiMH observed	Li Ion estimated
battery modules	30 x 12V	30 x 12V	25 x 14.8V
nominal voltage	360V	360V	370V
rated capacity	55 Ah	90 Ah	98 Ah
delivered capacity	50 Ah	80 Ah	90 Ah
delivered energy	18 kWh	29 kWh	33 kWh
weight of modules	1440 lbs	1307 lbs	540 lbs
vehicle weight	3920 lbs	3700 lbs	3020 lbs
energy consumption	212 Wh/mi	223 Wh/mi	200 Wh/mi
range	85 mi	130 mi	165 mi
cost of modules	$10,000	$37,500*	$24,500

* Based on Toyota quote. Cost to purchase in 1998 was $90,000

Hier werden verschiedene Batterietechnologien für ein Fahrzeug verglichen: Blei, NiMh und Li Ionen. Die besten Verhältnisse ergeben sich erwartungsgemäß bei Li Akkus: 900 lbs weniger Gesamtgewicht als bei Blei Akkus und immer noch 680 lbs weniger Gewicht als bei NiMh. Mit rund 165 Meilen ist die Reichweite am größen. Der Gesamtpreis ist mit 24500$ zwar rund 2,5 mals so hoch wie bei Blei, aber niedriger als bei NiMh Akkus.



Die Daten im direkten Vergleich: Blei gegen Li-Ionen.



Die jüngste Idee: Energie kann vom Netz ins Auto fließen, zum Laden der Akkus, aber auch vom Auto ins Netz - zum Stützen des Netzes, wenn nötig.

AC Propulsion setzt sich sehr engagiert für Elektroautos ein, gerade auch wegen der knapper werdenden Benzinvorräte. Politisch gesehen fiel uns die sehr markante Aufforderung auf:

Use less gas or fight more wars

(Verbrauch weniger Sprit oder mach mehr Krieg..)

- Make things change in the right direction

Am Schluß des Beitrages steht diese Aufforderung. Eingedenk des Weisheit „Fortschritt sagt nichts über die Richtung aus“ können wir uns dem nur anschließen mit der Übersetzung:

- **Verändere die Dinge in die richtige Richtung**

Alan Cocconi, der Gründer und Präsident von AC-Propulsion hat am Californnia Institute of Technology studiert. Als Berater hat er den Antrieb und das Solarsystem des GM Sunraycer entwickelt, der 1987 die World Solar Challenge in Australien gewonnen hat. Er entwickelte und baute den Motor Controller für den ursprünglichen GM Impact, der 1990 auf der Los Angeles Auto Show vorgestellt wurde, und aus dem später der EV-1 von General Motor entstand.

Fortu PowerCell

von Roland Reichel, nach Fortu-Veröffentlichungen (siehe www.fortu.de)

Firma Fortu hatte bereits am 9.2.2001 zu einer Produktpräsentation nach Pfinztal bei Karlsruhe geladen. Dort konnten wir uns erstmalig mit den herausragenden Leistungsdaten der Fortu Lithium-Metall Batterie vertraut machen. Es wurden damals bereits Muster gezeigt, und einige handegefertigte Akkus waren in verschiedenen Kleinfahrzeugen bereits für eine Fahrdemonstration eingebaut (Renn-Go Kart, Fahrräder etc.).

Fortu hatte sich schon damals intensiv mit Akkus für Elektrofahrzeuge beschäftigt, wie eine Studie und Diplomarbeit des Fortu Mitarbeiters Markus Borck an der Fachhochschule Karlsruhe belegt: „Vergleichende Energie- und Ökobilanz einer neuen wiederaufladbaren Lithium-Metall-Batterie für Elektrofahrzeuge“. In der 81seitigen Studie (+34 Seiten Anhang) wird nicht nur auf die Brennstoffzelle eingegangen, sondern die Fortu Li-Metall Batterie mit den meisten gängigen und erhältlichen Elektrofahrzeugbatterien verglichen, wie z.B.: Blei-Säure, Nickel Cadmium, Nickel-Metallhydrid, Zink-Luft, ZEBRA und Lithium-Ionen Batterie. In der Zusammenfassung der Ergebnisse schreibt Markus Borck damals:

„Die Daten der Lithium-Metall-Batterie erfüllen die Anforderungen and die langfristigen Entwicklungsziele im Hinblick auf spezifische Energie, spezifische Leistung und Zykeleffizienz. Die Lebensdauer von 800 Zyklen ist realisierbar.“

Die Firma Fortu hatte dann 2003 wirtschaftliche Probleme dadurch, dass sich die zwei Finanzinvestoren zurückzogen. Ein kleines Team um Prof. Hambitzer arbeitete in der Folge in Pfinztal „auf Sparflamme“ weiter, und mit der Fortu Power Cell GmbH gab es einen Neubeginn mit der Aussicht, endlich die Serienfertigung beginnen zu können. Laut Internetveröffentlichungen und direkten Informationen soll die Serienfertigung im Jahr 2005 beginnen. Laut Internet-Veröffentlichung hofft Fortu, die Produktion in vier Ausbaustufen innerhalb von 24 Monaten auf eine Produktionskapazität von ca. 10.000 Batterien ausbauen zu können.

Firma Fortu ist mittlerweile in das Entwicklungszentrum Karlsruhe umgezogen, um von dort aus die Forschung, Entwicklung, Kleinserienfertigung, den Systemtest und die anwendungstechnische Entwicklung vorzunehmen. Die Fertigung soll nach bisherigen Planungen, die aber noch nicht vollends abgeschlossen sind, in der Nähe von Leipzig aufgenommen werden.

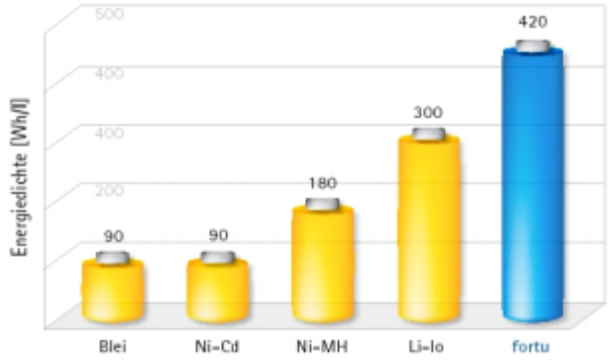
Die Fortu Li-Metall Batterie dürfte durch die Summer ihrer Eigenschaften hervorragende Marktchancen haben. Dazu zählen:

- hohe spezifische Energie mit 180 bis 250 Wh/kg
- geeignet auch für Hochstromanwendungen
- schnelllade- und -entladefähig
- überladefest
- tiefentladefest
- kein Memoryeffekt
- hohe Betriebssicherheit, nicht brennbar
- recycelfähig
- einfachfaches Batteriemanagement
- umweltfreundlich

Fortu schreibt dazu: „Die Fortu PowerCell ist das in der Praxis leistungsfähigste anorganische Elektrochemie-System. Es basiert auf der Waaanderung von Alkalimetall-Ionen und erreicht Energiedichten, die bisher als nicth realisierbar angesehen wurden. Das System wird durch keine chemischen Nebenreaktionen beeinträchtigt.“

	Blei	NiCd	NiMH	Li-Io	Li-Pol	fortu
Zellspannung [V]	2	1,2	1,2	3,6	3,7	4
spezifische Energie (theoretisch) [Wh/kg]	170	210	380	500	500	1100
spezifische Energie (C/5) (Praxis) [Wh/kg]	40	50	80	120 -150	160 -170	200 (250)
Energiedichte (C/5) (Praxis) [Wh/l]	90	90	180	300	330 -380	420 (520)

➢ Die ungewöhnlich hohe theoretisch erreichbare spezifische Energie der fortu PowerCell weist auf das noch erhebliche Potential für weitere Optimierungen des Systems hin.



Die Fortu PowerCell im Vergleich zu anderen Technologien

Fortu schreibt über die Lebensdauer Erwartungen:

- Die entladene Zelle ist thermodynamisch stabil
- Es sind keine Nebenreaktionen bekannt, welche die Zelle schädigen
- Testzellen nach 1,5 Jahren Lagerzeit ohne irreversiblen Kapazitätsverlust
- Tiefentladen oder Überladen schädigt die Zelle nicht
- Elektroden halten mehr als 1.000 Lade-/Entladezyklen ohne größeren Kapazitätsverlust
- Extrem einfacher Zellenaufbau - dadurch hohe Resistenz gegen Beschädigungen.

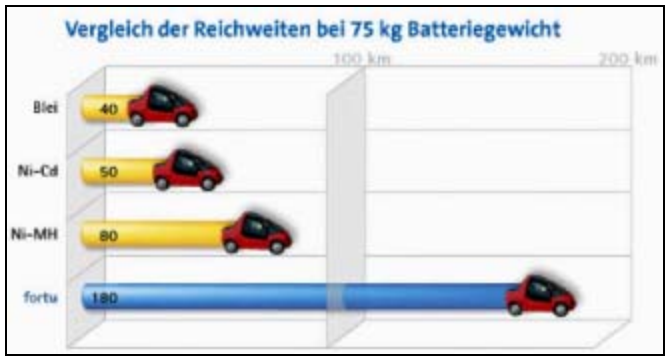
Die für Elektrofahrzeuge vorgesehene Zelle

Typbezeichnung	Kapazität	Anwendungsgebiet	Beispiel
EVC Electric Vehicle Cell (Elektrofahrzeugzelle)	65–80 Ah bei 4 V	Speicherung großer Energiemengen bei moderater Stromentnahme	Elektrofahrzeuge für Industrie, ÖPNV und PKW
HEC High Energy Cell (Hochenergiezelle)	10–15 Ah bei 4 V	Speicherung mittlerer Energiemengen bei moderater Stromentnahme	Industriebatterien, Elektrofahrräder
HPC High Power Cell (Hochleistungszelle)	2,5–3 Ah bei 4 V	Hohe Ströme bei kleiner Batterie-Größe	Akkuwerkzeuge, Hybridfahrzeuge, Modellbau

Das Produktspektrum der Fortu PowerCell

Auf einem Vortrag am 6.6.2004 berichtete Markus Borck, der mittlerweile wieder bei Fortu in Karlsruhe tätig ist, über die neuen Entwicklungen. Lebensdauerwerte von mehr als 1000 Zyklen wurden erreicht, und die Energiedichte wird mit 250 Wh/kg für die „große“ 65 Ah Zelle angepeilt, die dann bei gleichen Abmessungen und Gewicht auf rund 80 Ah kommt.

Die CityEl Fahrer unter den Zuhörern fingen gleich das Rechnen an: 10 Zellen in Reihe würden 13 kg wiegen und 80 Ah bringen. 4 Sätze parallel würden dann nur 52 kg wiegen und über 300 Ah bringen.



Reichweitenabschätzung im Vergleich

Damit wären bei halben Gewicht, verglichen mit den üblichen Blei-Akkus, Reichweiten von über 300 kg möglich. Rechnet man jetzt noch eine mögliche Zyklenzahl von 1.000 Zyklen, so wären 300.000 km erreicht. Mit anderen Worten: die Lebensdauer der Fortu-Lithium Akkus würde die Lebensdauer des Fahrzeugs übersteigen. „Wenn es sie mal endlich geben würde“, und „wenn dann auch noch der Preis einigermaßen tragbar wäre“, hörte man immer wieder sagen.

Die bisher genannten und angestrebten Preise liegen jedenfalls mit rund 500 Euro pro kWh durchaus im Rahmen der Preise von guten NiCd Akkus. Damit wäre ein Batteriesatz z.B. für einen CityEl von 6 kWh bei einem Gewicht von ca. 26 kg auch rund 3000 Euro kosten bzw. bei 12 kWh und rund 52 kg Gewicht schon 6.000 Euro.

Obwohl diese Kosten sicher den einen oder anderen nicht zu Spontankäufen veranlassen wird, wird die Fortu PowerCell von vielen schon sehnsüchtig erwartet. Wir werden die Leser der Solarmobil Mitteilungen über Neuigkeiten aauf dem Laufenden halten, insbesondere auch, was den Beginn der Produktion angeht.

Multiplexendes Batterieladegerät

Hanns-Konrad Unger, mail@hanns-konrad.de, Mitglied im Solarmobil Verein Erlangen e.V.

Während für 12 V-Batterien verschiedenste Ladegeräte angeboten werden, sieht des Angebot für 24V oder 36V Ladegeräte schlechter aus. Der Wunsch ein mini-el mit Solarpanel auszustatten ließ das nachfolgend beschriebene Ladegerät entstehen. Ein Solarpanel macht Sinn, wenn des Fahrzeug im Freien steht und relativ unregelmäßig genutzt wird. Die nicht zu vernachlässigende Entladung der Batterien durch die rund 160 mA Ruhestrom des CityEls kann so aufgefangen werden. Das macht die Akkus wartungsärmer. Auch ökologisch sind die 40 W Stand-by-Strom des mini-el Ladegerätes kein Pappenstiel.

Nun sind zwei Lösungen gängig:

- Drei Panel werden in Serie geschaltet, was mechanische Probleme verursacht.
- Ein Panel wird über einen DC/DC Spannungswandler angeschlossen.

Da mir beide Methoden zu aufwendig waren, habe ich mich mit einer weiteren Methode beschäftigt, die drei Batterien einzeln, zeitlich versetzt, zu laden. Der erste Ansatz, jeder Batterie die gleiche Ladezeit zuzuteilen, war schnell vergessen, da selbst für eine derartig einfache Schaltung heutzutage ein Mikrocontroller die günstigste Lösung darstellt und der Ladestrom eines Solarpanels bekanntlich nicht konstant ist.

Selbst kleine Mikrocontroller haben bereits analoge Eingänge, die quasi nebenbei Messungen von Strom und Spannung ermöglichen. So lässt sich die Ladung gerecht verteilen. Es eröffnet sich jedoch noch eine weitere Möglichkeit: Bekanntlich streuen Batterien in der Qualität. In Serie geschaltet setzt sich die schlechteste Qualität durch. Werden durch Berücksichtigung der Ladespannung die Batterien individuell behandelt, kann die Qualität des Gesamtsystems erhöht werden. Qualität bezieht sich hier auf Wirkungsgrad, Kapazität und Lebensdauer! Als Nebeneffekt entstehen noch eine Anzeige der drei Batteriespannungen und eine Defekt-Erkennung.

Bei Bedarf kann über eine serielle Schnittstelle der Ladevorgang protokolliert werden.

Beschreibung der Funktionsweise

Das Gerät arbeitet ohne Gedächtnis. Es wird die Batterie mit der geringsten Spannung ausgewählt. Falls mehrere Batterien innerhalb einer Bandbreite von 0,2V liegen, wird die Batterie, die die geringste Lademenge erhalten hat, ausgewählt. Der Wechsel erfolgen nach einer Ladung von 0,1 Ah. Batterien die die Ladespannung von 15,0V überschreiten, werden als voll betrachtet.

An den Ladekabeln wird eine Spannung von ein bis zwei Volt verloren. Wenn der Ladestrom auf Null abfällt, schaltet sich das Gerät ab. Auf der Anzeige werden Ladestrom, Betriebsdauer, Batteriestatus und Batteriespannungen ausgegeben.

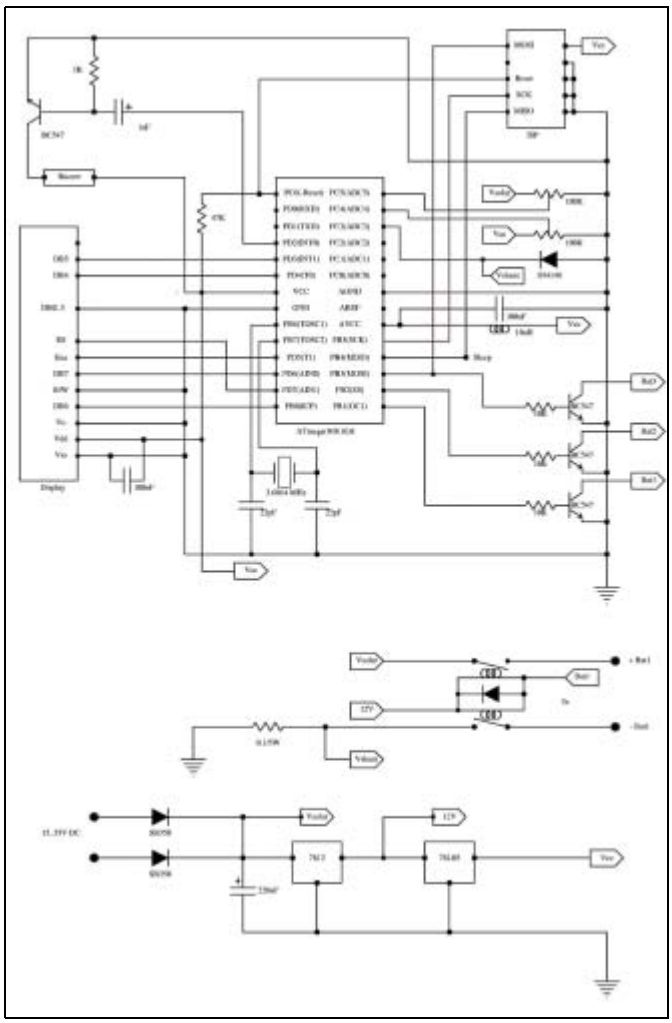
Der Batteriestatus wird durch
0 für Batterie unterladen (mit Beep)
1 für Batterie wird geladen
2 für Batterie voll
3 für Batterie defekt (mit Beep)

dargestellt. E222 bedeutet zum Beispiel, dass alle drei Batterien voll sind.

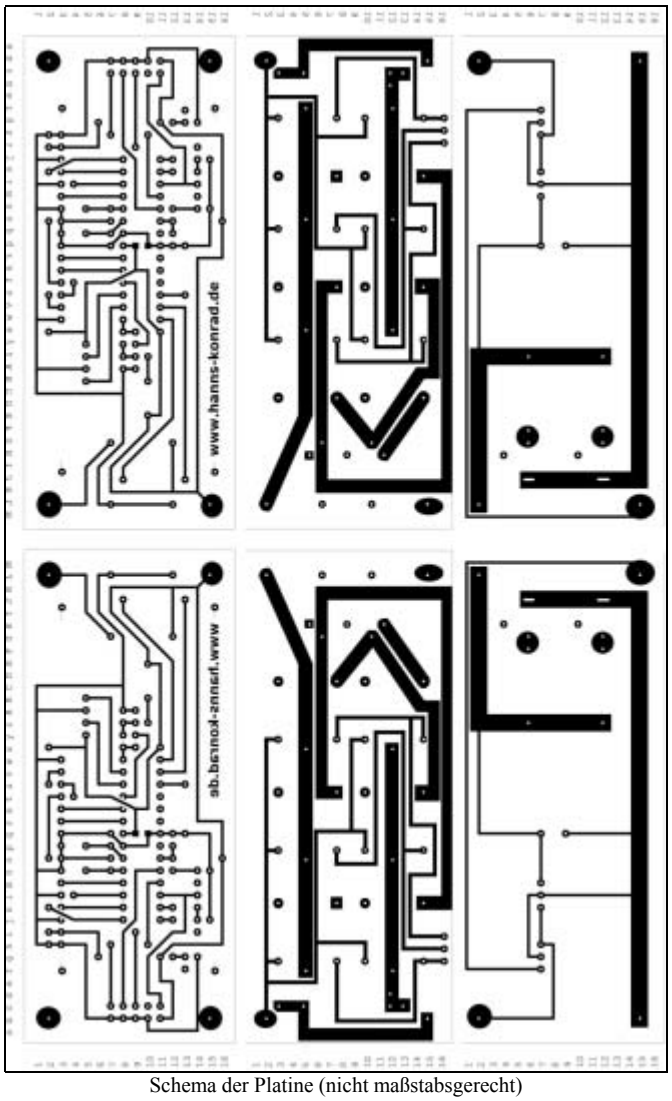
Anwendungen
- mini-el mit Solarpanel
- mini-el mit Ladegerät für Notebooks
- Stationäre Solarladestation fü 24V Fahrräder mit einer stationären Batterie für die Speicherung von ¨Uberschüssen.

Technische Daten
Die Eingangsspannung wird durch einen 7812 begrenzt, soll also zwischen 15..35V liegen. Der Ladestrom wird durch eine Kette von Bauteilen begrenzt:
Relais 10 A, Dioden 7 A, Leiterbahn 7 A, Shunt (5W) 7 A, Stecker ? A, Kabel (1 qmm) 10 A.

Mit Sicherungen für 6,3A liegt man wohl auf der sicheren Seite. Ab 4A ist es sinnvoll, die breiten Leiterbahnen nachzuverzinnen, um die Wärmeentwicklung zu vermindern.
Der Eigenverbrauch des Gerätes liegt bei 60 mA.



Schaltplan



Schema der Platine (nicht maßstabsgerecht)

Bauanleitung

( ) :Platine 160mm x 40mm:	anfertigen
( ) Bu1: Buchse 2.1mm:	montieren
( ) Bu2: Buchse 2.1mm:	montieren
( ) D1: SB350 Schottkydiode:	Anode in F6 einlöten (F6) (z6)
( ) D2: SB350 Schottkydiode:	Anode in F12 einlöten (F12) (z12)
( ) C1: 220 uF/35V Kondensator:	+ in q7 einlöten (q7) (q9)
( ) IC1: 7812:	einlöten
( ) IC2: 78L05:	einlöten
( ) :Platine 160mm x 40mm:	anfertigen
( ) Bu3: DIN-Buchse:	einlöten
( ) R1: Widerstand 0.1 Ohm 5 Watt :	liegend einlöten (c5) (c12)
( ) Rel1: Relais 12V:	einlöten
( ) Rel2: Relais 12V:	einlöten
( ) Rel3: Relais 12V:	einlöten
( ) Rel4: Relais 12V:	einlöten
( ) Rel5: Relais 12V:	einlöten
( ) Rel6: Relais 12V:	einlöten
( ) Br1: isolierter Kupferdraht 1qmm:	von k7 nach H6 anl¨oten
( ) Platine 160mm x 40mm:	anfertigen
( ) Br2: Drahtbrücke:	einlöten (g6) (g11)
( ) Br3: Drahtbrücke:	einlöten (h7) (h10)
( ) Br4: Drahtbrücke:	einlöten (k2) (o2)
( ) Br5: Drahtbrücke:	einlöten (l4) (t4)
( ) Br6: Drahtbrücke:	einlöten (i9) (x9)
( ) R2: Widerstand 33 Ohm:	bei Bedarf einlöten (u2) (x2)
( ) R3: Widerstand 1K Ohm:	stehend einlöten (z8) (A8)
( ) R4: Widerstand 10K Ohm:	einlöten (g12) (j12)
( ) R5: Widerstand 10K Ohm:	einlöten (k12) (n12)
( ) R6: Widerstand 10K Ohm:	einlöten (k14) (l14)
( ) R7: Widerstand 47K Ohm:	einlöten (x8) (x11)

( ) C2: Kondensator 22pF: einlöten (n7) (o7)
( ) C3: Kondensator 22pF: einlöten (p7) (q7)
( ) C4: Kondensator 100nF: einlöten (h2) (i2)
( ) C5: Kondensator 100nF: einlöten (p12) (q12)
( ) C6: Kondensator 100nF SMD: einlöten (q9) (q10)
( ) C7: Tantalkondensator 1 uF: + in y9 einlöten (y9) (y8)
( ) Q1: Quarz 3.6864 MHz: einlöten (n5) (p5)
( ) L1: Spule 10uH: einlöten (o12) (o16)
( ) Spk: Piezo-Lautsprecher: + in E10 einlöten (E10) (B10)
( ) T1: Transistor BC547B: einlöten
( ) T2: Transistor BC547B: einlöten
( ) T3: Transistor BC547B: einlöten
( ) T4: Transistor BC547B: einlöten
( ) D3: Diode 1N4148: Anode in q13 einlöten (q13) (u13)
( ) P1: Potentiometer 100K Ohm: einlöten
( ) P2: Potentiometer 100K Ohm: einlöten
( ) St1: Pfostenstecker 2x5: einlöten
( ) St2: Steckerleiste gewinkelt: einlöten (y5)
( ) IC3: ATmega8: Pin1 nach w8 einlöten

Das Display wird mit vier Schrauben M2,5 und 10mm Abstandshaltern befestigt. Die 16 Anschlüsse werden mit den darunter liegenden Pads parallel mit Draht verbunden. Die Relais- und die CPU-Platine werden mit vier Litzen verbunden um V_{shunt} an die CPU zu melden und die Relais über die drei Transistoren zu steuern. Abschließend werden die drei Platinen mit vier soliden Kupferdrähten 1,5qmm übereinander befestigt. Die vier Drähte übernehmen sowohl die mechanische Verbindung als auch die Spannungsversorgung.

Einbauanleitung

Der Trimmer an Vcc soll die Spannung halbieren, der Trimmer an Vsolar wird auf 1:8 eingestellt. Ein Kabel mit vier Leitern und mindestens 1qmm Leiterquerschnitt wird mit einem 5-poligen Diodenstecker versehen. Auf der anderen Seite werden Feinsicherungen und Kabelschuhe angelötet. Die Kabelschuhe können an den Polklemmen festgeschraubt werden. Das Solarpael wird mit einem Hohlstecker 2,1mm angeschlossen. Der Pluspol liegt innen.

Der MPX Lader mit Anzeige und Netzteil

Bestellungen

Programmierter Mikrocontroller: 20,00 Euro
Bausatz mit Bauteilen, Platine ungebohrt und ungesägt, ohne Verkabelung: 50,00 Euro
Fertig aufgebauter Prototyp, falls vorhanden: 100,00 Euro
CD mit kompletter Entwicklungssoftware mit Betriebssystem Knoppix, Compiler, Programmiertool und Beschreibung in einem pdf-Buch mit 250 Seiten: 30,00 Euro

Hanns-Konrad Unger, e-mail: mail@hanns-konrad.de.

Anzeige der Batteriespannung

von Roland Reichel

Digitale Spannungsmesser

Das einfachste Batteriemanagementsystem besteht aus der Spannungsüberwachung der Akkus mit einfachen Bordinstrumenten durch den Fahrer bzw. die Fahrerin. Wir wollen hier nur zwei einfache Beispiele zeigen: einmal mehrere sauber in ein CityEl eingebaute digitale Spannungsmesser für die Überwachung der drei 12V Batterien plus links ein zusätzliches digitales Strommessgerät. Diese Einfachlösung der Batterieüberwachung ist vielfach in den elweb-Foren diskutiert worden, wir zeigen sie hier im Bild.

Unterdrückter Nullpunkt, analoge Anzeige

Eine Anzeige der Batteriespannung kann auch mit einem analogen Meßgerät mit unterdrücktem Nullpunkt erfolgen. Ein erfahrener Fahrer erhält aus der Batteriespannung eine zusätzliche Information über den Ladezustand. Gut bewährt haben sich solche Anzeigen in Fahrzeugen des Solarmobil Vereins Erlangen (sowohl VESPA Dreirad, Fahrrad als auch mini-el). Die Skizze zeigt eine besonders einfache Schaltung dafür. An der Zenerdiode fällt die „Grundspannung“, hier 27 Volt, ab. Überschreitet die Messspannung diese Grundspannung, fließt durch das Instrument ein Strom, der sich aus der Spannung, dem Vorwiderstand und dem Widerstand des Meßgerätes ergibt.

Spannungsmessung mit unterdrücktem Nullpunkt

City El in den USA und neue Hauben

von Craig Childers, Davis, USA

Durch Zufall entwickelte sich ein e-mail Kontakt mit Eugen Dunlap aus den USA. Er fuhr lange einen EV1 und suchte nach E-Mobil Kontakten während seines Deutschlandbesuches Ende Dez. 2004. Dabei erhielt ich einige Bilder von Veranstaltungen in den USA, auf denen auch ein CityEl zu sehen war.

Auf die Frage nach der Geschichte der CityEls in den USA erhielt ich von Craig Childers die folgende Antwort:

Ich kenne nur einen Teil der Geschichte, die beste Quelle dürfte Bill Warf sein. Es gibt einige wenige City Els, die einzeln und privat in die USA gebracht wurden, aber ich weiss nicht, wer es außer SMUD legal gemacht hat. Ich kenne fünf, es sind wahrscheinlich aber noch ein paar mehr.

Elektromobil Veranstaltung in den USA, mittendrin ein City-El

Die CityEls, die ich kenne, wurden vom Sacramento Municipal Utility District (SMUD) als Teil eines Erprobungsprogramms eingeführt, und um eine Zusammenarbeit mit CityCom zu beginnen mit dem Ziel der eventuellen Produktion hier in Sacramento. Das waren dänische CityEls der Baujahre 1992 und 1993 mit Seriennummern in den 3000-4000ern, und so um die 100 Stück oder so, ich weiss nicht genau. Diese City Els wurden zum Testen zur Verfügung gestellt und viele davon wurden in der McClellan Air Force Base in Sacramento in Betrieb genommen. Sie waren alle speziell modifiziert, um die US DOT (Department of Traffic) Sicherheitsanforderungen zu erfüllen. Da sie keine Emissionen erzeugten, war es leicht, sie nach dem California Air Resources Board Emissions Standard zu zertifizieren.

Den Fahrern der überlassenen CityEls wurden Fragen über ihre Fahrerlebnisse gestellt, und man erfuhr viel über dieses spezielle Elektromobil. (Ich denke, dass die Hauptkritik das Fehlen eines zweiten Sitzes für einen Beifahrer war.)

Eine große Anzahl von Fahrzeugen wurde auf der McClellan Air Force Base in Sacramento in Betrieb genommen und einige auch auf anderen Militärbasen überall in den USA. Irgendwann während dieses Testprogramms hat ein „wilder“ Motorradrennen-Fan einen CityEl auf sein Grenzverhalten getestet, überschlug sich mit ihm, brach seinen Arm und verklagte SMUD.

Das veranlasste SMUD als vorsichtige öffentliche Einrichtung, alle CityEl Pläne fallen zu lassen und alle seine CityEl zu verschrotten. Dankenswerterweise wurden die Els, die Pacific Electric Vehicle und der McClellan Air Force Basis gehörten, nicht zerstört. Nachdem die Basis geschlossen wurde, wurden die CityEls per Auktion verkauft. Später hat SMUD den Rechtsstreit um die Schadenersatzforderungen gewonnen und zahlte nur die Gerichtskosten etc., aber keinen Schadenersatz an den verletzten Fahrer. CityCom war durch diese unglücklichen Umstände nicht mehr an einem Export in die USA interessiert.

Durch die Operation dieser CityEl Flotte haben wir eine Menge über ihre Vorteile und Beschränkungen gelernt. Eine Reihe verschiedener Batterietypen wurden eprobt hinsichtlich der Reichweite und Lebensdauer. Pacific Electric Vehicle modifizierte einige der Fahrzeuge mit verschiedenen Motoren und sogar mit 4 Rädern. Wir fanden, dass die Kunststoff-Unterschalen der Fahrzeuge sehr gut hielten, aber die Acryl Oberteile waren lange nicht so dauerhaft. Die hohen Temperaturen hier in Sacramento ließen die Hauben ziemlich schlimm reißen und schließlich ganz kaputt gehen. SMUD liess durch PEV (Pacific Electric Vehicle) viel bessere Fiberglas Hauben entwickeln und alle Fahrzeuge des Programms damit ausstatten, eingeschlossen die auf der Air Force Basis. Die Fiberglas Hauben waren viel viel besser als die Europäischen Versionen, die Kosten für die Umrüstung waren aber sehr hoch.

City-El Cabrio Haube made in USA (Bild: Craig Childers)

Einige der Sacramento CityEls sind mittlerweile in ganz Amerika verteilt, die meisten aber sind noch immer hier in Kalifonien. Ich selbst besitze mehr als 20 davon und halte 4 bis 5 stets in fahrbereitem Zustand. Ich fahre damit regelmäßig von Davis nach Sacramento zur Arbeit. Ich habe auch einen großen Vorrat an Ersatzteilen, der nötig ist, um sie am laufen zu halten. Es ist schwer, sie einfach so zu lassen und nicht zu beginnen, sie zu verändern. Ich habe einen mit NiMH Batterien aufgerüstet, und UC Davis hat einen mit Brennstoffzellen aufgerüstet.

Cabrio Haube made in USA, hier schon bei Ulli Senkowsky in Hattingen

Ich glaube, dass ungefähr 70 CityEls das SMUD Programm überlebt haben. So gibt es alles in allem etwa 75 Fahrzeuge in den USA, von denen wir wissen.

Neue Hauben auch in Europa

Wir haben von einer weiteren „neuen“ Haube für den CityEl in Fiberglas-Technik erfahren. Der Konstrukteur Jaromir Vegr ist dem Redakteur von einer Elektroauto Tagung in Karlsbad (Tschechien) und nachfolgenden Besuchen in Reifenberg persönlich bekannt. Er sollte auch den Teilnehmern der Elweb-Foren kein Unbekannter sein.

City El´s von Jaromir Vegr. Die rechte Haube ist in Tschechien gemacht

Vor vielen Jahren konnten wir die folgende dänische Haube bewundern. Der Fahrer Jens Lange aus Sonderborg hatte sich den El ausgeliehen und hatte damit an der Hanse Solar teilgenommen.

Jens Lange und der City El mit der „schnellen Haube“ bei der Hanse Solar

Und zum Schluß noch ein Bild der Haube von Roland Reichel:

“Meine Haube“, ausgestattet mit dem „Nötigsten“: Schiebefenster auf beiden Seiten und 100 Watt Photovoltaik-Sonnendach oben (verhindert die Aufwärmung des Innenraus, sorgt für die Aufladung der Akkus)

MANUFAKTUR FÜR MOBILITÄT
CITYCOM AG

ETWA 60%
ALLER PENDLER ...
... SIND ALLEINE UNTERWEGS
(Bei Tagesfahrstrecken von 5 bis 30 km)
GEHÖREN AUCH SIE DAZU ?

ZU TEUER!
ZU VIEL!
PASST!
ZU NASS!
ZU WENIG!

MIT DEM CITYEL BIETEN WIR DIE INDIVIDUELLE UND UMWELTFREUNDLICHE LÖSUNG FÜR DEN TÄGLICHEN NAHVERKEHR!

CITYEL – IHR NAHVERKEHRSJOKER
- Ab EUR 200,- Haftpflicht und Vollkasko pro Jahr
- Ab EUR 0,50 Energiekosten pro 100 km
- 5 Jahre steuerfrei
- Auch als „dreirädiges Kleinkraftrad“ mit 45 km/h lieferbar

AB EUR 6.599,–

NOCH FRAGEN?
DANN RUFEN SIE AN, INFOTEL: 0 93 35 / 97 170
ODER KOMMEN SIE IN AUB VORBEI . . .

☐ Ja, Sie haben mein Interesse geweckt. Bitte schicken Sie mir unverbindlich Informationsmaterial zum CityEL.

Name
Adresse
E-mail
Telefon
Telefax

Ausfüllen und einsenden oder faxen an:

CITYCOM AG*
97239 Aub-Baldersheim – Industriestr. 5-9
Telefon: 0 93 35/97 17-0 – Fax: 97 17-28
cityel@t-online.de – http://www.cityel.com
* Aktien-Infos bei uns – oder unter: www.veh.com

Schulprojekt Solarboot erfolgreich getestet

Pressemitteilung des Vereins „Solarmobil Rhein-Main“, Jo Weckler / Michael Bernhardt

Die Physik-AG der Internatsschule Lucius begleitete Rhein-Main-Solartour mit selbstgebautem Solarboot.

Im Rahmen der 2. Rhein-Main-Solartour fuhr die Physik-AG der Internatsschule Lucius mit ihrem selbstgebauten Solarboot auf dem Main. Während die Solarmobile umweltfreundlich vom Freiheitsplatz in Hanau kreuz und quer durch das Rhein-Main-Gebiet nach Frankfurt zur Hauptwache fuhren, startete auch die Physik-AG mit ihrem Boot in Hanau auf dem Main und schipperte nach Frankfurt-Niederrad.

Vor ca. einem Jahr erwarb die Physik-AG einen alten Bootsrumpf von der Uni Kassel. Ziel war es, ein Solarboot zu bauen um u.a. damit nachzuweisen, dass die Faktor 4 These von Professor E.U. von Weizsäcker, die u. a. besagt, dass wir mit einem Viertel der Energie auskommen können, auch für die Mobilität auf dem Element Wasser stimmt.

Das Projekt war konzipiert als fächer- und jahrgangsübergreifendes für Schüler/Innen der Klassen 9-12. Zunächst wurden Pläne gefertigt und begonnen in Arbeitsgruppen sich mit der Materie ver-traut zu machen. Dann begann die Umsetzung, die vor allem im Herbst und Winter kein Zuckerschlecken war, da das Boot mangels geeigneter Räumlichkeiten nur mit einem Carport überdacht war.

Das Boot ist ca. 5 m lang, 1.8m breit und für bis zu 8 Personen gedacht. Es soll, wenn es fertiggestellt und optimiert ist auch den Biologiekursen der Schule für Biotop- und Gewässeruntersuchungen zur Verfügung gestellt werden.

Nachdem im Frühjahr die Lenkung und die elektrische Steuerung der Motoren eingebaut war, wurden die Akkus verkabelt und das Solarzellendach konzipiert. Bei einer ersten Testfahrt auf dem Niddastausee stellte sich heraus, dass im wesentlichen alles funktionierte, außerdem wurden erste elektrische-Verbrauchsmessungen gemacht.

Das Solarboot beim Anlegen

Dann wurde das Solarzellendach aufgeschweißt, das dankenswerterweise unentgeltlich die Firma Röhmig in Rosbach übernahm, die über die notwendigen Edelstahlschweißgeräte verfügt. Bevor man die ´große Tour´ von Hanau nach Frankfurt startete mit Schleusen und großen Frachtkähnen, wurde das Boot zunächst noch auf dem Main getestet und weitere elektrische Verbrauchsmes-sungen durchgeführt. Da kurz vor der Tour immer noch Arbeiten anfielen, arbeitete man am Vortag bis nachts um 1h.

Dann ging es zur Rhein-Main Solartour mit David Ortel, Oliver Erk, Nikolai Tepper und AG-Leiter Weckler. Die Hanauer Rudergesellschaft stellte dankenswerteweise ihre Slip-Anlage zur Verfügung, wo das Boot zu Wasser gelassen wurde. Was zunächst widersinnig

erscheint: Der größere Teil der Strecke wurde mit einem Verbrennungsmotor zurückgelegt. Aber: man wollte ja Vergleichsmessungen durchführen am gleichen Bootskörper. Mit etwas Verspätung bedingt durch längere Wartezeiten an den Schleusen, und vorbei am Museumsufer landete die Truppe am Zielort in Frankfurt-Niederrad.

Und das Ergebnis?: Mit einem ca. Faktor 5 besseren Energieverbrauch beim Solar/Elektroantrieb verglichen mit dem Verbrennungsantrieb,(d.h. der Verbrennungsantrieb benötigt 5-mal so viel Energie wie der Solar/Elektroantrieb unter gleichen Bedingungen) konnte die Faktor 4 These von Professor E.U. von Weizsäcker für dieses Boot mehr als bestätigt werden. Außerdem fallen beim Solar/-Elektroantrieb keinerlei Emissionen an und auch die Schallemissionen sind vernachlässigbar im Gegensatz zum Verbrennungsmotor.

Schulprojekt „Mobile Solartankstelle“

von Dr. Dieter Schulze, Dresden und L. König, Radebeul

Radebeuler Schüler zapfen Sonne für Elektromobile an

An der Mittelschule Oberlößnitz in Radebeul wird seit rund 5 Jahren erfolgreich das Projekt "Mobilität und Umwelt" bearbeitet. Ein Beispiel dafür ist die Arbeitsgemeinschaft "Formel-E-Radebeul", die elektrobetriebene Kleinrennwagen aufbaut und Schüler damit an sachsenweiten Wettbewerben teilnehmen. Zur Enertec 2003 in Leipzig stellten Schüler der Mittelschule auf dem Messestand des Bundesverband Solarmobil die leisen Fahrzeuge vor und drehten in der Messehalle ihre Runden ohne Lärm und Auspuffgase.

Seit Mitte 2003 wurde in Ergänzung dazu eine mobile Solartankstelle geplant und gebaut. Die Tankstelle soll zum Nachladen der Akku für die Elektromobile vor Ort an den verschiedenen Wettbewerbsplätzen dienen. Außerdem kann so Hilfsenergie für Steuer- und Messeinrichtungen, aber auch für Anzeigetafeln, während des Rennbetriebs netzunabhängig bereitgestellt werden.

Entwicklungsstand der Tankstelle

2003 beteiligte sich der Förderverein der Grund- und Mittelschule Oberlößnitz Radebeul am Energie-IQ-Wettbewerb der Stadt Radebeul und der Energie Baden-Württemberg mit den Projekten "Mobile Solartankstelle" (Projektleiter Dr. Schulze) und "Kompetenzzentrum für E-Mobile" (Projektleiter Dr. Jugelt). Beide Projekte fanden die Anerkennung der Jury mit dem zweiten und dritten Wettbewerbspreis zu je 5000 Euro.

Im Frühjahr 2004 ist die mobile Solartankstelle gebaut und bis zur Funktionstüchtigkeit realisiert worden. Dazu wurden ca. 70 kg Alu-

miniumprofile in unmittelbarer Projektumsetzung durch Dr. Schulze und die Praktikanten König und Boudelal zu zwei unterschiedlichen Trägergestellen für Solarmodule verarbeitet.

Ein Einachsanhänger der Fa. STEMA sowie 10 Solarmodule der Fa. Solarwatt Dresden zu je 100 Wpeak wurden vom Förderverein gekauft und finanziert. Die Werkstattarbeiten erfolgten, bei zunehmend erfolgreicher Teamarbeit, durch die Obengenannten mit tatkräftiger Unterstützung der Fa. Solarwatt im betriebseigenen Ausrüstungsbau.

In der Folgezeit haben Herr Boudelal und Herr König die mobile Solartankstelle elektrisch ausgerüstet und mit Messgeräten sowie einem solargespeisten Ladegerät (SLX 2085) für gleichzeitig acht 12 V Akkumulatoren komplettiert. Die Anordnung der Solarmodule ist in einer auf dem Anhänger montierten Grundvariante mit 8 Modulen zu je 100 W Spitzenleistung ausgeführt, die mit 2 Solarmodulen gleicher Leistung als Anbausatz verstärkt werden kann.

Das zweite Trägergestell soll ebenfalls im Schulbereich genutzt werden und mit Solarmodulen ausgerüstet, Strom ins Netz einspeisen.

Das nachfolgende Bild zeigt die mobile Solartankstelle in Arbeitsstellung (ohne die zusätzlichen Module) mit den angekippten zwei Modulkassetten zu je 4 Solarmodulen mit 100 W pro Solarmodul, flankiert von Schülern, Herrn König und Herrn Boudelal.

Wesentliche Bauteile und Merkmale

Die mobile Solartankstelle besteht im wesentlichen aus vier Bauteilen:

1. Einachsanhänger:	Eigengewicht	360 kg
2. Solarmodulträgergestell	Eigengewicht	31 kg
3. 11 Solarmodulen	Eigengewicht ges.	108 kg
4. Akkuladestation, Messgeräte, Eigengew.		15 kg
5. Stromversorgung		

Zu 1.: Der Einachsanhänger ist so ausgewählt, dass die beim Straßentransport auf dem Solarmodulträger übereinandergeschobenen Modulkassetten nicht die Außenabmessungen des Anhängers überragen, damit keine weiteren verkehrstechnischen Sicherheitsmaßnahmen erforderlich sind. In dem Anhänger sind die zusätzlichen Solarmodule und 8 Reserveakku für die E-Mobile transportsicher zu verstauen.

Auf dem hinteren Teil des Anhängers sind, gut geschützt beim Transport durch die Heckklappe des Anhängers, das Mess- und Anzeigegerät sowie die Akkuladestation angeordnet. Dort wird die momentane, von angeschlossenen Verbrauchern (z.B. Akku) aufgenommene elektrische Leistung in W angezeigt und die insgesamt gewonnene elektrische Arbeit in Wh erfasst. Mittig dazwischen ist der Kurbelansatz für die Gewindespindel zum Ankippen der Solarmodule montiert.

Der Einachsanhänger lässt sich durch seine drei Räder (die beiden Achsräder und das Stützrad an der Deichsel) in alle Himmelsrichtungen leicht drehen, so dass die Solarmodule manuell in die optimale Ausrichtung zur Sonne gestellt werden können. Die Nachführung der Solarmodule zum Azimutwinkel der Sonne wird also nicht auf, sondern mit dem Anhänger durchgeführt, und erlaubt in unserem Fall eine einfache, interessante und obendrein sehr kostengünstige Lösung.

Zu 2.: Das Solarmodulträgergestell besteht aus einem Unterteil und dem Solarmodulrahmen- träger, in dem zwei Modulkassetten mit jeweils vier 100 Watt Solarmodule übereinander geschoben werden können (Transportstellung). Der Modulrahmenträger lässt sich durch eine spindelgetriebene Hubvorrichtung stufenlos bis auf 30° aufrichten. Die Spindel kann manuell mit einem Ratschenschraubenschlüssel oder einer Bohrmaschine (Akkuschrauber) gedreht werden. Je nach Drehrichtung verändert der Modulrahmenträger seinen Winkel gegen die Horizontale bzw. zur aktuellen Sonnenhöhe.

Die Spindel ist so eingerichtet, dass die Haftreibung zwischen Spindel und Spindelmutter ein selbstständiges Runterschrauben des Modulrahmenträgers sperrt. Damit wird ein ungewolltes Abkippen des Modulrahmenträgers verhindert (Unfallschutz).

Bevor der Modulrahmenträger angekippt wird, sind die beiden Modulkassetten auf ihre Betriebsstellung zu ziehen und die zwei zusätzlichen 100 W Solarmodule und das 60 W Modul für die Stromversorgung der Messgeräte sind an entsprechenden Einhängevorrichtungen zu arretieren.

Zu 3.: 11 Solarmodule: Zehn Solarmodule von jeweils 100 W ergeben eine mögliche Spitzenleistung von 1000 W. Acht dieser Module sind zu jeweils 2 x vier Module parallel geschaltet und entsprechend in den beiden Modulkassetten angeordnet. Jede der beiden Modulkassetten hat eine Spitzenleistung von 400 W bei einer Systemspannung von ca. 34 V. Die Kabelausgänge beider Modulkassetten werden über zwei gegeneinander geschaltete Leistungsdioden wiederum parallel geschaltet und über die Anzeigeelektronik in die Ladestation eingespeist. Die Spitzenleistung addiert sich auf 800 W, die Systemspannung bleibt bei ca. 34 V. Die beiden Leistungsdioden werden mittels eines Kühlkörpers und zusätzlich ab einer bestimmten Erwärmung mit einem temperaturgesteuerten Lüfter gekühlt. Hierzu wird direkt aus den Modulen die nötige Lüfterleistung von ca. 2 W gezogen.

Die Parallelverkabelung der Solarmodule kann von ihrer technischen Ausführung her nicht ohne Weiteres oder aus Versehen zu einer Reihenschaltung der Module verändert werden. Diese Vorsichtsmaßnahme ist notwendig, weil sonst die Systemspannung die Kleinschutzspannung von 50 V gefährlich überschreiten könnte. Da die mobile Solartankstelle in einer Schule beheimatet ist und dort auch betrieben wird, ist die maximale Schutzkleinspannung konsequent einzuhalten (Unfallschutz). Die mobile Solartankstelle muss in regelmäßigen Abständen von einer anerkannten Fachfirma überprüft werden.

Die zusätzlichen 2 x 100 W Module und das 60 W Modul werden durch nicht verwechselbare oder verbindbare Stecksysteme in das elektrische System eingekoppelt, so dass die Nennleistung auf 1000 W aufgestockt wird. Das 60 W Modul versorgt über einen separaten Akku das Mess- und Anzeigegerät.

Zu 4.: Ladestation, Mess- und Anzeigegeräte mit Stromversorgung : Die Anzeigeelektronik wird durch das o.g. Solarmodul versorgt.

Die Akkuladestation SLX 2085 bedarf keiner zusätzlichen Stromversorgung. Sie begrenzt die maximale Ladestromstärke auf 5 A pro Akku. Da an die Ladestation 8 Akku gleichzeitig anzuschließen sind, ergibt das bei einer Ladeschlussspannung von etwa 14,5 V einen solar zu deckenden Leistungsbedarf von ca. 550 W. Bei vollem Sonnenschein ist das kein Problem. Die Solarmodule stellen sogar weitere ca. 450 W bereit, die ungenutzt bleiben, wenn keine anderen Verbraucher zu versorgen sind. Der Leistungsüberschuss verringert sich in dem Maße wie die Sonneneinstrahlung abnimmt.
Wenn die Einstrahlung weiter sinkt, steuert die Ladestation automatisch die optimale Ladung der Akku durch Verringerung des Ladestroms oder Abkopplung einzelner Akku. Die gemessenen Ladezeiten sind bei optimalen Bedingungen ca. 7 Stunden bis zur Volllladung.

Deutschlandfahrt 2004: Die Elektro-Globetrotter

von Manfred Elwing, TWIKE Nr. 060

I. Allgemeines:

Entgegen der Ankündigung 2003, wir würden im Jahr 2004 wegen der aufwändigen Vorbereitungsarbeiten für die Aachener Euregiotour 2004 keine Deutschlandrundfahrt durchführen, haben wir uns dann doch relativ kurzfristig zu dieser Fahrt entschlossen. Aufgrund der geringen Zeit für die Planung wurde die gleiche Strecke wie bei der 1. Deutschlandtour 2003 gewählt, diesmal allerdings im Uhrzeigersinn um Deutschland herum.

Dieser Umstand bewirkte auch, dass wir an vielen Haltepunkten wie „gute alte Freunde“ empfangen und bewirtet wurden. Allen, die uns auf dieser Fahrt unterstützt haben und deren Erwähnung hier vielleicht ein wenig kurz ausfällt, sagen wir ein ganz herzliches „DANKESCHÖN“ für ihre Gastfreundschaft.

Der Autor Manfred Elwing in seinem TWIKE

Die Gliederung des Berichtes hangelt sich am chronologischen Ablauf der Tour entlang, um einen Eindruck von der Dichte der Ereignisse zu vermitteln. Dabei haben wir uns lediglich auf einige Highlights beschränkt – die vielen kleinen Abenteuer am Wegesrand bleiben hier leider unerwähnt, sind aber in unserer Erinnerung und den vielen Fotos gespeichert.

Kurzfassung für eilige Leute mit wenig Zeit zum Lesen:

Wir sind am 16. Oktober gestartet,
problemlos ca. 1900 km gefahren,
haben zwischendurch ca. 50 mal geladen,
(bei einem Verbrauch zwischen 5,5 kWh beim TWIKE und 13 bzw. 15 kWh für Skoda / Golf, jeweils für 100 km,
haben hin und wieder übernachtet,
angenehme Ruhetage verbracht
und sind wohlbehalten am 28. Oktober
nach Aachen bzw. Bochum zurückgekehrt.

II. Das Team und die Fahrzeuge

I.1 Carlo Markulis mit seinem Elektro-Skoda Favorit

Carlo ist „Überzeugungstäter“ mit Herz und Sinn für’s „Elektrische“ – wie sonst lässt sich erklären, dass die Gel-Akkus in seinem Skoda nun schon 60.000 km lang treue Dienste leisten. Ein Wunder?? Die anderen Team-Mitglieder durften sich unterwegs sehr oft davon überzeugen, mit wie viel Gefühl und Wissen Carlo zu Werke geht, vor allem, wenn es darum geht, seine Akkus zu pflegen. Bravo !!!

II.2 Stephan + Fenya Nagel mit ihrem Golf CityStromer

Stephan fährt seit 1995 mit Überzeugung CityEl, seit 2002 zusätzlich den Golf CityStromer, Baujahr 1984, umgebaut auf Drehstromvariante. Seine Tochter Fenya (14) kann den Tag nicht erwarten, an dem sie mit dem Führerschein S auch CityEl fahren darf.

Stephans Akribie bei der Planung und Vorbereitung haben uns eine unbeschwerte und erlebnisreiche Tour beschert und durch Fenyas Navigation haben wir überwiegend ruhige und beschauliche Neben-Nebenstrecken genutzt, auf denen das „elektrische Rollen“ ein wahrer Genuss war.

Das Team: Manfred, Fenya, Carlo, Stephan ..... (Foto Fedor)

II.3 Manfred Elwing mit seinem Twike 060

Manfred fährt seit dem 11. Februar 1998 elektrisch, zuerst einen nagelneuen CityEl Targa in rot/schwarz („Red Baron“) und seit dem 16. Juni 2001 das TWIKE 060, („La Paloma“).

Sein großer Traum ist eine Fahrt mit dem TWIKE auf die Lofoten und nach den Super-Trainingseinheiten Deutschlandtour 1 und 2 hofft er, diesen Traum im Jahre 2005 zu verwirklichen.

Arbeitstitel : So ein Glück – so viele Zufälle

... und die Fahrzeuge: VW CityStromer, TWIKE und Skoda Favorit E

III.Vorwort:

Nach einer unvergleichlichen Deutschlandtour 2004 und der glücklichen Heimkehr können wir nun in aller Ruhe über die Begriffe „Glück“ und „Zufall“ philosophieren.

Stephans Vorplanung und Leitung, Fenyas Navigation und Carlos Freundschaft haben die Tour zu einem tollen Abenteuer werden lassen. Wir haben so viele schöne Dinge erlebt, dass wohl irgendwann einmal ein reich-bebilderter Reisebericht entstehen wird. Zufällige Bekanntschaften, schier unglaubliche Zufälle und viele, viele interessante Gespräche und Diskussionen haben der Fahrt gewürzt und viele Ideen für weitere (und vor allem die Sehnsucht nach weiteren) solcher Fahrten geweckt (z. B. Aachen – Königsberg auf der „alten B 1“ oder Bochum – LOFOTEN).

Mit dem Vertrauen in die Technik der Fahrzeuge und dem Bewusstsein : „Überall gibt es freundliche, hilfsbereite und aufgeschlossene Menschen und soooo viele Steckdosen“ scheinen die Möglichkeiten unseres ‚Elektro-Tourismus’ schier unbegrenzt.

Wir hoffen, dass unsere Erfahrungen und Erlebnisse für die vielen Elektro-Mobilisten Mut und Ansporn bedeuten, ähnliche Touren zu unternehmen – es lohnt sich wirklich in jeder Beziehung !!!

Manfreds Anreise

Manfreds Anreise geht sehr gemütlich und bei schönem Wetter über Lüdinghausen nach Münster. Dort trifft er Gerd Bruns und abends gehts zum Solar-Mobil-Stammtisch-Münster. Gerd Bruns hatte eingeladen und viele „alten Hasen“ und E-Mobilisten waren gekommen:

Ludger Tybus, lutybus@muenster.de
Wolfgang Klievering, klievering@t-online.de
Claudia Lissek,
Chris Klump, c-klump@muenster.de
Harry Ky,
Harald Neh, HaraldNeh@aol.com
Heiner Jacken, heiner-jacken@gmx.de
und erfreulicherweise 2 ‚neue’ CityEl-Fahrer :
Lutz Verhorst nebst Gattin
und Bernd Illig.

Die Tour

Sonntag, 17. Okt. Münster – Nienburg km 220 - 409

Gerd Bruns und Wolfgang Klievering geleiten uns im Morgengrauen und bei Nieselregen aus Münster und wir erreichen bald Warendorf, Hier meldet sich Fedor Krämer per Handy, und plötzlich steht sein leuchtend-roter Hotzi am Wegesrand. Herzliche Begrüßung, Austausch der neuesten Nachrichten aus der Szene und schon geht’s weiter.

In Bielefeld erwartet uns Bernhard Haaken, Pfarradministrator an St. Joseph mit leckerem Drehstrom für die Fahrzeuge und köstlichem Mittagessen für Piloten und Navigatorin. Als sich eine Fehlermeldung auf dem Display des TWIKES nicht mehr ignorieren lässt und der technisch unbegabte Twikepilot den Fehler nicht selbst beheben kann, ist der nächste Zufall „fällig“. Martin Möscheid meldet sich per Handy und erkundigt sich nach dem Verlauf der Tour. Zufällig ist er ganz in der Nähe und kurze Zeit später ist er mit Freundin Barbara Wilms zur Stelle, legt seine „segnende Hand“ auf das TWIKE 060 und nach einer gemütlichen Kaffeerunde geht’s dann weiter auf die nächste Etappe.

Nach kurzem Zwischenbesuch in Minden bei Rainer Hinrichs Fa. Elektro Hinrichs GmbH & Co. KG gehts weiter nach Nienburg. Im Naturfreundehaus in Nienburg wartet die nächste Überraschung auf uns: Unser Freund, Langstreckenfahrer, CityEl Fahrer und Ausrichter mehrerer E-Mobil-Treffen Enno Meier ist ‚mal eben’ aus Ritterhude angereist, um uns zu begrüßen. Nach einem vorzüglichen Abendessen und einer angeregten Unterhaltung mit Enno verabschiedet dieser sich wieder Richtung Norden und wir schlafen uns in den komfortablen Betten des Naturfreundehauses aus, derweil unsere Fahrzeuge im Garten des Hauses aufgeladen werden.

Bei Rainer Hinrichs in Minden, rechts sein City El

Montag, 18. Okt. Nienburg – Mariental km 409 - 582

Hans-Dieter Bleckmann kommt uns in seinem TWIKE entgegen und geleitet uns zu seinem TWIKE Center Wedemark. Wir sind begeistert von seinem „Fahrzeugpark“ und der Helio-Roller wird sofort probegefahren – Supergefährt ! und preis – wert !! = ist unser Eindruck. Erstaunt und voll Bewunderung hören wir seine Berichte von internationalen Meisterschaften, bei denen er und seine Fahrzeuge immer sehr gut abgeschnitten haben. Sein Bruder in Hamburgs „**Zweirad und Zukunft e.V.“** entwickelte und Hans-Dieter vertreibt übrigens auch das einzigartige Liegerad HORIZONT, mit dem er ebenfalls viele Erfolge verbuchen konnte.

Dienstag, 19. Okt. Wolfsburg und ehemalige innerdeutsche Grenze km 582 - 639

Vom Campingplatz Mariental fahren wir zurück Richtung Wolfsburg und besuchen die Autostadt. Eigentlich alles „ wie gehabt „ – elektrische Ladung bei VW und ein unvergesslicher Rundgang durch den weitläufigen Park und die zahlreichen Pavillons und Museen. Etwas peinlich berührt bin ich von dem sakralen Charakter der meisten Gebäude. Wird hier etwa das goldene Kalb „Verbrennungsmotor-PKW“ umtanzt ?!! Da fühle ich mich als überzeugter Solar-Leicht-Mobilist etwas verloren.

Mittwoch, 20. Okt. Mariental – Leipzig km 639 - 850

Als wir im Morgengrauen durch das verschlafene Städtchen Eichenbarleben vor Magdeburg an der alten B 1 rollen, geht dem TWIKE der Saft aus. Also heißt es mal wieder: Strom-Suchen. An einer Apotheke ist Licht, doch die dort tätige Putzfrau zuckt bedauernd die Schultern, verweist dann aber aufgrund meiner Beharrlichkeit auf das Haus gegenüber : „Versuchen Sie’s doch mal bei Laues gegenüber. Die sind schon immer früh auf den Beinen.“ Ich klingle gegenüber und trage dem älteren Herrn, der öffnet, mein Anliegen vor. „Aber

klar, junger Mann!“ sagt er. „Fahrn’se ruhig auf den Hof.“ Herr Laue ist Motormüller und kennt was von elektrischer Leistung und Absicherung mit 16 A - 32 A - 63 A >>> also keine Angst vor hohen Strömen ! In den 1,5 Stunden, in denen das TWIKE von ‚ganz leer’ auf ‚ganz voll’ geladen wird (das nenn’ ich mal zyklisches Fahren !) komme ich in den Genuss einer Privatführung durch die alte Motormühle. Alle Maschinen und Geräte sind noch angeschlossen und voll funktionsfähig und werden mir im einzelnen vorgeführt. Dazu gehört auch ein Kurzseminar über verschiedene Mühlsteinmaterialien, -härten und -herstellungsverfahren und als Abschluß-Gag eine Fahrt mit dem Sack-Aufzug. Danke, Herr Laue !!! (Magdeburger Str. 17 - 39167 Eichenbarleben)

Donnerstag, 21. Okt. Ruhetag in Leipzig ca. 50 km elektrisch mit Chauffeur (Straßenbahn)

Freitag, 22. Okt. Leipzig – Saalburg km 850 - 988

Die Berge zwischen Leipzig und Saalburg fressen Strom. Ein DAIHATSU – Autohaus mit Werkstatt verheißt Hilfe. Während die Akkus aufgeladen werden, drehen sich die Gespräche um Marketing, die Situation und die Chancen in den neuen Bundesländern, aber auch um die Lage des Einzelhandels und die Veränderungen, die der Online-Handel für Verbraucher und Händler bringt.

In Gera verhelfen mir leere Akkus zu einer netten Bekanntschaft. Die durch die Hitze während der 1. Deutschlandtour getrübte Erinnerung lässt mich die Strecke zur Energieversorgung Gera falsch einschätzen : ca. 1 km vor der heißersehnten Steckdose unter der großen Solaranlage (echter Solarstrom also !!!) geht dem TWIKE an einer Steigung der Saft aus. Die Steigung lässt auch kein Pedalieren mehr zu und so wende ich mich an die lieben Leute vom Nissan-Autohaus Dieter Böttcher mit der Bitte um ein paar Watt. Die Mitarbeiterin Frau Strauß kümmert sich um mich und meine „Energiesorgen“ und nach kurzer Zwischenladung geht’s dann mit Volldampf hoch zu den Stadtwerken, wo man schon mit Vertretern der lokalen Presse und einem prima Mittagessen auf uns wartet.

Auf dem Campingplatz „Kloster“ in Saalburg werden wir mit großem „Hallo“ empfangen. Der Platz ist traumhaft schön an einem See gelegen, der im Licht der Abendsonne eine sehr romantische Atmosphäre bietet. Ein älterer Herr und Dauercamper führt uns stolz seinen Elektroroller vor, den er für Einkaufsfahrten in die Stadt und zum Fahren auf dem weitläufigen Platz nutzt. Er ist begeistert von unseren Fahrzeugen und macht eifrig Reklame für uns.

Samstag, 23. Okt. Saalburg – Bayreuth km 988 - 1152

Bei der Akkufabrik MOLL in Staffelstein werden wir wieder mal wie gute alte Freunde empfangen und fürstlich bewirtet: heißer Drehstrom und kalte Platten in Hülle und Fülle !!! Wir erhalten jede Menge Infos zum Werk, der Produktpalette und dem Marketing der Firma. Auch den roten POLO-Elektrik, der seit Jahren bei MOLLs gute Dienste leistet und vom Werksleiter wie sein Augapfel gehütet und gepflegt wird, können wir bewundern.

Unterwegs erfahren wir, dass Rolf Wahner für diesen Abend zu seinem 4mal jährlich stattfindenden Solar-Elektromobil Fahrertreffen in Bayreuth im „Schimmala“ eingeladen hat. Außerdem läd uns Michael Schmitt ein, anschließend in seinem „Passiv-Energie-Haus“ zu übernachten. Wir beschließen spontan, die Reiseroute zu ändern und sitzen um 18:55 Uhr in Bayreuth im Schimmala am Stammtisch, zu dem 15 Teilnehmer gekommen waren. Mit dabei eine evangelischer und ein katholischer Geistlicher, beide fahren je einen CityEl.

Sonntag, 24. Okt. Bayreuth – Herzogenaurach km 1152 - 1260

Nach einem guten Frühstück und einem Fototermin mit der lokalen Presse geht es bei herrlichem Herbstwetter weiter durch das Wiesenttal zwischen Bayreuth und Forchheim, ein wildromantisches Tal vom meandernden Flüsschen durchströmt mit Herbstaubfärbung in der Mittagssonne – da lass’ ich jeden Rhein- und Moselabschnitt für stehen. Auf dem „Reifenberg“, einer kleinen Anhöhe neben dem Tal, wohnt Roland Reichel vom bsm, den wir natürlich besuchen mußten. Von dort gings nachmittags weiter nach Herzogenaurach zum „Internationalen Imbiss“ mit indischem Curry und dann zu Peter Maier, dem 1. Vorsitzenden des Solarmobil Vereins Erlangen e. V.. Er lädt uns zu sich nach Haus ein zu Kost und Logis für eine Nacht. Peter ist „solarmobiles Urgestein“ und kann von den ersten Schritten der modernen Solarmobilgeschichte (sprich: Tour de Sol etc) viele interessante Begebenheiten berichten. Auch eine umfangreiche Fotosammlung, die m.E. nach Digitalisierung und Weiterverbreitung schreit, nennt er sein eigen und kann dadurch seine Berichte veranschaulichen.

Solarstromtankestelle Reifenberg, bestens bekannt von der Deutschlandtour 2003: hier gibts leckeren Drehstrom bis 10 kW

Montag, 25. Okt. Herzogenaurach – Großheubach km 1260 - 1460

Zu Besuch bei CityCom in Aub-Baldersheim: Carlo ist „total happy“, als er einige heißersehnte Ersatzteile für seinen City-El ‚direkt vor Ort und an der Quelle’ kaufen kann. Staunend stehen wir in der Montagehalle und werfen sehnsüchtige Blicke auf die vielen Akkus aller Couleur – von Blei-Gel bis Litium-Ionen ist alles vertreten, was das Herz eines Solar-Mobilisten höher schlagen lässt. Bei einem deftigen Imbiss schwatzen wir mit Karl Nestmeier über viele Fragen, die wir schon immer zum CityEl hatten und werden vorzüglich informiert. Auf Neuerungen aus dem Hause CityCom darf man echt gespannt sein.

Carlo schaut sich bei CityCom in Aub schon mal die Lithium Akkus an

Nanu, ein Microcar zwischen zwei CityEl? In Aub bei CityCom?
Soll der etwa auch mal elektrisch fahren?

In Wertheim angekommen, zeigen sowohl die Akkus als auch der Magen eine grosse „Leere“. Was liegt da näher, als mal wieder bei

Dienstag, 26. Okt. Großheubach–Geisenheim km 1460 - 1600

Schon wieder sauberer Solarstrom in die Tanks..

Mittwoch, 27. Okt. Geisenheim – Koblenz km 1600 - 1684

Auf dem Marktplatz vor dem Rathaus in Rüdesheim ist Wochenmarkt. Wir laden „wieder mal“ leckeren Drehstrom aus dem Verteiler der Stadtverwaltung, der normalerweise nur für die Versorgung der Marktstände vorgesehen ist. Während die Akkus befüllt werden, haben wir bei herrlichem Wetter wieder mal ausreichend Zeit, um an den Marktständen vorbei zum Rheinufer und schließlich durch die unvermeidliche Drosselgasse zu schlendern.

Eine ideale Kombination aus Gastfreundschaft und Professionalität erwartet uns bei unserer letzten Übernachtung auf dem Campingplatz Moselbogen in Koblenz Güls. Auch hier werden wir wie gute alte Freunde willkommen geheißen und erhalten bevorzugte Stellplätze mit ausreichender Absicherung für unsere „stromdurstigen Vehikel“. Der „Chef vons Ganze“ macht ein Foto für die Gästeliste auf der Homepage und wir genießen die hervorragende Küche des benachbarten Hotel – Restaurants „Sporthafen“.

Donnerstag, 28. Okt. Koblenz – Aachen / bzw Bochum km 1684 – 1877 bzw. 1906

Am letzten Tag unserer Tour trennen sich unsere Wege in Bad Breisig. Stephan, Fenya und Carlo nehmen den direkten Weg Richtung Aachen und ich tanke mich durch Köln, Leverkusen und Wuppertal Richtung Bochum.

Spät abends versichern wir uns per Telefon, dass alle gesund und glücklich zu Haus angekommen sind.

Die Deutschlandtour ist gerade vorbei, da plant Manfred schon wieder eine große Tour für sein TWIKE060:

… auf nach Norwegen

2005 möchte ich mir einen lang gehegten Traum erfüllen und plane für die Sommermonate eine Tour nach Norwegen, genauer gesagt : nach Narvik und auf die Lofoten.

Fähre >> Kiel–Oslo–Kiel, ansonsten:
>> Oslo-Bergen-Trondheim–Narvik nordwärts und
>> Trondheim-Gudbrandsdalen-Lillehammer-Oslo zurück.

Meine bisherigen Recherchen haben ergeben, dass in Norwegen eine recht aktive „Gemeinde“ von E-Mobilisten existiert,

>> http://www.evguide.nu/
>> http://www.sparenergi.no/elbil.htm

die mir bereits vielfältige Unterstützung für die Tour zugesagt haben.

Die Akkus meines TWIKES haben eine Reichweite von ca. 55 km und somit sind Tagesetappen von 150 – 180 km möglich, ohne dass die Angelegenheit in Stress ausartet. Pro Woche ist ein Ruhetag geplant. Auf jeden Fall möchte ich ca. zwei Wochen auf den Lofoten bleiben. Mitte bis Ende Juni 2005 werde ich in Bochum starten.

Sollte jemand Lust und Mumm haben, die Tour mitzufahren, bin ich gern bereit, gemeinsam mit ihr/ihm zu planen. Dabei erscheinen mir drei Fahrzeuge eine ideale Gruppengröße, um bei den Ladehalten nicht auf größere Probleme zu stoßen.

Sonnige Grüße
Manfred TW 060
Manfred.Elwing@twike.de

Fahrt mit City-EL nach Spanien

Bericht von Gottfried Schulz

Seit meiner Pensionierung überwintern meine Frau und ich in Spanien und immer wieder sind wir auf der Fahrt dorthin bepackt wie die Esel. Einmal wollte ich auch den CityEl mitnehmen. Auf unserem Anhänger paßte das E-Mobil nicht mehr, so daß ich die Entscheidung traf, mit dem E-Mobil nach Spanien zu fahren.

Mein 9 Jahre altes City-EL war mir nicht sicher genug, so daß wir im August 2003 bei der Firma City-Com ein Neues zusammengebaut haben. Kurze Zeit danach erfolgte die erste größere Fahrt nach Münster zu meiner Schwester. Fahrtroute Grafschaft-Köln-Neuss-Wesel-Münster.

Der erste Tankstop war in Köln-Worringen(ca. 65km) und ich war begeistert von der Reichweite, zumal einige Steigungen, bzw. Ampelstops zu bewältigen waren. Die Hin- und Rückfahrt verlief ohne Probleme und die lange Fahrt konnte in Angriff genommen werden. Vorbereitungen wurden getroffen wie Fahrtroute zusammengestellt, Kartenmaterial ablichten u.s.w.

Der Autor und sein CityEl

Am 15.09.03, 8.30 Uhr gings los. Von Grafschaft-Nierendorf nach Bad Neuenahr-Heppingen (B266)-Sinzig (B9)-Bad Breisig-Andernach-Koblenz.

Nachdem ich den Bericht von der Deutschlandtour gelesen habe, verstehe ich die Schwierigkeiten, die Stefan Nagel mit seiner Truppe hatte (B9 ab Andernach-Autostraße). Mir sind die Parallellstraßen bekannt, so daß ich keinerlei Probleme hatte. Erster Stop in Koblenz (59km) an einer Tankstelle und nach einem Stadtbummel in Koblenz gings 12.30 Uhr weiter auf die B42 Richtung Wiesbaden. Genau 1 kW zogen sich die Batterien herein. Nach 130km (in Östrich) suchte ich mir eine Steckdose. Die Privatleute waren recht freundlich und weiter gings Richtung Wiesbaden über die Rheinbrücke nach Mainz auf die B9 weiter Richtung Nierstein. In Mainz-Bodenheim versuchte ich gute Bekannte aufzusuchen, jedoch mit diversen Schwierigkeiten, da die Bekannten nicht mehr in der alten Wohnung angetroffen werden konnten. Ein großes „Hallo“ erfolgte bei der Begrüßung und ich wurde sehr freundlich aufgenommen.

Nach einer „Weinprobe“ (die Bekannten sind Weinbauern) wollte ich weiter zum nächsten Campingplatz. Die Familie bot mir einen „Schlafplatz“ an, so konnte ich die erste Nacht in einem normalen Bett verbringen.

Start am 16.09.03, 8.10 Uhr nach einem guten Frühstück und einer Flasche Silvaner als Wegzehrung gings weiter auf der B9 Richtung Ludwigshafen. Hinter Ludwigshafen wurden die letzten Kilometer nach Altrip zur „Schleichfahrt“. 72 km ist wirklich eine gute „Reichweite“. Gesamt km-Stand 240.

Die erste Straße in Altrip bog ich ein und fragte nach Strom. Die Frau rief nach ihrem Sohn, der meinem Ansinnen sofort nachkam. Ein schattiger Platz und eine Außensteckdose, was will man mehr. Nach einiger Zeit wurde ich zu einer Tasse Kaffee eingeladen und weiter gings nach 2 Stunden Richtung französische Grenze (1,04 kW).

Bei km 298 in Wörth am Rhein war der nächste Tankstop fällig. Jetzt blitzte ich erstmal voll ab. Die Frau wußte sicherlich nicht einmal, was ich wollte. Nun ja, es gab noch mehr Häuser in Wörth. Ein älterer Mann gab mir Strom und die Frau erschien sofort mit Apfelsaftschorle, die bei dem schönen Wetter richtig gut tat. Nach einem ausgedehnten Spaziergang und der Besichtigung eines vermutlich privaten „Zoo“ (vorwiegend Federvieh) fuhr ich weiter zur Grenze, die ich gegen 16.30 Uhr in Lauterbourg überquerte. Dank „Schengener Abkommen“ keine Kontrolle. Über eine Nebenstrecke kam ich gegen 17.30 Uhr nach Drusenheim und bei dem ersten Haus, an dem ich nach Strom nachfragte, konnte ich an die Steckdose. Erste kleine Schwierigkeit – mein Verlängerungskabel konnte ich nicht einstöpseln, da im Stecker ein Stift (Erde) herausragte (franz. System). Der Mann holte einen Adapter und die Batterien konnten aufgeladen werden. Kurzerhand verkaufte der Mann mir den Adapter für 5 Euro und beide Beteiligten waren zufrieden. Um 19.10 Uhr traf ich auf dem Campingplatz im Gambsheim ein. Die Schranke war zu und nach dem Aushang stellte sich heraus, daß ab 19.00 Uhr das Büro nicht mehr besetzt war. Die Schranke konnte „umfahren“ werden, dank des schmalen wendigen E-Mobil. Plätze waren genug vorhanden und ich stellte mein Zelt auf. Nach kurzer Zeit stellte ich fest, daß das E-Mobil nicht mehr aufgeladen wurde. Nacheinander setzte ich 5 Steckdosen außer Betrieb, weil die Steckdosen wahrscheinlich nur mit 4 oder 5 Ampère abgesichert waren.

17.09.03, 7.45 Uhr: Abfahrt vom Campingplatz -Batterien voll- Büro immer noch nicht besetzt – das wars! Weiter Richtung Straßburg. Nach einer „Ehrenrunde“ in Straßburg finde ich die Nebenstraße Richtung Plobsheim und eine sehr schlechte Straße bis Marcholsheim. Es zeigt sich, daß die relativ harten Blattfedern und ein Luftdruck von 3 bar den Rücken schon arg strapazieren. Hier sollte und müßte die Firma CityCom nachbessern! Die nächsten Tankstopps sind weiter nicht erwähnenswert und über Neuf-Brisach geht’s weiter Richtung Wittelsheim. Ich wende und fahre eine Nebenstrecke Richtung Wittelsheim. Durch den Umweg kommt mein Zeitplan durcheinander und ich muß einen Tankstop einlegen. Der 77-jährige Mann spricht gut Deutsch und erzählt mir seine Lebensgeschichte und bietet mir Essen und Trinken an. Nach Wittelsheim gelange ich auf die N 83 –Autostraße- kümmere mich jedoch nicht darum. Nach ca. 6-7 km verlasse ich die Autostraße und fahre die N 83 weiter. Jetzt beginnt eine Berg- und Talfahrt (Ausläufer der Vogesen) und die Energie der Batterien gehen zur Neige. Es dämmert bereits und in der nächsten Gaststätte frage ich nach Strom. Nach kurzer Tankzeit weist ein Gast auf einem Campingplatz in La Chapelle hin. Ziel war eigentlich Belfort?!

18.09.03, km 538: Die Übernachtung kostete 6,- Euro, da kann man nicht „meckern“. Noch schnell ein Foto und weiter gings über Belfort auf der N 83 Richtung Besancon. Nach 45 km Tankstop in Mediese bei einer Reparaturwerkstatt für Kleinmotorgeräte. Außensteckdose vorhanden, noch schnell ein Foto und

weiter. Bei km 626 erreiche ich Roulans und treffe erstmalig recht unfreundliche Leute an, die mich widerwillig an die Steckdose lassen. Auch in der nächsten Stadt habe ich unerwartet einige Schwierigkeiten, Strom zu zapfen. Erstmalig wurde ich schroff abgewiesen und zu einer Werkstatt (Renault) geschickt. Privatleute (Frau mit Sohn) ließen mich dann an die Steckdose und wir saßen anschließend zusammen bei Kaffee und Kuchen. Ich komme um 17.00 Uhr in Dole auf dem Campingplatz an, besichtige die schöne Stadt mit ihren alten Stadtkern, Dole ist der Geburtsort von Pasteur.

19.09.03, km 692 Gegen 11.00 Uhr treffe ich am Campingplatz „Domaine du Chatenau de l'Enerviere" in Gigny (ca. 24km hinter Chalon) ein, ein herrlicher Platz mit Pool. Die Fahrt verlief optimal. Das Verdeck hatte ich abgknöpft, die Straße war sehr gut (kaum Verkehr). Es machte richtig Spaß! Ach, ein kurzer 20-minütiger Tankstop mußte eingelegt werden. Da ich keinen Euro-Stecker besaß, half ein freundlicher Holländer aus. Einen Adapter besorgte ich mir am nächsten Tag in Chalon bei dem Baumarkt „Castorama". Meine Frau trifft gegen Mittag mit dem PKW und Hänger ein und wir fahren am

21.09.03, km 820 weiter nach Süden. Der nächste Stop ist Corcelles. Die sehr freundlichen Franzosen bitten uns herein und bieten Kaffee an. Der Mann sprach recht gut Deutsch und berichtete über seinen Aufenthalt bei der Expo in Hannover. Vor Lyon wollte ich nochamls „tanken", bog von der Straße nach links ab (Neuville). Im zweiten Stock schauten Leute aus dem Fenster, die ich um Strom bat. Die Verlängerungsschnur wurde hoch geworfen und schon floß der „Saft".

Durch Lyon folgte ich meiner Frau, die mich durch die Stadt lotste. Ohne Probleme gelangten wir nach Givoss/Rhone, wo aufgetankt wurde. Beim nächsten Stop befanden sich 6 Personen im Garten in einer gemütlichen sonntäglichen Runde. Ein wenig Aufsehen erregte ich schon mit meinem „Gefährt" und man ließ mich sofort an die Steckdose. Eine der Frauen sprach spanisch und so konnte ein wenig „Kommunikation" stattfinden. Der Campingplatz Beausejour-Chanas war recht einfach, aber sauber.

22.09.03, km 1010 An diesem Tag regnete es ab Mittag recht stark. Eine Steckdose wurde nicht gefunden, so daß mein Notstromaggregat herhalten mußte. Wir mieteten auf dem Campingplatz ein Häuschen mit Balkon (für unseren Schäferhund).

23.09.03, km 1226 Tankstop bei Uckant bei einer Citroenwerkstatt –unfreundlich- was soll's. 1 Euro bezahlt für die Kaffeekasse. Montpellier im dichten Fahrzeugverkehr mein Begleitfahrzeug verloren, jedoch Ortsausgang N 112 wiedergefunden. In Sete am Bauhof nachgetankt. Meine Frau war vorgefahren und in Agde haben wir uns wiederum verloren (ich tummelte mich auf der Autostraße herum, meine Frau gesittet auf der Nationalstraße). Campingplatz California bei Vias.

Das City-El passiert die Grenze

24.09.03, km 1341 Ausschließlich mit eigenem Generator nachgetankt. Die Franz./Spanische Grenze wurde 17.30 Uhr passiert und wir hatten unsere Wahlheimat erreicht. 650 km mußten noch zurückgelegt werden. Nach gut 27 km Fahrstrecke überschätzte ich meine Energiereserven und ich blieb an einer Steigung auf der N II liegen. Da kein Standstreifen vorhanden war, fuhr ich auf eine Wiese. Kein Haus, keine Steckdose weit und breit und so mußte ich meine Frau über Handy herbeibitten, um mit dem Generator die Batterien zu aktivieren. Nach 10km kam eine Tankstelle, an der ich während der Nacht nachladen konnte. Wir schliefen im PKW.

25.09.03, km 1530 Jeweils an Tankstellen getankt, bzw. Generator eingesetzt. In der Mittagszeit fuhren wir im „Stop and Go" durch Barcelona; vorbei am Hafen/Olympiadorf Richtung Sitges. Hier gings am Meer entlang, Serpentinen hoch und nach ca. 25km erreichten wir Sitges. Eine Stadtbesichtigung folgte und Übernachtung auf dem örtlichen Campingplatz.

26.09.03, km 1700 Wiederum vorwiegend mit Generator getankt. Wir wollten den Campingplatz in Alcossebre anfahren. Nach 14km und sehr schlechter Straße erfolgt ein Hinweisschild, 1km bis zum Platz auf unbefestigter Straße. Wir gaben auf und übernachteten in einem Hotel.

27.09.03: Meine Frau fährt zum Zielort Moraira vor und ich bin mit dem Generator alleine unterwegs. An der Tankstelle BP zwischen Meliana und CV 300 Almassora bat mich der Tankwart nach kurzer Zeit, den Stecker heraus zu ziehen, weil er seinen Chef erwartete. Auf dem Campingplatz „Cevesa Gardens Cola del Perellonit" wurde 3,80 Euro für den Stromanschluß verlangt. Das Wahnsinnsangebot wurde ausgeschlagen und der Generator eingesetzt. Bis Moraira mit Generator getankt und um 21.30 Uhr kam ich am Zielort an.

Gefahren waren insgesamt km 2155.

Die Fahrt in Zahlen:

- 49x wurden die Batterien aufgeladen
- 17x wurde die Ladeleistung in kW gemessen
- 12.155 Kilometer wurden zurückgelegt
- 44 Kilometer wurden mit dem City-El im Schnitt mit einer Batterieladung gefahren
- 12 Tage unterwegs, ein Ruhetag in Gigny am 20.09
- 196 Kilometer am Tag zurückgelegt.

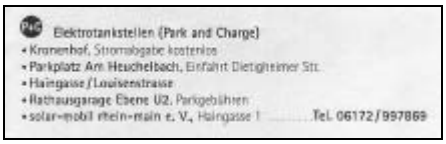
Park & Charge: Bad Homburger Modell

von Roland Reichel, nach Informationen von „Solarmobil Rhein-Main“

Bad Homburg in Bewegung:

Der Magistrat der Stadt Bad Homburg hat auf Anregung der Lokalen Agendagruppe Mobilität und Verkehr einen Mobilitätsführer mit dem Namen "Bad Homburg in Bewegung " herausgegeben mit dem Untertitel "Informationen über Wege durch unsere Stadt".

Aufgelistet sind u.a. auch 4 Elektrotankstellen nach dem ***Park&Charge*** System des bsm (siehe Orginalausschnitt aus dem Stadtplan).



Der nebenstehende Planausschnitt zeigt die Lage der P+C Stromtankstellen am nördlichen Rand der Innenstadt, nördlich vom Schloss, am Rathaus und südlich an der Gaststätte "Kronenhof".

Die Installation der öffentlich zugänglichen Stromtankstellen geht auf Initiativen des Vereins "Solarmobil Rhein-Main" zurück, der nach Angaben des 2. Vorsitzenden Michael Bernhardt die Anschaffung auch aus eigenen privaten Mitteln finanziert hat.

"Damit ist Bad Homburg wohl die Stadt Deutschlands mit der größten Dichte an öffentlich zugänglichen Stromtankstellen für Elektromobile," meinte anläßlich einer kleinen Feier am 4.12.2004 Roland Reichel, der Vorsitzende des Bundesverband Solare Mobilität. Mit bewegenden Worten dankte der 2. Vorsitzende, Thomic Ruschmeyer, während der Feier dem Verein "Solarmobil Rhein-Main" und insbesondere Michael Bernhardt für diese einzigartige Initiative.

Der bsm nennt dies fortan "Bad Homburger Modell für ***Park&Charge*** Stromtankstellen" oder kurz **"Bad Homburger Modell"**. Gerade im Zuge der neuen Luftreinhaltungsgesetze, die Anfang 2005 in Kraft treten, können Städte ihren Beitrag zur Luftreinhaltung auch dadurch leisten, dass sie den Gebrauch von Elektrofahrzeugen fördern.

Der bsm empfiehlt daher allen interessierten Gemeinden die Nachahmung des "Bad Homburger Modells" und die Installation von Stromtankstellen für Elektrofahrzeuge. Der bsm erhofft sich dadurch eine größere Aktzeptanz und Verbreitung von Elektromobilen und Elektrorollern. Elektrofahrzeuge sind am Ort des Gebrauchs zu 100 % emissionsfrei. Außerdem sind sie sehr leise und damit gerade für Kurorte bestens geeignet.

Damit die Tankstellen in Bad Homburg nicht umsonst installiert wurden, will Solarmobil Rhein-Main im nächsten Jahr einige Veranstaltungen zur Werbung für eine solare Mobilität durchführen. So ist im Frühjahr 2005 auf dem Marktplatz ein "kleiner Solarmobil Markt" geplant, der die aktuellen Mobile einer interessierten Bevölkerung näher bringen will.

Weitere Tankstellen:

Der Verein "Solarmobil Rhein-Main" berichtet mit der Überschrift **"Neuer Weg zur Finanzierung einer Park & Charge Tankstelle"** über eine weitere Neuinstallation:
Zur Messeveranstaltung Öko-Trends in Gelnhausen eröffnete Bürgermeister Michaelis gemeinsam mit Dr. Consemüller vom BUND und Michael Bernhardt von Solarmobil Rhein-Main e.V. eine ***Park&Charge*** Stromtankstelle. Die Tankstelle ist eine von ca. 15 Stationen, die im Rhein-Main-Gebiet inzwischen installiert wurden. Neu ist allerdings die Art und Weise der Finanzierung. Gemeinsam teilten sich der BUND, die Stadt Gelnhausen und Solarmobil Rhein-Main e.V. die Kosten.

Eine weitere P&C Stromtankstelle wurde kürzlich in Eschborn am Eingang der Tiefgarage der GTZ eröffnet, siehe auch den Bericht dazu in den Solarmobil Mitteilungen Nr. 54 vom Okt. 2004.

Park & Charge Stromtankstellensystem für Elektroutos:

Der bsm informiert auf seinen Internetseiten über das ***Park&Charge*** Modell, siehe www.park-charge.de Die Anschlussboxen des bsm bestehen aus als Stromtankstelle zertifizierten Anschlusskästen mit ein- oder dreihphasigem Anschluss und allen nötigen Sicherheitseinrichtungen, wie Sicherungsautomaten, FI-Schutzschaltern und Zugangstüren mit Schlüsseln. Das europaweite ***Park&Charge*** System beinhaltet einen einheitlichen Schlüssel, durch den die Nutzer jederzeit Zugang zu den Steckdosen haben. Normalerweise wird vom Betreiber der Strom kostenfrei zur Verfügung gestellt, es können aber auch Energiezähler in die Box integriert werden.

Idealerweise wird Strom aus regenerativen Energiequellen zur Verfügung gestellt, so dass die angeschlossenen Elektromobile dadurch zu emissionsfreien Fahrzeugen oder "Solarmobilen" werden. Das ***Park&Charge*** System beinhaltet auch die Aufnahme der Lademöglichkeit in die Liste von Stromtankstellen, das sogenannte "LEM-NET". Es steht im Internet unter www.twikeklub.ch, aber auch in einer gedruckten Broschüre, zur Verfügung. Die Abkürzung LEM steht für Leicht-Elektro-Mobil.

Ökosteuer hilft dem Klima

Pressemitteilung/pm_05 vom 14.11.2004 zum Klimakongress Hamburg „Verkehr - Macht - Klima“

Wissenschaftler fordern ein besseres Verkehrssystem, mehr Effizienz im Energieverbrauch und gerechtere Steuern "Verkehr macht Klima", diese einfache, aber weitgehend nicht zur Kenntnis genommene Tatsache thematisierte der 2. Hamburger Klimakongress des BUND vom 12. - 14. November im Geomatikum der Universität Hamburg. "Die Tragfähigkeit der Erdatmosphäre ist erschöpft, wir müssen schnell handeln", sagte Prof. Hartmut Graßl "vom Hamburger Max-Planck-Institut. Der Klimaforscher zeigte auf, wie die weltweite Energieversorgung aussehen müsste, um den immer noch ansteigenden Kohlendioxideintrag in die Atmosphäre zu stabilisieren. Graßl war sich mit allen Wissenschaftlern dieses Kongresses einig, dass die Kernenergie in der zukünftigen Energieversorgung keine Rolle spielen dürfe.

Die Uranvorkommen wären dann in wenigen Jahrzehnten erschöpft, während die gesundheitlichen, die technischen und auch die politischen Risiken der Atomtechnologie über Tausende von Jahren nicht kalkulierbar seien. Prof. Dr. Peter Hennicke, Präsident des Wuppertal Instituts, das Mitveranstalter des Kongresses war, stellte fest, dass der Bereich Verkehr rund ein Drittel unseres Energieverbrauchs ausmacht und damit das Klima wesentlich belastet. Er sieht in fahrzeugtechnischen Verbesserungen die beste Möglichkeit zur Senkung der Klimaemissionen des Verkehrs.

"Effizienz ist unsere heimische Ölquelle", bestätigte Dr. Axel Friedrich vom Umweltbundesamt. Er beklagte, dass nach wie vor in vielen Kommunen der Klimaschutz kein Maßstab für die Verkehrspolitik sei. Prof. Monheim von der Universität Trier kritisierte eine einseitige Fixierung der Politik auf das Auto. Er warnte davor, ein System, das bei uns an vielen Stellen bereits zum Kollaps führe, in Entwicklungs- und Schwellenländer zu übertragen.

Joachim Kettner von der Deutschen Bahn AG kritisierte, dass im Gegensatz zum Flugverkehr die Bahn sowohl Treibstoff- als auch Ökosteuer zahlen muss: "Nachhaltige Mobilitätspolitik muss im Interesse unserer Umwelt faire Rahmenbedingungen zwischen den Verkehrsträgern gewährleisten."

Zu diesen Rahmenbedingungen gehörten Preise, welche die ökologische Wahrheit sagen, betonte Prof. Hartmut Graßl. Er warb dafür, die Ökosteuer in Deutschland beizubehalten und weiterzuentwickeln. Zusammen mit den insgesamt steigenden Kraftstoffpreisen sei sie die Ursache dafür, dass der Autoverkehr hierzulande seit wenigen Jahren nicht mehr weiter ansteige. "Die Ökosteuer greift", so der Klimaforscher.

Der Kongress mit seinen zahlreichen Einzelveranstaltungen und insgesamt mehr als 1.000 Teilnehmerinnen und Teilnehmern machte deutlich, dass für den Klimaschutz im Verkehr noch sehr viel getan werden kann und muss. "In der Wissenschaft liegen die Fakten vor und es gibt viele gute Konzepte", so die Hamburger BUND-Vorsitzende Maren Jonseck-Ohrt. "Jetzt kommt es darauf an, dass die Politik sie zur Kenntnis nimmt."

Unterstützt wurde der Kongress durch die Deutsche Bahn AG (DB AG) und die Pinneberger, Verkehrsgesellschaft mbH (PVG/VHH). Die Norddeutsche Stiftung für Umwelt und Entwicklung (NUE) und BINGO-Lotto sind Förderer.

Ansprechpartner: Ulrich Kubina, Tel.: 040-460 63 992

Infos: www.verkehr-macht-klima.de, bund@verkehr-macht-klima.de

verkehr-macht-klima

Bericht vom Klimakongress 2004 in Hamburg von Dieter Elchleb, Hanseatischer Solarmobil e.V.

Vom 12. bis 14. November fand im Geomatikum der Universität Hamburg der Klimakongress zum Thema "verkehr-macht-klima" statt . Eingeladen hatte der BUND, der Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland. Zahlreiche Referenten aus Forschung, Wissenschaft, Politik, Wirtschaft, von Gewerkschaften, Umwelt – und Interessenverbänden konnten sich in diversen Vorträgen und Podiumsdiskussionen über alte und neue Erkenntnisse zu diesem unerschöpflichen Thema auslassen.

Ich kann hier nur einige persönliche Eindrücke wiedergeben, zumal es auch Parallelveranstaltungen gab. Ich hatte mich für die Teilnahme am Forum "Entwicklungsstrategien der Fahrzeugindustrie" entschieden.

Klima in Not

Im Eröffnungsforum wurde die brisante Situation des Weltklimas beschrieben, mit der Erkenntnis, dass der Klimawandel mit globaler Temperaturerhöhung, Anstieg des CO2 Gehaltes der Luft und einer geschätzten Verdreifachung des Energieflusses der Menschheit bis 2050 nicht wieder Rückgängig gemacht werden kann. Lediglich ein Anhalten des Klima-Fensters sei möglich, und das auch nur bei einer Speicherung des Kohlendioxids in Tiefenlagern, so die Meinung von Professor Graßl, dem führenden deutschen Klimaforscher.

Positive Ansätze sieht der Wissenschaftler aber im Emissionshandel, der nicht-regenerative Energien teurer macht und in den hohen jährlichen Zuwachsraten bei regenerativer Energienutzung. Außerdem werden derzeit neue hohe Standards für Verbrauchswerte angestrebt, als Beispiele wurden Kalifornien und China genannt.

Verdrängung des "kleinen" regionalen Verkehrs

Die Verdrängung von Fußgängern, Radfahrern und langsamen kleinen Transportgefährten wie z.B. Karren führt weltweit zur drastischen Abnahme dieses klimaneutralen Verkehrs und zur Zunahme des Verkehrs mit großen Fahrzeugen wie

PKW, LKW, Bussen, Bahnen usw, mit allen negativen Folgen für das Klima und die Gesundheit der sich zunehmend weniger aus eigener Kraft fortbewegenden Menschen. Ursachen sind Verkehrspolitische Fehlentscheidungen im eigenen Land und der weltweite Export dieses wenig erfolgreichen Verkehrsmodells, von dem wir inzwischen wissen, dass das Auto kein Alleskönner ist. Die Folgen speziell in Entwicklungsländern, wo die wenigen Finanzmittel in den Ausbau von Straßen in Städten statt in den Erhalt und Ausbau der Verkehrswege für Fuß- und Radfahrer auf dem Lande gehen, sind die weitere Verdrängung dieses kleinen Verkehrs. Bestes Beispiel ist China, das vom Land der Radfahrer zum Land der Autofahrer wird.

Ursachen für den anwachsenden Verkehr

Ein großer Teil der Redebeiträge setzte sich mit den Ursachen für den weltweit anwachsenden Verkehr auseinander, hier nur einige Beispiele: Globalisierung, Mobilitätsbedarf durch wachsenden Wohlstand, europaweite Ausschreibung von Verkehrsdienstleistungen, Reisetrends, das Auto wird von vielen Menschen als günstigstes Verkehrsmittel angesehen.

Entwicklungsstrategien der Fahrzeugindustrie

Im Gegensatz zu anderen technischen Innovationen, wie beispielsweise der rasanten Verbreitung von Handys, dauern gravierende Erneuerungen im Verkehr sehr lange. Alternativen Kraftstoffen wie Wasserstoff werden aufgrund des siebenfachen Herstellungspreises gegenüber Benzin/Diesel keine Chancen eingeräumt. Auch der Brennstoffzelle als Energiewandler wird aufgrund der hohen Herstellungskosten und mäßigen Wirkungsgrade in naher Zukunft kein Durchbruch gelingen. Dagegen wird die Optimierung konventioneller Benzin/Dieselantriebe vorangetrieben.

Der Bundesverband Windenergie plädiert für den Bau von automatisierten Segelschiffen. Die Firma SkySails stellt ihren bereits sehr weit entwickelten Zugdrachen für Handelsschiffe vor, der eine Treibstoffersparnis von 5 bis 50 % erreichen soll, bei einer Amortisationszeit von maximal 3 Jahren.

Roland Reichel vom BSM berichtete engagiert und spannend vom Aufstieg und der Stagnation verschiedener Solar/Elektromobil-Entwicklungen, dem Konzept der regenerativen Energieversorgung im Netzverbund und der fehlenden politischen Unterstützung für die Verbreitung dieser energiesparenden Fahrzeuge.

Herr Wandt vom japanischen Autohersteller Toyota berichtete über die misslungene Einführungsstrategie des Prius1 Hybrid PKW als umweltfreundliches Fahrzeug. Grund für die sehr niedrigen Verkaufszahlen war die Werbekampagne, in der Umweltverträglichkeit im Vordergrund stand. Eine Kundenbefragung ergab, dass Fahrdynamik, Komfort und Nutzwert an der Spitze der Kundenwünsche stehen, und nicht Umweltfreundlichkeit und Kraftstoffverbrauch. Dies wurde bei der Einführung des Prius2 in die Verkaufsstrategie aufgenommen und schon war ein erfolgreiches Fahrzeug mit stärkerem Antrieb und besserer Ausstattung zum Verkaufsschlager geworden. Der Prius hat derzeit 6 Monate Lieferzeit. Ziel bei Toyota ist es langfristig mit dem Hybrid-Konzept den CO2 Ausstoß auf ein Drittel zu reduzieren. Dieselmotoren sind nach Ansicht von Toyota zu teuer und haben weitere Nachteile gegenüber dem Hybrid Antrieb. Toyota testet derzeit sieben verschiedene Hybrid-Typen, vom Kleinwagen Yaris bis zum Geländewagen und behauptet sich darin als Marktführer. Leider war wieder einmal kein Vertreter der deutschen Automobilindustrie gekommen um die eigene Strategie vorzustellen, falls es denn eine gibt.

Klima-Soforthilfe: Verkehrsvermeidung, Effizienzsteigerung

Bürger sollten selbst die Initiative zu klimaschonenden Maßnahmen ergreifen, denn die Politiker setzen die meisten Vorschläge der Klimaforscher und Wissenschaftler nicht oder nur extrem langsam um. Hier wurden ganz konkrete Beispiele für die Nichtumsetzung preiswerter oder sogar kostensparender Maßnahmen vom Referenten des Umweltbundesamtes Dr. Friedrich genannt. Einige dieser Vorschläge stehen in der folgenden Auflistung:

- Verkehr vermeiden, speziell Reise-, Freizeit-, Lieferverkehr.
- Transportwege durch Bevorzugung regionaler Produkte reduzieren.
- Flugverkehr reduzieren, da Klimawirkung höher als beim PKW-Verkehr.
- Kerosinbesteuerung einführen.
- Fuß- und Radverkehr fördern, er ist preiswert und gesund. CO2 bezogene PKW-Steuer einführen.
- Leichtlauföle einsetzen.
- Leichtlaufreifen einsetzen.
- Effizienzklassen A,B,C,..für Fahrzeuge einführen, wie z.B. bei Waschmaschinen.
  Fahrertraining: Fahrverhalten spart 15 – 25 % Kraftstoff ein.
- Geschwindigkeitsbegrenzung 80km/h Landstraße, 100 km/h Autobahn.
- Ökolandbau fördern, da er klimaschonend ist.
- Bahnverkehr statt Binnenschifffahrt fördern, das ist viel Kimaschonender.
- Energieeffizienz steigern Wirkungsgrade von Maschinen und Geräten.
- Niedrige Grenzwerte für Schadstoffemissionen und Verbrauch.
- Verbot der klimaschädlichen Schwerölkraftstoffe für die Seeschifffahrt.
- ÖPNV: Stadt-Umland Anbindungen verbessern.
- ÖPNV: Statt wenige große Fahrzeuge: mehrere kleinere die häufiger fahren.
- ÖPNV: Stopp von Strecken/Linienstillegungen verbunden mit Arbeitsplatzverlusten.

Klimakiller E-Mobil ?

Zum Abschluss noch eine Feststellung zur Beurteilung der Öko-Bilanz von Elektrofahrzeugen. Diese wurde erneut von den Wissenschaftlern des Kongresses massiv in Frage gestellt, mit der alten Begründung, der Wirkungsgrad im deutschen Kraftwerksmix wäre so schlecht, daß die Ökobilanz im Vergleich zu Dieselfahrzeugen negativ ausfällt. Der Hinweis auf die Nutzung regenerativer Energie für die Aufladung der Batterien wurde dann auch gleich abgeschmettert mit dem Hinweis auf die Hochwertigkeit regenerativer Energie, die besser im Haushalt verwendet werden sollte, wodurch die Abschaltung konventioneller Kraftwerke mit schlechten Wirkungsgraden ermöglicht wird. Dies sei angeblich für die Gesamt-Ökobilanz positiver als die "Verschwendung" von Ökostrom für die Nutzung in Elektromobilen....

Meldungen

Li-Mangan Akkus für Elektro-Leichtfahrzeuge

"Die Firma Lohmeyer-Leichtfahrzeuge erprobt zur Zeit ein neues Lithium-Mangan-Akkupack mit 24 Volt und 10 Ah. Das Akkupack wiegt nur 1,7 kg und ist damit 2 x leichter als die bisherigen NiMh-Akkupacks und 6 mal leichter als vergleichbare Bleigel-Akkus.

Ein Alleweder-E mit Zulassung als Leichtkraftrad (45 km/h + human power) fährt dann mit 3,5 kg Akkus 20-30 km (2 Akkupacks), mit 21 kg Akkus 120-180 km.

Der Preis wird kaum über dem von NiMh-Akkus liegen.

Nach der Erprobung werden wir diese Zellen zum Nachrüsten für Elektrofahrräder aller Art anbieten, vielleicht auch für Elektro-Roller und Elektro-Mofas.

Dietrich Lohmeyer gibt außerdem bekannt, dass er Pläne für den Selbstbau bzw. Selbst-Umbau des Alleweder Fahrzeuges auf seiner Internetseite zum download zur Verfügung stellt. Damit können interessierte Selbstbauer, aber auch Schulen und Schüler Arbeitsgemeinschaften auf die Pläne eines bewährten Fahrzeuges zurück greifen.

Lohmeyer-Leichtfahrzeuge
Dietrich Lohmeyer
02242 81760 oder 0172 5929456
www.leichtfahrzeuge.de

Änderungen bei EVT Scooter

Henning Postert, Mitbegründer und langjähriger Mitinhaber der Firma EVT Scooter, Generalimporteur der EVT4000 und EVT168 Elektroroller, verläßt zum Jahresende die Firma EVT. Er möchte sich neuen Aufgaben zuwenden, gab aber sonst keine Begründung für sein Ausscheiden. EVT wird jetzt nur noch von dem Gesellschafter und Inhaber Hans Hudel geführt. EVT ist im Internet unter www.evt-mobil.de zu finden.

Änderungen bei Kürten GmbH

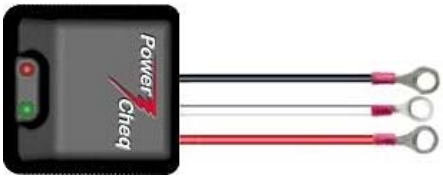
Die bekannte Kürten Leichtmobile GmbH gibt bekannt, dass sie erweitert: Mit dem Beginn des Jahres 2005 wird Bernd Kürten nicht mehr wie bisher nur teilzeit für seine Firma zur Verfügung stehen. Er hat sich entschlossen, vollzeit für die Elektroleichtmobile zur Verfügung zu stehen. Bernd Kürten fährt selbst ein TWIKE und ein CityEl. Er hat sich in der Szene einen guten Ruf durch seine Kompetenz in Elektronik und Ladetechnik erworben. So passt er Ladegeräte an spezielle Akkutypen an und repariert sie auch, wenn es nötig ist, speziell für CityEls. Außerdem repariert er fachkundig Curtis Motorsteller. Bernd Kürten bietet ebenfalls weiterhin die beliebten Transistor-Zusatzschalter an, durch die endlich die Microschalter Probleme des CityEl der Vergessenheit angehören. Außerdem hat er einen erfolgreichen Umbausatz für einen gekapselten Kettenantrieb am herkömmlichen CityEl mit Thrige Titan Motor entwickelt.

Mit dabei sein wird Andreas Eichner, der bisher schon mehr oder weniger freiberuflich für Kürten Leichtmobile tätig war. Andreas Eichner fährt selbst seit vielen Jahren einen CityEl und hat die verschiedensten Batterietypen darin erprobt, u.a. SAFT NiCd und Evercel NiZn.

Firma Kürten ist im Internet unter www.elektromobil.net zu finden.

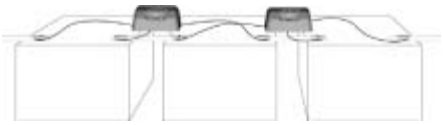
PowerCheq(tm)

Der neu entwickelte PowerCheq(tm) ist nun endlich verfügbar. Die Neuentwicklung beinhaltet die patentierte zentrale Ausgleichstechnologie des Vorgängermoduls jedoch mit verbesserten Sicherheitsmerkmalen wie auswechselbarerer Sicherungselemente.



PowerCheq(tm) ist ein patentiertes bidirektionales Batterieausgleichsmodul welches die Batterielebensdauer und deren Kapazität wesentlich verbessert und verlängert. Das Modul wird zwischen in Serie verschaltete Batterien eingebunden und erzeugt zwischen benachbarten Zellen einen bidirektionalen Energietransfer, der die komplette Batteriekette ausgleicht. Der bidirektionale Ausgleich bei (n-1) - Modulen gewährleistet das alle in Serie verschaltenen Batterien ausgeglichen werden, unabhängig davon wo die schwächste Zelle sitzt.

Im Gegensatz zu den herkömmlichen Ausgleichsmodulen auf dem Markt, die Energie im Ladestadium des Überladens verbrennen, überträgt PowerCheq(tm) Energie zwischen den stärkeren und schwächeren Zellen einer angeschlossenen Batteriekette.



Dies eliminiert die Ausprägung von schwachen Zellen und verlängert daher nachweislich die Lebensdauer der kompletten Kette und somit auch deren Lade- und Entladezyklen. Zusätzlich handelt es sich bei PowerCheq(tm) um ein "real-time" Ausgleichsmodul, welches unabhängig davon arbeitet egal ob die Batterie geladen, entladen oder sich im Ruhezustand befindet.

PowerCheq Product Specifications

SPECIFICATIONS	
Nominal Battery Voltage	6V / 8V / 12V
Current Ratings	5A / 2A (±10%)
Typical Efficiency	>90%
Quiescent Current Draw	< 4mA
Max. Number of Batteries	Unlimited
Voltage Sense Resolution	0.2% (of nominal battery voltage)
Operating Modes	Equalizes during charge, discharge, and idle modes
Options	Wire harness connectors
Dimension	2" W x 2" L x 1" H
Weight	0.2 lb
Safety Features	• UVLO • OVLO • Flame Retardant Packaging (UL 94V-0 Epoxy) • Reverse Polarity Protection • Voltage Transient Protection • Fused
Current Limit	PowerCheq will not exceed its specified ratings
Operating Temperature Range	-20°C +65°C

Der Bezug der Produkte in Europa ist nun möglich und erfolgt über die Firma "bordan business consultancy" mit Sitz in Ismaning bei München. Ansprechpartner ist Herr Bordan selber. Dieser kann unter 089-96201915 oder info@bordanconsult.net erreicht werden.

Weitere Produkte des Herstellers sind Batteriedaten Aufzeichnungsgeräte, auch um Gewährleistungsansprüche im Service/Leasing von Staplern und anderen professionellen Industriegütern zu verbessern.

Internet: www.powerdesigners.com

Pflanzenölpower für den Bauer!

Donnerstag, 25. November 2004
Zur Verabschiedung des Haushalts des Bundesministeriums für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft am 25.11. 2004 erklärt Hans-Josef Fell, forschungs- und technologiepolitischer Sprecher:

Hin zu **Nachwachsenden Rohstoffen** heißt die Devise im Haushalt des Bundeslandwirtschaftsministeriums. Dort werden 2005 die Mittel um 23,1 Millio-

nen Euro angehoben. Ein Großteil der Mittelerhöhung wird in Biokraftstoffe eingesetzt, als Ausgleich für die Verringerung der Agrardieselsubvention. Zukunftsinvestitionen statt Subventionen in die Vergangenheit lautet hier unüberhörbar das Leitmotiv. Für landwirtschaftliche Betriebe, die mehr als 10.000 Liter Treibstoff verbrauchen, wird nun die Nutzung der Pflanzenöle schneller rentabel.

Im Vordergrund steht ein Pflanzenölprogramm für Landmaschinen, vor allem Traktoren. Das Programm soll mehrere Details umfassen: die Umrüstung von Landmaschinenmotoren auf Pflanzenöle, Tests für Umrüsttechnologien der neuesten Traktormotoren, eine Förderung der Pflanzenölinfrastruktur, Maßnahmen zur Sicherung der Pflanzenölqualität. Neben Rapsöl sollen auch weitere Pflanzenöle getestet werden, darunter Leinöl, Leindotteröl und Hanföl.

Neben den naturbelassenen Pflanzenölen soll es auch Fördermaßnahmen beim so genannten Biodiesel und bei den synthetischen Kraftstoffen aus Biomasse geben. Die Details der Fördermaßnahmen werden in den nächsten Wochen vom Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft gemeinsam mit der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (FNR) erarbeitet.

Neben den Biokraftstoffen sollen auch andere Felder verstärkt bearbeitet werden, dazu zählen etwa die Biogaserzeugung oder die Markteinführung von Materialien aus Nachwachsenden Rohstoffen.

Call A Bike

Newsletter Nr. 11 vom Mi, 08. Dezember 2004

DB Rent zieht positive Bilanz

In der Saison 2004 (März - Dezember) wurden von über 71.000 Kunden CallBikes gemietet. Das ist gegenüber der Saison 2003 ein Zuwachs von über 20.000 Kunden (rund 40 %).

Im Vergleich zur Saison 2003 konnten die Kundenzahlen in München von 22.000 auf 30.000 und in Berlin von 18.000 auf 23.000 Kunden gesteigert werden. Auch Frankfurt/Main verzeichnete einen Zuwachs um rund 4.600 auf insgesamt 14.000 Kunden. In Köln ließen sich in den ersten vier Startmonaten rund 3.500 Call a Bike-Kunden registrieren.

Trotz des schlechten Sommerwetters konnten auch bei den Fahrten sehr gute Zuwachsraten erreicht werden. Die Zahl stieg von ca. 320.000 im vergangenen Jahr auf ca. 380.000 Fahrten. Dies ist gegenüber dem Vorjahr eine Steigerung um knapp 20 Prozent.

So fällt das Fazit von Professor Andreas Knie, Bereichsleiter Intermodale Angebote bei DB Rent positiv aus: "Wir sind sehr zufrieden. Call a Bike ist in allen vier Städten zu einem festen Bestandteil des Mobilitätsangebotes der Bahn geworden. Die derzeit rund 4.000 silberroten DB-Fahrräder gehören mittlerweile zu den Stadtbildern".

Winterpause

In Berlin, Frankfurt, Köln und München gehen die CallBikes ab dem 13.12.2004 in die Winterpause und werden in den jeweiligen Service-Centern für die nächste Saison fit gemacht. So stehen die DB-Mietfahrräder in den vier Städten nur noch kurze Zeit zum Ausleihen bereit. Ihre Anzahl wurde bereits in den letzten Tagen systematisch reduziert und der jahreszeitbedingten schwächeren Nachfrage angepasst.

Die Wintermonate nutzt DB Rent zur Inventur und zur sorgfältigen Generalüberholung der 4.250 Fahrräder. Diese werden in der Winterpause auf "Herz und Nieren" geprüft, damit sie ab Mitte März 2005 pünktlich mit dem Saisonstart den Kunden wieder zur Verfügung stehen.

Diesbezüglich noch eine Bitte in eigener Sache: Sollten Sie nach dem 15.12.2004 noch CallBikes auf der Straße sehen, wären wir über einen Hinweis über dessen Standort per Telefon (0700 0 5 22 55 22) oder E-Mail (info@callabike.de) sehr dankbar!

Neues von DB Carsharing

Jetzt neu: Fahrzeug buchen und erst danach Kunde werden.
Seit kurzem ist es möglich, ein DB Carsharing-Fahrzeug zu buchen und erst danach Kunde zu werden: Einfach im Internet das gewünschte Auto reservieren und dann online das Anmeldeformular ausfüllen und ausdrucken. Die Kundenkarte kann vor Fahrtbeginn bei ausgewählten DB Reisebüros vor Ort abgeholt werden. Hier erfolgt auch die obligatorische Führerscheinprüfung.

Neue Städte seit August 2004
seit 01.11.2004 Aachen Hbf
seit 01.11.2004 Bielefeld Hbf
seit 01.12.2004 Bonn Hbf
seit 01.08.2004 Bremen Hbf
seit 01.08.2004 Fulda Hbf
seit 01.10.2004 Gera Hbf
seit 01.12.2004 Heilbronn
seit 01.08.2004 Münster
seit 01.08.2004 Oldenburg
seit 01.10.2004 Saarbrücken
seit 01.12.2004 Siegburg
seit 01.09.2004 Wolfsburg
seit 01.09.2004 Würzburg

Der Netzausbau geht weiter
Anfang 2005 werden zusätzlich eröffnet:
Basel (Bad)
Erlangen
Frankfurt Stephensonstraße 1
Jena Paradies
Göppingen
Trier
Ulm
Wuppertal

Vielfahrer fahren günstiger
Ab dem 1. Januar 2005 gewähren wir nicht mehr 500 Freikilometer pro Anmietung sondern 250 Freikilometer pro Tag (25 Freikilometer pro Stunde, 1250 Freikilometer pro Woche). Besonders Vielfahrer profitieren von dieser Regelung. Wurden bei einem 14-tägigen Urlaub bisher nur 500 Freikilometer gewährt, so sind nun 2.500 Kilometer inklusive. Mehrkilometer kosten wie bisher 10 Cent. Für die Übergangszeit im Dezember wird aus der bisherigen und der neuen Variante die jeweils für Sie günstigere berechnet.
Der Sprit wird wie bisher ab dem ersten Kilometer pauschal abgerechnet:
Miniklasse: 10 Cent/km
Mittelklasse: 11 Cent/km
Komfortklasse:12 Cent/km
Extraklasse: 13 Cent/km

Fragen, Hinweise oder Kritik?
Rufen Sie an: 0180-1-282828
oder faxen Sie: 0180-1-292929.
Schreiben Sie uns eine Email:
info@dbcarsharing.de

EUROSOLAR Österreich, Arbeitskreis "Nachhaltige Mobilität, Elektroauto"

Aktuelle Termine:
http://members.chello.at/niessler.energie/sofo.doc
Wiener Solarstammtisch;
Do., 16. Dez. 2004, 18 Uhr:
Jahres-Rückblick 2004, Vorschau 2005,
Moderator: Franz Winter;
Ort: A-1010 Wien, Elisabethstr. 8,
Restaurant Smutny

http://members.aon.at/solarenergie/solsta02.htm
17. Jänner 2005, 19.00 Uhr:
Energiewirtschaft und Mobilität:
Die Umweltfrage
Ort: WIEN Energie 1090 Wien,
Mariannengasse 4-6
Veranstalter: Südwind Wien,
Lokale Agenda 21 Alsergrund

http://www.klimabuendnis.at/root/start.asp?b=101
Der Autoverkehr hat Auswirkungen über nationale Grenzen hinaus.
Erdölförderung schädigt Ökosysteme und Entwicklungspotentiale im Süden.
Das Verbrennen fossiler Rohstoffe beeinträchtigt die Ozonschicht und lässt das Klima kippen, was wiederum die südliche Hemisphäre am meisten in Mitleidenschaft zieht.
Wirtschaftliche Abhängigkeiten industrialisierter Länder von Erdöl und Erdgas bewirken wiederum ein Erstarken der Atomlobby innerhalb der EU.

Es diskutieren:
Wolfgang Mehl - Klimabündnis,
Friedrich Pink - Vorsitzender der Geschäftsführung, Wienstrom Gmbh,
Andrea Schnattinger - Umweltanwaltschaft,
Hudson Uruejoma - Ogoniland/Nigeria
Moderation: Petra Bayr, Südwind Entwicklungspolitik Wien
Nähere Infos: 01/405 55 15 - 327,
renate.sova@oneworld.at
http://www.suedwind-agentur.at

H.J. Erk verstorben

Kürzlich erhielt der Bundesverband Solare Mobilität e.V. die traurige Meldung, daß Hans Jürgen Erk, der Gründer und damalige Vorsitzende des FKVS (ehemaliger Name des bsm) im August dieses Jahres unerwartet früh im 53. Lebensjahr an einer verschleppten Lungenentzündung verstorben ist.

Hans-Jürgen Erk hatte seinerzeit als Generalimporteur den City-El, damals noch als mini-El, nach Deutschland geholt und auch ein eigenes Elektroauto, den sogenannten Erkschen City-Car, hergestellt und angeboten. Er hat ausserdem massgeblich am damaligen Lasten- und Pflichtenheft für Solar- und Elektromobile mitgearbeitet.

Wir werden ihm ein ehrendes Andenken bewahren. RR

H.J. Erk fuhr seinerzeit diesen solar-elektrischen Messerschmidt Kabinenroller

China setzt auf Elektromobile

Challenge Bibendum 2004

(Pressemeldung von Michelin:)
Mobilität in neuen Dimensionen:
Challenge Bibendum 2004 in China

China ist die Region mit dem stärksten Wachstum in der Welt. Mit 2 Millionen zugelassener Neuwagen pro Jahr hat das Land bereits Frankreich als viertgrößten Automobilmarkt der Welt überholt. Grund genug für Michelin, mit seiner Challenge Bibendum den weltgrößten Wettbewerb für umweltverträgliche Fahrzeuge nach China zu holen. Denn ob die zu erwartende Mobilisierung vieler Millionen Menschen glückt, ohne für die Umwelt zum Desaster zu werden, hängt entscheidend von innovativen Antriebskonzepten ab.

Vom 12. bis 14. Oktober 2004 fand in der Handelsmetropole Shanghai das „Informationsforum für zukunftsweisende Antriebstechnologien“ statt, so der Untertitel der von Michelin 1998 ins Leben gerufenen Challenge Bibendum.

Beim Shanghaier Challenge Bibendum gingen 112 Fahrzeuge in neun Antriebs-Kategorien an den Start, darunter Nutzfahrzeuge und erstmals auch Motorräder: 24 Fahrzeuge mit Elektroantrieb, 12 mit Hybridtechnologie, 1 Solarfahrzeug, 19 Fahrzeuge mit Brennstoffzellenantrieb, 3 Erd- und 21 Flüssiggas-Fahrzeuge sowie 32 Fahrzeuge mit hochmodernen Biodiesel-, Diesel- und Benzinmotoren.

Neben den Umwelt- und Spar-Eigenschaften testete die Jury auch Geräuschentwicklung, Fahreigenschaften, Komfort und Sicherheit der Fahrzeuge. Denn diese müssen sich unter harten Alltagsbedingungen des Riesenreiches bewähren, um Käufer zu finden.

Die Unternehmen Dongfeng Electric Vehicle und Xiangtan Electric Vehicle, die South China University of Technology und die Universität von Tsinghua beispielsweise gingen jeweils mit eigenen Hybrid-Prototypen an den Start. Und im Bereich Elektromobile stammten nicht weniger als 20 von 24 teilnehmenden Fahrzeugen aus China.

Weitere Informationen unter:
http://www.challengebibendum.com

(Auszüge aus der offiziellen Pressemeldung von www.challengebibendum.com):

Von 150 auf der Challenge Bibendum prräsentierten Fahrzeugen haben 74 am Wettbewerb teilgenommen. Mehr als 50% davon waren elektrisch angetrieben, entweder über Batterien oder Brennstoffzellen, und eine signifikante Anzahl der „Verbrenner“ arbeitet mit “Biofuel”; 38 Autos, 20 Zweiräder, 1 LKW und 15 Busse.

Mittlerweile haben Elektrofahrzeuge bemerkenswerte Fortschritte gemacht und dank Lithium Ionen Batterien werden Reichweiten von mehr als 300 km möglich.

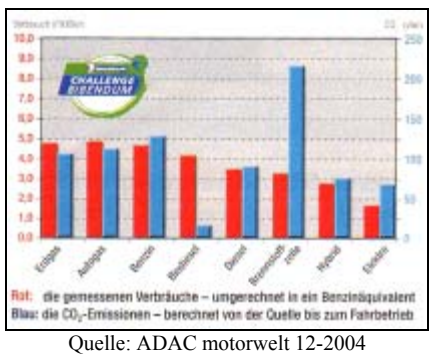
Elektrobus mit ThunderSky Li Akkus

Viele der elektrisch angetriebenen Zweiräder (der Zukunftslösung für städtische Mobilität speziell in China) zeigten herausragende Ergebnisse, genau wie viele der Elektrobusse auf der Autoschau.

Unter den Teilnehmern war auch ein reines Solarmobil: Aurora, das erfolgreiche Rennsolarmobil aus Australien, u.a. Gewinner der World Solar Challenge 1999, nahm an der Bibendum teil.

Rennsolarmobil „Aurora“ aus Australien

In der ADAC motorwelt Heft 12, Dez. 2004 wird unter dem Titel „Der Antrieb der Zukunft“ über 112 Fahrzeuge mit modernen Antriebstechnologien berichtet, die bei der Michelin Challenge Bibendum am Start waren. Der ADAC veranschaulicht in einer anschaulichen Grafik die geringen Verbräuche (linke Balken) und CO2 Emissionen (rechte Balken) der Fahrzeuge. Ganz am Ende der Kette liegen die Elektroantriebe.



Quelle: ADAC motorwelt 12-2004

Fahrzeuge und Komponenten, Händler und Hersteller

City-El, Kewet, Twike u.a., neu und gebraucht
Kürten GmbH Elektroleichtmobile, Eichenstraße 35, 90587 Obermichelbach, Tel 0911-763180 Fax 0911-763179, www.elektromobil.net

Burczyk-Wening, Schlaifhausen 46A, 91369 Wiesenthau, Tel. 09199- 696679, heinz.wening@web.de und Dipl.-Ing. (FH) Bernhard Friedl, Burgfarrnbacher Str. 57A, 90431 Nürnberg, Tel. 0911-326 35 14, E-.mail: eebike@web.de: Elektrofahrräder, Dreiräder, Kinderräder, Spezialkonstruktionen, Bausätze, Einzelkomponenten, Probefahrten, Service, ... und mehr, Internet: www.extra-energy-bikes.de

siehe auch www.solarmobil.net und dann unter „An- und Verkauf“

Händleradressen (nach PLZ aufgelistet)

Eric Manthey, Bouchéstr. 12, **12435 Berlin,** Tel. 030-533 2770, Fax 030-533 277 99, E-Mail: info@manthey-mobil.de, Internet: www.manthey-mobil.de, Kleinfahrzeuge für eingeschränkten Führerschein, Pflanzenöl-Fahrzeuge, ehemals E-Trabi u. Bausätze

EVT-Scooter Nord**,** Hans Lintschinger, Wellingsbüttler Weg 38, **22301 Hamburg,** fon-040-536 8278, fax- 536 8378, e-mail: lintschinger@t-online.de, EVT-Scooter, Swizzbee

City-EL Nord & TWIKE Center Nord, Andreas Ossig, · Walkerdamm 18, **23103 Kiel** , ·fon 0431-95546 fax -92520, www.cityautoservice.de, cityautoservice@web.de, City-EL, TWIKE, townlife, Swizzbee u.a., AutoGas und Umrüstung auf Pflanzenöl nach dem eoil Verfahren

Felix Dencker**,** Solar- und Elektromobile, Erneuerbare Energien, Lachswehrallee 31a, **23558 Lübeck**, Tel.: 0451-290 489-22, Fax: 0451-290 489-23, mail: f.dencker@gmx.de, WEB: www.sonnliner.de, City-El, Twike, EVT, townlife, helio-Roller, swizzbee

Roland Gaber, Elektrofahrzeuge, VW-Citystromer u.a., Stelzenweg 6, **34327 Körle**, Komponenten für Elektrofahrzeuge und Elektroboote (Drehstromantriebe, Ladegeräte, Antriebsbatterien, Batteriemanager und sonstiges Zubehör), FAX 05665-4666, Tel. nach 19.00 Uhr. Mail: RSolarwave@AOL.com, Internet: www.solarwave.de

FINE Mobile GmbH, TWIKE Service Center, Feldgasse 6 **35119 Rosenthal,** tel 06458 1392, fax 06458 911 910 e-mail: service@twike.de, web: www.twike.de

Lohmeyer Leichtfahrzeuge, Geistinger Str. 31, **53773 Hennef,** Tel. 02242-82584, Fax -81760, Hersteller: Elektro-Kabinen-Fahrrad: Alleweder-E, Elektro-Liegeräder, Reibrollen- und Radnabenantriebe, Batteriesätze und Zubehör, Internet: www.leichtfahrzeuge.de

Solar und Mobil GmbH, Georg Schumacher, Ludwig-Erhard-Str. 9, **64653 Lorsch**, Tel. 06251 588 -245, Fax -241, E-mail: info@solar-mobil.de, Internet: www.solar-mobil.de, TWIKE-Zentrum, City-El, EVT-Roller, Helio-Roller, APE electric und andere

Rössle Elektrofahrzeuge, spezialisierter KFZ-Meisterbetrieb, Ringstr. 22, **71691 Freiberg am Neckar,** Tel. 07141 27 05 05, Fax -27 05 01, Kyburz-Classic 3- und 4-rädrig, auch mit Verkleidung, E-Fahrzeuge

Umwelttechnik Werner, Luppachstr. 18, **72116 Mössingen,** Tel. 07473 948533, Internet: www.scootelec.de www.emobil.de, Peugeot Soot´elec-Roller, Vermietung

Auto Technik Walther GmbH, Raiffeisenstr. 10, **74906 Bad Rappenau,** Tel. 07264 9187 0, Fax 07264 9187 27, Bingo E / Hola Cabrio E, 25/45/80 km/h Ausführungen, Dominio / Trans Klein-LKW Elektro sowie FLEA.E - Dreirad bis 15 km/h, www.atw-mobil.de

EVT Mobil, Gustav-Schwab-Br. 14, **78467 Konstanz**, Tel. 07531 99 18 16, Fax 07531 99 18 43, e-mail: info@evt-scooter.de, Internet: www.evt-mobil.de: EVT Elektroroller EVT4000 und EVT168

Fritz Heinzmann Gmbh & Co., Hersteller von Elektromotoren für Zwei-, Drei- und Vierräder, Am Haselbach 1, **79677 Schönau** Tel. 07673-8208-0, Fax 07673-8208-199, e-mail: info@heinzmann.de, Internet: www.heinzmann.de, und www.estelle.de (Fahrräder)

FINE Mobile GmbH, TWIKE Vertriebscenter, Meichelbeckstr. 30 **83671 Benediktbeuren**, Tel 08857 961, Fax 08857 962 e-mail: info@twike.de, web www.twike.de

Burczyk-Wening, Schlaifhausen 46A, **91369 Wiesenthau**, Tel. 09199-696679, heinz.wening@web.de und Dipl.-Ing. (FH) Bernhard Friedl, Burgfarrnbacher Str. 57A, **90431 Nürnberg**, Tel. 0911-326 35 14 eebike@web.de: Elektrofahrräder, Dreiräder, Kinderräder, Spezialkonstruktionen, Bausätze, Einzelkomponenten, Probefahrten, Service, ... und mehr, Internet: www.extra-energy-bikes.de

CityCom Deutschland GmbH, (CityEl), Karl Nestmeier, Industriestr. 5-9, **97239 Aub-Baldersheim**, Tel. 09335-9717-0 Fax 09335-971728, Internet: www.cityel.com

Firma Kürten im Internet: www.elektromobil.net

Das Buch zu Wasserstoff und Brennstoffzellen im Automobil:

Energie der Zukunft

Die Ballard Brennstoffzelle und der Weg zum sauberen Elektroauto

von Tom Koppel. 255 Seiten,
ISBN 3-926388-58-7, EURO 19,94

G. Reichel Verlag
Reifenberg 85
D-91365 Weilersbach
Tel. 09194-8900
FAX 09194-4262

e-mail:
info@reichel-verlag.de
Internet:
www.reichel-verlag.de