

friedlich unten wieder hinaus.



159.6 km mit einer Batterieladung bei einer durchschnittlichen Geschwindigkeit von rund 55km/h

## Vom Prototyp zur Serie

Dann stellt sich eigentlich nur noch die altbekannte Fragen; wann gibt es das POWERTWIKE und was wird es kosten. Die Detailarbeit fängt nun erst richtig an. Geplant ist eine erste Serie von 10 POWERTWIKE innerhalb der nächsten 12 Monate aufzubauen, sobald entsprechende Vorbestellungen vorliegen. Der Preisrahmen wird je nach Ausstattung im Bereich von 30 - 35'000.- SFr zu liegen kommen, inkl. der NiMH Batterie.

rs, 22.6.04

Anzeige

**X Testen** Sie jetzt die Solarthemen, den aktuellen Dienst zu allen erneuerbaren Energien mit Nachrichten aus Politik, Wirtschaft und Technik.

**X Anfordern** können Sie ihr Probeheft für drei Mark in Briefmarken bei: Solarthemen, Bültestr. 85, 32545 Bad Oeynhausen, Tel. (057 31) 8 34 60, Fax (057 31) 8 34 69.

**Solar** themen **Nackte Fakten** für solare Profis.

# Lithium Akkus

von R. Reichel, nach verschiedenen Berichten aus dem Internet

Nach jüngsten Veröffentlichungen stellt sich E-Mobilisten die Frage:

**Kommt jetzt die „Akkuwende“?**

## T-Zero, AC-Propulsion, USA

AC Propulsion in den USA hat einen Sportwagen mit Lithium Akkus ausgerüstet, und zwar mit vielen tausend kleinen Zellen, die in 25 Modulen a 14,8 Volt zusammengefasst sind. Bei einer Gesamtspannung von 370 V konnten so 33 kWh bei 250 kg Gewicht erreicht werden. In einer anderen Konfiguration wurden bei 370 Volt rund 50 kWh bei einem Gewicht von 350 kg erreicht. Die max. Leistungsentnahme beträgt hier 165 kW!



T-Zero von AC Propulsion, USA

Der Wagen hat bei Testfahrten am 9.9.03 Beschleunigungen in 3,6 - 3,7 s von 0 bis 60 mph erreicht. Am 3.10.03 wurden bei ein Langstreckentest 302 Meilen (!) bei einer Durchschnittsgeschwindigkeit von 57,1 mph erreicht. Entnommen wurden 130 Ah, verbraucht wurden 160 Wh pro Meile.

Der T-Zero hat im direkten Beschleunigungsvergleich Corvette, Porsche, Ferrari und Lamborghini geschlagen.

**Internet:** www.acpropulsion.com

## Lithium Akkus in Fahrrädern

Auch in Deutschland beschäftigen sich Anwender mit Lithium Akkus. ExtraEnergy testet zur Zeit Lithium Akkus in sogenannten Pedelecs, d.h. in Fahrrädern mit Motorunterstützung. Bisher wurden hier NiCd und Nickel-Metallhydrid Akkus eingesetzt. Lithium Akkus versprechen bei gleichem Gewicht viel größere Reichweiten. Nach Meldungen von Hannes Neupert haben mittlerweile 25 Akkushersteller zugesagt, sich an dem Test zu beteiligen.

**Internet:** www.extraenergy.org

## Fortu-Bat

Von Fortu in Pfnztal wird berichtet, dass die Lithium-Metall Akkus in Kürze gefertigt werden sollen.

**EVC Electric Vehicle Cell**  
zur Speicherung großer Energiemengen

**Wichtige Eigenschaften**

- Spannung: 4 V
- Kapazität: 65 Ah (unter 20 Ah)
- Geometrie (Höhe): 100 x 70 x 24 mm
- Gewicht: 1200 g
- Speich. Energie: 300 Wh/kg (20%)
- Energieleistung: 420 Wh/l (20%)
- Dauerentladung: 60 A (10)
- Innenwiderstand: < 1 mOhm

**Handhabung:**

- Wartungsfrei: Ein-Nachfüllen, keine Nachspannungen
- Sicheres Management: Bis 100% elektrische Belastung möglich, Überladeschutz und intelligentes Ladeverhalten
- Umweltfreundlich: Alle Materialien können recycelt werden
- Sicheres System durch: Einzigartigen Sicherheitskonzept, Gehirnschutz, Geometrie (steil abgewinkelte Design für einseitige Belastung)
- Im Fall eines Unfalls mit Brandrisiko: Batterie kann nicht explodieren, Design für alle gängigsten Anzeiger

Fortu hatte zwischenzeitlich durch Unstimmigkeiten der Finanzinvestoren seine Tätigkeiten unterbrechen müssen, will aber noch in 2004 mit der Fertigung der Lithium Akkus beginnen. Vorbestellungen liegen vor. Laut Internet Informationen auf [www.fortu.de](http://www.fortu.de) werden drei Zellentypen gefertigt: 4 Ah, 15 Ah und 65 Ah Zellen mit jeweils 4 Volt

Nennspannung. Die 65 Ah Zelle (später 80 Ah) soll nur 1,3 kg wiegen! Im Gegensatz zu den meisten anderen Lithium Batterien soll die Fortu Batterie sehr unempfindlich gegen Unfallschäden sein und nicht brennen!

Wo die Fertigung aufgenommen wird, steht noch nicht endgültig fest, die Verhandlungen laufen noch. Favorisiert ist jedoch eine Fertigung bei Halle oder Leipzig. Auch Fortu hat Akkus für den Test bei extraenergy zugesagt.

## Lithium Akkus in England

In England sind durch Initiative von Dennis Dörfel eine Reihe von Thundersky Akkus aus China eingeführt worden. Erfahrungsberichte liegen jetzt nach rund einen Jahr Betrieb in verschiedenen Fahrzeugen in Englisch vor und sind auch im Internet schon abrufbar. Eine Übersetzung und Abdruck in einer der nächsten Ausgabe ist geplant.

Dennis (Mitglied von V.E.R.A., dem Verein der Elektromobilfahrer in der Region Aachen) arbeitet zur Zeit in England und plant eine Zusammenkunft von Lithium Interessierten mit dem Ziel einer weiteren Sammelbestellung.

Datum: 23.5.04

## Li-Ion Konferenz fuer Enthusiasten.

**Beschreibung:** Hallo an alle! Nach dem grossen Interesse letztes Jahr organisieren wir auch dieses Jahr wieder eine Sammelbestellung von Li-Ionen Akkus bei Thunder-Sky in China.

Wir halten es fuer sinnvoll, dass Interessenten sich vorab ueber diese neue Technologie informieren und haben daher wie im letzten Jahr eine Konferenz organisiert. Die Konferenz findet am 28.08.2004 in der Naehue von Winchester in England statt. Bei ausreichendem Interesse koenntee auch ein deutscher Termin vereinbart werden. Weitere Infos gibt es auf der folgenden web-page: [www.reapsystems.co.uk](http://www.reapsystems.co.uk)

Einige Elektromobilisten die bereits seit einem Jahr mit den TS Zellen fahren, werden

auf der Konferenz ihre Praxiserfahrungen weitergeben. Einer von ihnen wird vermutlich Cedric Lynch sein - der Erfinder des Lynch-Motors, so dass uns sicherlich ein interessanter Tag erwartet. Bei der deutschen Konferenz - so denn gewünscht - müsstet Ihr abschliesslich mit mir vorlieb nehmen).

Die Konferenz kann natuerlich auch besucht werden, wenn (noch) keine Absicht besteht, Li-Ionen Akkus zu kaufen. Die Sammelbestellung wird nach der Konferenz gesondert organisiert.

Sonnige Gruesse aus England, Dennis Doerffel

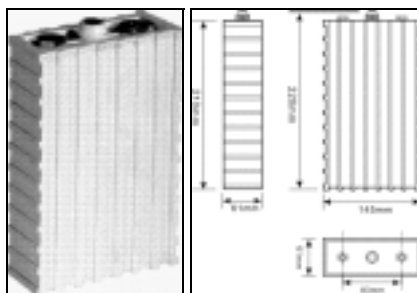
Autor: Dennis Doerffel  
 e-mail: dennis@reapsystems.co.uk  
 Internet: www.reapsystems.co.uk  
 Internet: www.thunder-sky.com

## Lithium Akku im CityEl

### Aus dem EL-WEB Forum CityEl:

Datum: 26.06.2004 20:25

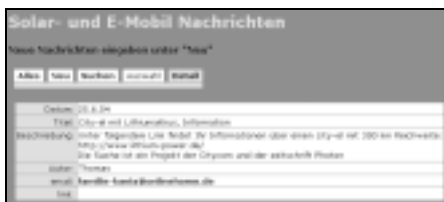
CityCom bietet den CityEl ab Werk nun auf Wunsch auch mit Lithium Akkus von Thunder-Sky an. Es sind 100 Ah Blöcke, der Preis wird um 3.500 Euro liegen. Das beinhaltet auch eine komplett neue Lade- und Überwachungstechnik.



Thunder-Sky 100 Ah Einzelzelle, Gewicht 3 kg

Die ersten Akkusätze sind zur Zeit unterwegs nach Aub, und die ersten Kundenfahrzeuge mit Thundersky werden in den nächsten Wochen ausgeliefert werden (laut Aussage von Karl Nestmeier während der Hauptversammlung bei CityCom in Aub am 18.6.2004).

.. und aus dem E-Mobil Nachrichten ([www.solarmobil.net](http://www.solarmobil.net), [www.elweb.info](http://www.elweb.info)):



### aus dem PHOTON Bericht zum Lithium Projekt:

auszugsweise zitiert nach einem Bericht der PHOTON im Internet von Phillippe Welter, siehe [www.lithium-power.de](http://www.lithium-power.de)

PHOTON hat sich des Reichweitenproblems von Elektromobilen angenommen und lässt derzeit einen Prototyp des Elektroautos der Zukunft bauen: Ein CityEl Fact Four der Firma CityCom wird mit einem Lithiumakku der Firma Air-Energy ausgerüstet. Trotz des an-

schließend geringeren Fahrzeuggewichts wird eine Reichweite von 300 km angestrebt. Da der Wagen leichter sein wird, wird die Beschleunigung ebenfalls verbessert.

Einer der Nachteile der Bleiakkus ist, dass mit zunehmender Entladeleistung die tatsächlich aus einem Blei-Akku entnehmbare Energiemenge fällt: Der so genannte Entladewirkungsgrad sinkt. Bei hohen Strömen sinkt bei Bleiakkus die tatsächlich entnehmbare Kapazität (Peukert Effekt), außerdem geht durch hohe Ströme die Lebensdauer zurück.

Es wäre wünschenswert, die Akkukapazität zu erhöhen. Eine Verdopplung der Akkukapazität würde die Reichweite trotz des höheren Gewichts und des damit verbundenen höheren Verbrauchs nicht nur verdoppeln, sondern nochmals um etwa zehn bis 20 Prozent steigern.

### Gewicht ist das Problem

Größere Akkus sind aber ein Gewichtsproblem. Mehr als die rund 120 kg Akkugewicht verkraftet der CityEl nicht.

Zunächst wurde mit Nickel-Cadmium-Akkus experimentiert, wie sie heute beispielsweise im Twike eingesetzt werden. Mit rund 40 bis 50 Wattstunden pro Kilogramm sind sie deutlich besser als Bleiakkus. Sie haben jedoch eine Reihe von Nachteilen: Teuer, Memoryeffekt und hochgiftig durch Cadmium.

Die Weiterentwicklung des Nickel-Cadmium-Akkus ist der Nickel-Metallhydrid-Akku. Er kommt mit 60 bis 70 Wattstunden pro kg schon auf mehr als die doppelte Energiedichte als konventionelle Bleiakkus. Leider sind diese Akkus nicht sonderlich preiswert. Sie werden aber heute zunehmend in Hybridfahrzeugen wie z.B. dem Toyota Prius verwendet.

### Lithium als Lösung

Der Lithiumakku hat mit über 100 Wattstunden pro Kilogramm die höchste Energiedichte aller verfügbaren Akkus. Einzelne (teure) Hochleistungsexemplare kommen heute schon auf über 190 Wattstunden pro Kilogramm. Der im PHOTON-Prototyp eingesetzte Akku hat eine spezifische Energiedichte von 123 Wattstunden pro Kilogramm. Und diese Akkutechnologie hat noch viel Zukunftspotenzial: Je nach Elektrolyt und Elektrodenmaterial liegen die theoretischen Energiedichten jenseits der Grenze von 1.000 Wattstunden pro Kilogramm. Hier gibt es noch viel Raum für Weiterentwicklung.

Lithiumakkus haben aber auch einige teils gravierende Nachteile. So muss bei der Auswahl die Leistungsdichte und damit die höchstmöglich entnehmbaren Ströme beachtet werden. Ein Sicherheits-Nachteil ist durch das Material Lithium gegeben. Wo viel Energie vorhanden ist, kann sie auch in kurzer Zeit unkontrolliert freigesetzt werden. Bei Lithiumakkus bestehen hier Risiken beim Überschreiten der zulässigen Spannung und bei Überhitzung. Im ungünstigen Fall wird metallisches Lithium freigesetzt, das heftige

chemische Reaktionen hervorruft.



Lithium Akku im PHOTON CityEl (Foto: Photon)

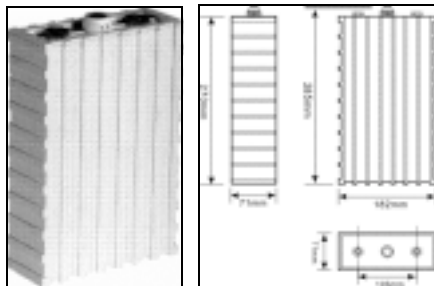
Zwar wird die Zelle nicht, wie oft behauptet, explodieren, denn dazu fehlt ihr der druckfeste Mantel, der den Aufbau eines für eine Explosion notwendigen inneren Drucks überhaupt zulässt. Es kann allerdings zu einem heftigen Feuer kommen. Und Lithiumbrände lassen sich mit herkömmlichen Methoden nicht löschen, im Gegenteil: Jeder Tropfen Wasser oder auch nur Wasserreste in Schaumlöschern verstärken das Feuer, da Lithium als extrem reaktives chemisches Element dem Wasser den Sauerstoff zum Zwecke der eigenen Oxidation gleichsam entzieht. Übrig bleibt Wasserstoff, der seinerseits wieder mit dem Luftsauerstoff in einer extrem hitzeentwickelnden Weise verbrennt. Es muss daher auf jeden Fall verhindert werden, dass Lithiumzellen jemals überladen werden. Hierzu werden elektronische Schaltungen eingesetzt, die jede Zelle einzeln überwachen und bei Überschreiten der zulässigen Werte die weitere Ladung der Zelle verhindern.

### Die Kosten bleiben im Rahmen

Die 10.000 Wattstunden Energieinhalt des Akkus unseres Prototyps entsprechen etwa 5.000 Handyakkus oder 200 Notebookakkus. Der Hersteller der Zellen des Akkublocks in unserem Prototyp, die Firma ThunderSky aus China, in Deutschland vertreten durch Air-Energy, ist ein solcher Hersteller. ThunderSky stellt Lithiumzellen mit einer Nennspannung von 3,7 Volt und einer Kapazität bis zu 1.000 Amperestunden (!) her. Die von uns verwendeten Zellen haben bei 3,7 V Nennspannung eine Kapazität von 200 Ah und kosten rund 350 Euro. Der Akkublock des Prototyps mit 14 Zellen kostet somit nur rund 5.000 Euro. Dies ist etwas mehr als die Hälfte des Fahrzeugpreises ohne Akku. Hinzu kommen noch Kosten für die Akkuüberwachung von 1.500 bis 2.000 Euro.

Diese Kosten mögen verglichen mit einem Bleiakku hoch erscheinen. Mit Bleiakku beträgt die Reichweite allenfalls 50 bis 80 Kilometer. Bei 300 Ladezyklen ist oft schon die Lebensdauer erreicht. Nach 15.000 bis 24.000 Kilometern ist also Schluss und ein neuer Akku muss her. Die mindestens 300 Ladezyklen des Lithiumakkus hingegen ergeben mit einer Reichweite von 300 Kilometern eine Lebensdauer von fast 100.000 Kilometern. Während der Nutzungsdauer eines CityEl wird also kaum

El wird also kaum ein neuer Akku fällig. Im Vergleich dazu muss für eine Reichweite von 100.000 Kilometern beim herkömmlichen CityEl Fact Four der Akku während eines Autolebens vier bis fünf Mal gewechselt werden. Dies verursacht Kosten bis zu 4.500 Euro.



Thunder-Sky 200 Ah Einzelzelle, Gewicht 5,5 kg

Die tatsächlichen Mehrkosten sind relativ zur Lebensdauer und möglichen Fahrstrecke also eher gering. Dafür hat man drastisch höhere Reichweiten.

### Der Akku unseres Spezialfahrzeuges

Der im PHOTON-Prototyp eingesetzte Lithiumakku besteht aus 14 Zellen mit einer Kapazität von je 200 Amperestunden. Die Nennspannung jeder Zelle beträgt 3,7 Volt, die Ladeschlussspannung 4,2 Volt und die Entladeschlussspannung 2,7 Volt. Die Höchstspannung beträgt somit im vollgeladenen Zustand 58,8 Volt und im entladenen Zustand 37,8 Volt.



14 Zellen á 5,5 kg = 77 kg

Der Energiegehalt des Akkublocks beträgt rund zehn Kilowattstunden. Der Akkublock kann mit einer Leistung von zehn Kilowatt sowohl geladen als auch entladen werden.

Der Motor des CityEl Fact Four benötigt jedoch selbst bei starker Beschleunigung nur rund die Hälfte dieser Leistung. Für eine Ladung kommt ein 50-Ampere-Ladegerät zum Einsatz, das an einer herkömmlichen Steckdose betrieben werden kann.

Insgesamt ist die Spannungslage somit etliche Volt höher als beim konventionellen Bleiakku. Dadurch steigt auch die Leistung des Elektromotors merklich. Das Beschleunigungsvermögen erhöht sich. Gleichzeitig ist unser Akkublock mit knapp 80 Kilogramm aber auch rund 40 Kilogramm leichter als der Originalakku. Das führt zu einer höheren Beschleunigung. Der gesamte Akku konnte in einem leicht modifizierten Akkutrog eines ansonsten dem Serienmodell des CityEl Fact Four entsprechenden Fahrzeugs eingesetzt werden. Vor allem wurde der Akkutrog tiefer gehängt, um mehr lichte Höhe zu erhalten. So bleibt genügend Spielraum, Zellüberwachung und Messelektronik oberhalb der Zellen im Akkuraum unterzubringen.

Fahrzeug: [www.cityel.com](http://www.cityel.com)  
Lithiumakku: [www.airenergy.de](http://www.airenergy.de)

## Citycom AG macht Gewinn im operativen Geschäft

### eigener Bericht (RR)

Auf der Hauptversammlung der CityCom AG am 18.6.04 in Aub wurde der Abschluss 2003 vorgestellt. Es ergab sich zwar für 2003 erneut ein rechnerischer Verlust von 212.432 € (Vorjahre 344 und 592 Tausend €). Im Geschäftsbericht schreibt CityCom dazu: Das sehr hohe Anlagevermögen der Citycom AG hat einen Aufwand für Abschreibungen in Höhe von rund 214.000 Euro entstehen lassen. So setzt sich der ausgewiesene Fehlbetrag für 2003 praktisch komplett aus Abschreibungen auf das Anlagevermögen zusammen. Bei Betrachtung der Umsatz-/Kostensituation ergibt sich ohne Abschreibungen, Zinsen und Entwicklungsaufwendungen ein operativer Gewinn im regulären Handels- und Produktionsgeschäft von erstmals über 100.000 €

Ausgeliefert wurden in 2003 wenig mehr als 100 Neufahrzeuge. Mit zum Gewinn beigetragen hat der Handel mit Gebrauchtfahrzeugen und Ersatzteilen sowie der Service.

Auf der HV wurde eine Kapitalerhöhung unter Ausschluss des Bezugsrechtes der Altaktionäre bis zur Höhe von 1.00.000 neuen Inhaberstückaktien bis zum 31.12.2008 beschlossen. Damit soll die Liefersituation bei Materialeinkäufen verbessert und Neuentwicklungen ermöglicht werden.

Der Aufsichtsrat (Ulrich Schmitt; Michael Herber; Sabine Nestmeier) dazu wörtlich:

„Das Ergebnis der CityCom AG ist zwar im Geschäftsjahr 2003 immer noch negativ, aber die

Tendenz verbesserte sich von 2002 auf 2003 erheblich. Das zeigt ganz deutlich, dass die getroffenen Sparmaßnahmen greifen. Gleichzeitig konnte die Produktion besser ausgelastet werden. Gleichzeitig wurden auch durch technische Verbesserungen höhere Deckungsbeiträge erwirtschaftet. Selbstbaukurse, welche sich sehr großer Beliebtheit erfreuten, brachten auch zusätzliche Ergebnisverbesserungen. Leider warten wir immer noch auf das Startzeichen eines interessierten Investors, um eine solide Liquidität zu erhalten und eine vernünftige Planung erstellen zu können. Leider drehen sich diese Räder sehr langsam. Die bis jetzt schlechte finanzielle Ausstattung ermöglicht leider kein positiveres Ergebnis. Die Entwicklung der Zahlungskonditionen verschärft sich weiterhin. Die Zahl der Vorlieferanten, die nur noch gegen Vorkasse produzieren, steigt stetig an, um größer werdenden Forderungsausfällen vorzubeugen. Das neue Scheibenläufer-Fahrzeug erfreut sich großer Beliebtheit und trägt zur Verbesserung des Umsatzes und zur Erhöhung des Deckungsbeitrages bei. Gebrauchtfahrzeuge waren und sind relativ schnell absetzbar.“

Grosse Zukunftschancen werden durch die neuen Verordnungen für Leichtfahrzeuge bis 350 kg Gewicht gesehen, die künftig ab 16 Jahren mit dem Führerschein S<sup>1</sup> gefahren werden dürfen. Hierdurch werden ganz neue Käuferschichten erschlossen. Wie der Vorstand Karl Nestmeier ausführt, sind diese nicht nur im Bereich der

Jugendlichen ab 16 zu suchen, sondern gerade auch bei älteren Personen, die keinen „richtigen“ Führerschein haben oder machen wollen.

Berichtet wurde auch kurz über das ZIP-Programm zur Batterieforschung und Erprobung. Das Programm wurde bis Sept. 2004 verlängert. CityCom wird den City El künftig auf Wunsch auch mit Lithium-Akkus anbieten (siehe ausführlichen Bericht weiter hinter). Die ersten Thunder-Sky Akkusätze liegen im Hafen, und etwa sieben Fahrzeuge werden demnächst ausgeliefert werden. Ebenfalls neu wird der Akkukasten und die komplette Lade- und Überwachungstechnik sein, die Mehrkosten belaufen sich auf rund 3000 bis 3500 €

Auf Nachfrage wurde bestätigt, dass die zwischendurch verwendeten SSB Akkus aufgrund von vorzeitigen Ausfällen nicht mehr neu eingebaut werden. Mit Champion Blei-Vlies Akkus sind mehrfach über 20.000 km erreicht worden. Als preisgünstige Alternative werden z.Z. CTM Blei-Vlies Akkus eingebaut.

Die Option „Brennstoffzelle mit Wasserstoff“ wurde nur einmal als Versuchsprojekt gebaut. Für eine breite Markteinführung wäre es noch zu früh, meinte auf Nachfrage Karl Nestmeier.

Als weiteres Projekt wurde vor dem Firmeneingang ein vierrädriger zweisitziger französischer Microcar gesehen. Hier bietet sich bei der Umrüstung auf Elektroantrieb und späterer Vermarktung ein Deutschland möglicherweise eine Zusammenarbeit mit dem französischen Hersteller an.

<sup>1</sup> siehe Bericht zum Führerschein S weiter hinten