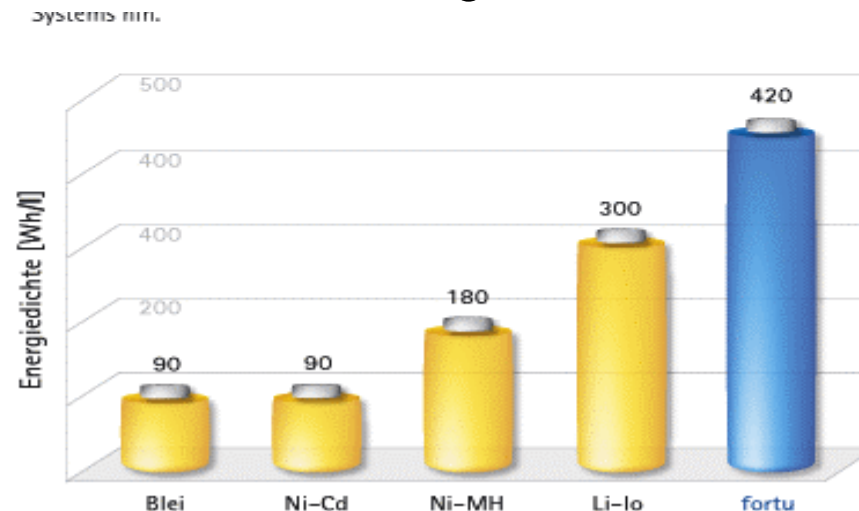




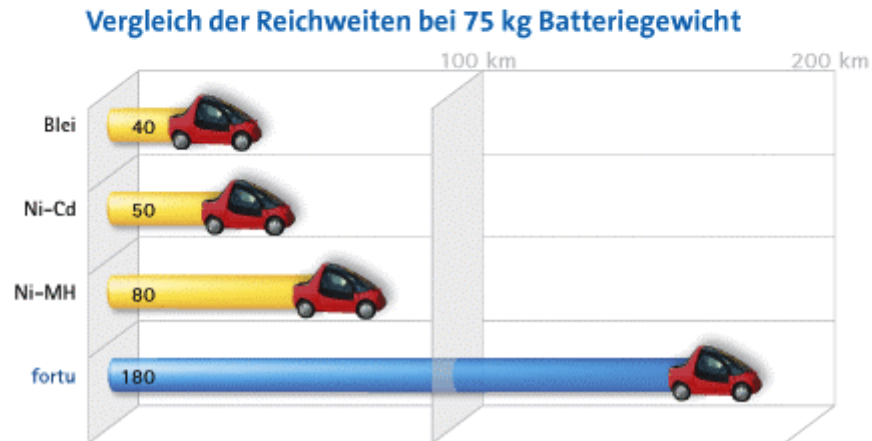
we energize the future

Präsentation Technologie

- fortu[®] PowerCell entwickelt und produziert ein neuartiges Akku-System auf Basis anorganischer Komponenten
- Die neue Technologie ermöglicht höchste Energiedichten (über 400 Wh/l und bis zu 200 Wh/kg)
- Bei hoher Zellspannung ist die fortu Technologie einfach und robust in der Anwendung



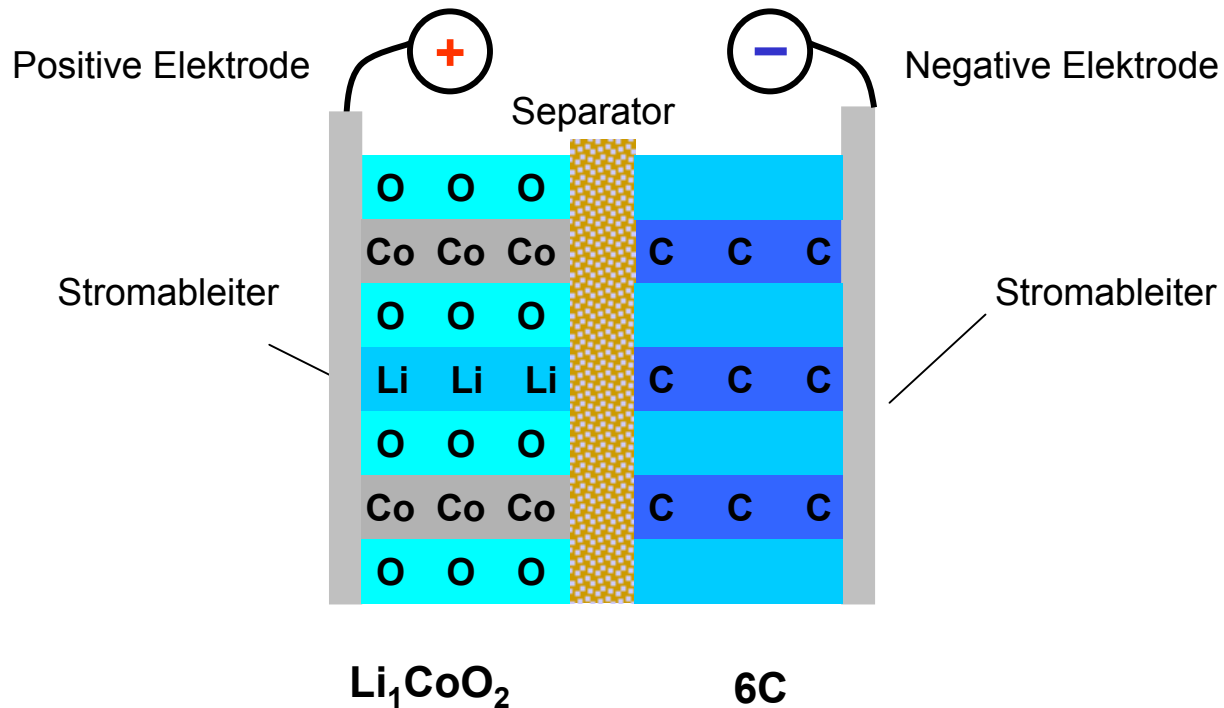
- Es werden keine aufwändigen Sicherheitselektroniken benötigt, um eine sichere Zelle zu gewährleisten
- Das Akku-System ist preisgünstig, wartungsfrei, langlebig und äußerst unempfindlich gegenüber Fehlbehandlung

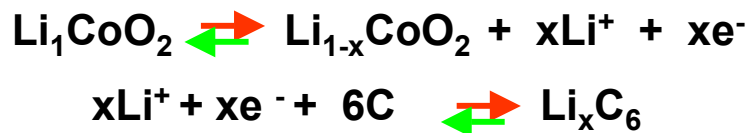
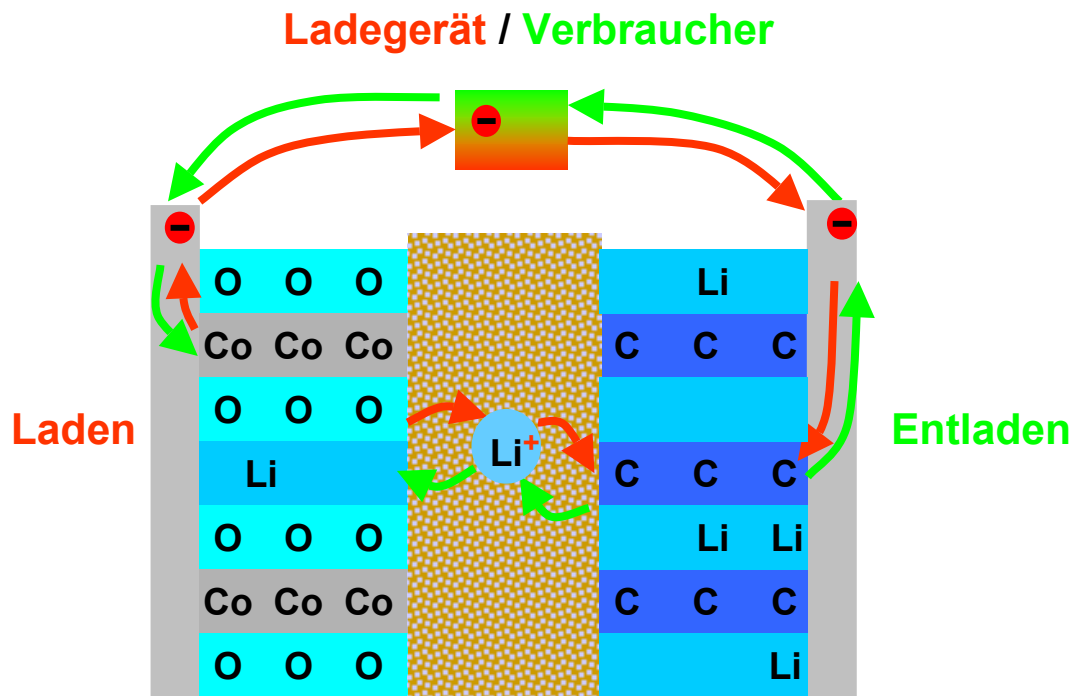


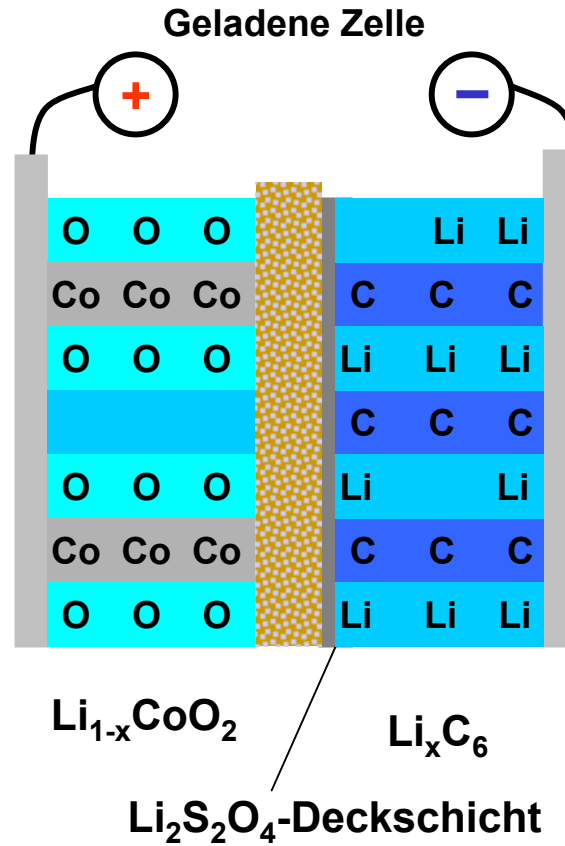
Das neuartige fortu Akkusystem erfüllt alle Anforderungen, ein neues Kapitel der Energiespeicherung zu öffnen.

1. Die positive Elektrode wird deutlich effizienter genutzt als es in bisherigen Lithium-Systemen möglich war → **Hohe Energiedichte**
2. Ein neu entwickelter Purifikationsprozess führt zu einem stabilen Zellverhalten auch bei Missbrauch → **kein aufwändiges Management**
3. Innenwiderstand als auch entnehmbare Kapazität bleiben konstant über eine hohe Anzahl von Zyklen auch bei hoher Belastung → **gleich bleibende Batterieeigenschaften**
4. Alle vorzeitigen Alterungsmechanismen konnten eliminiert werden → **Langlebigkeit unabhängig vom Nutzungsverhalten**

Prinzipieller Zellaufbau



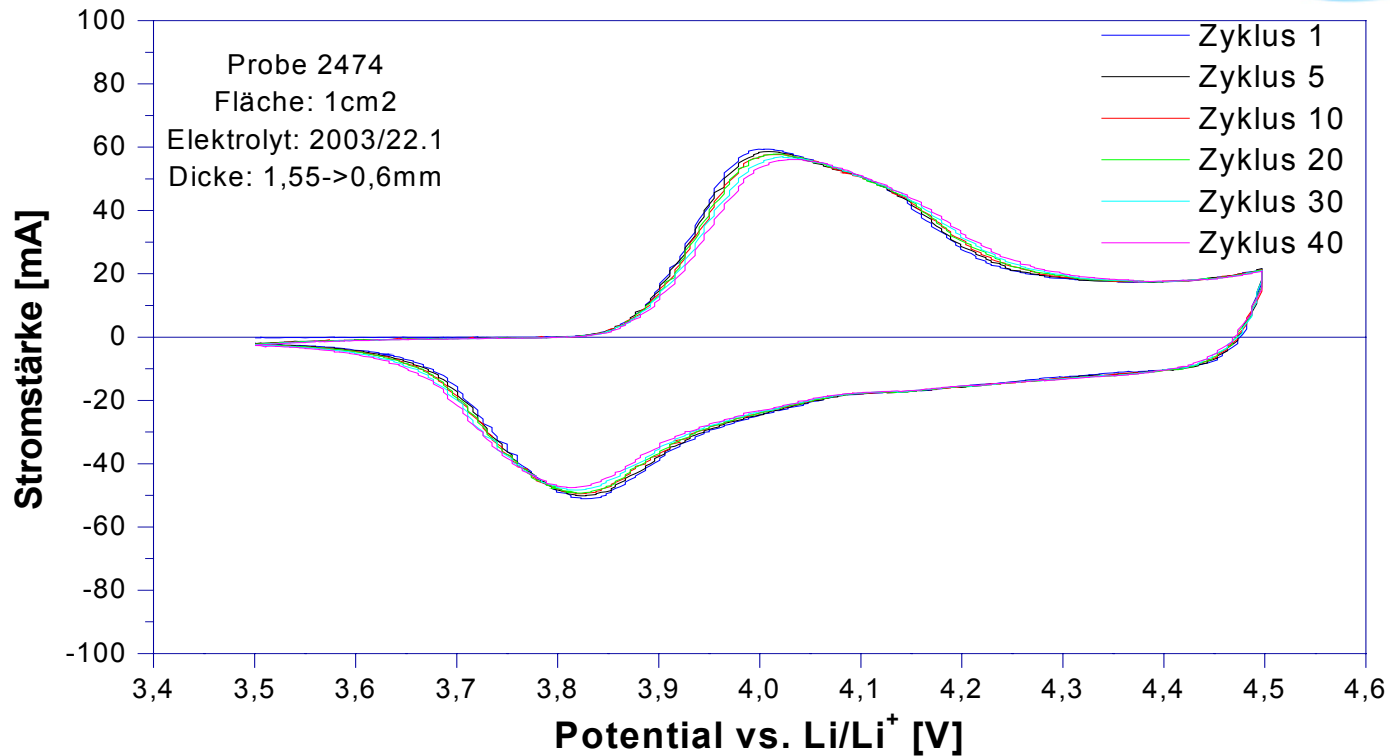




Der anorganischer Elektrolyt bestehend aus $\text{LiAlCl}_4 \times n \text{SO}_2$ ermöglicht ein Überladen des Systems, Deckschicht bleibt während des Zykelns unverändert

- Keine Notwendigkeit für eine elektronische Schutzbeschaltung
- Einfaches BMS
- Kein irreversibler Deckschichtaufbau

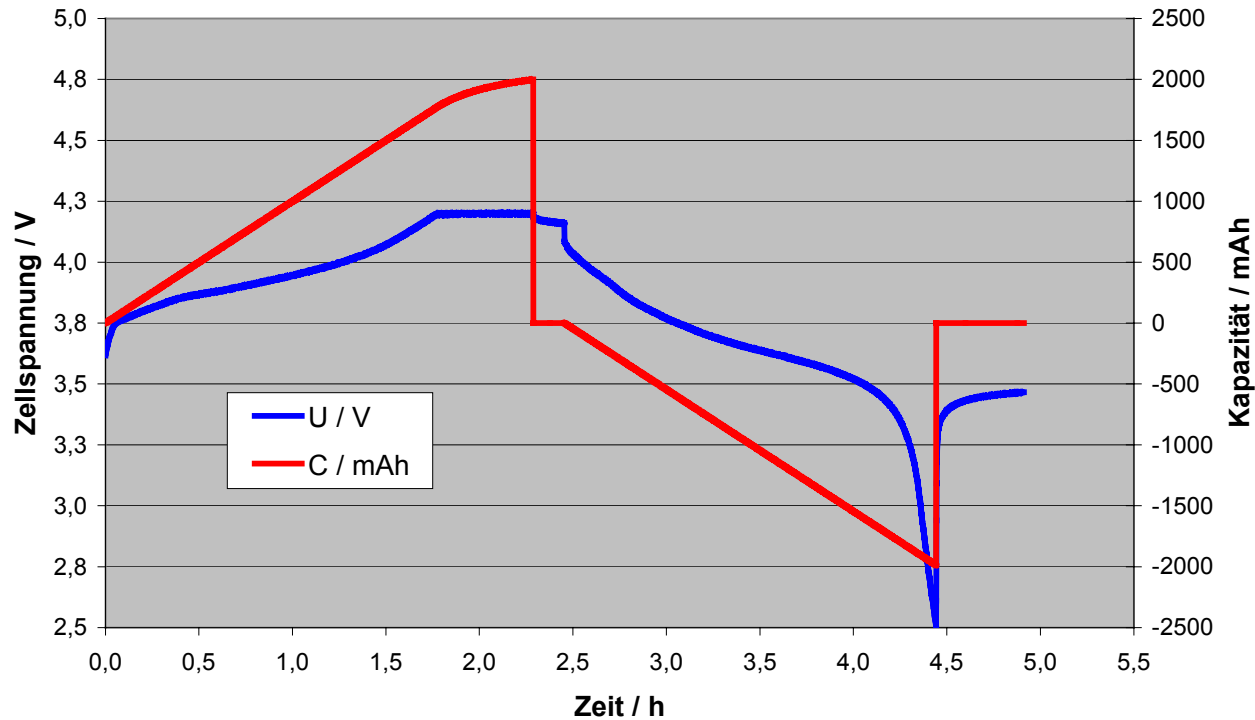
- Die Purifikation basiert auf einem von fortu PowerCell entwickelten und zum Patent angemeldeten Verfahren
- Der positive Einfluss der Purifikation zeigt sich in der verbesserten Zykelstabilität
- Die Purifikation ist ein einfacher Prozessschritt



- Die purifizierte Elektroden der fortu Zellen weisen keine Veränderungen im Zykkelverhalten auf
- Stabilität und ein konstanter Innenwiderstand über einen weiten Zykelverlauf sind gewährleistet

- Das konstante Zellverhalten ermöglicht ein einfaches Ladeverfahren
- Durch die IU-Ladung wird eine effiziente Ladung unabhängig vom Entladegrad garantiert
- Auch bei mehrzelligen Akkus führt das Ladeverfahren zu sehr guten Wirkungsgraden

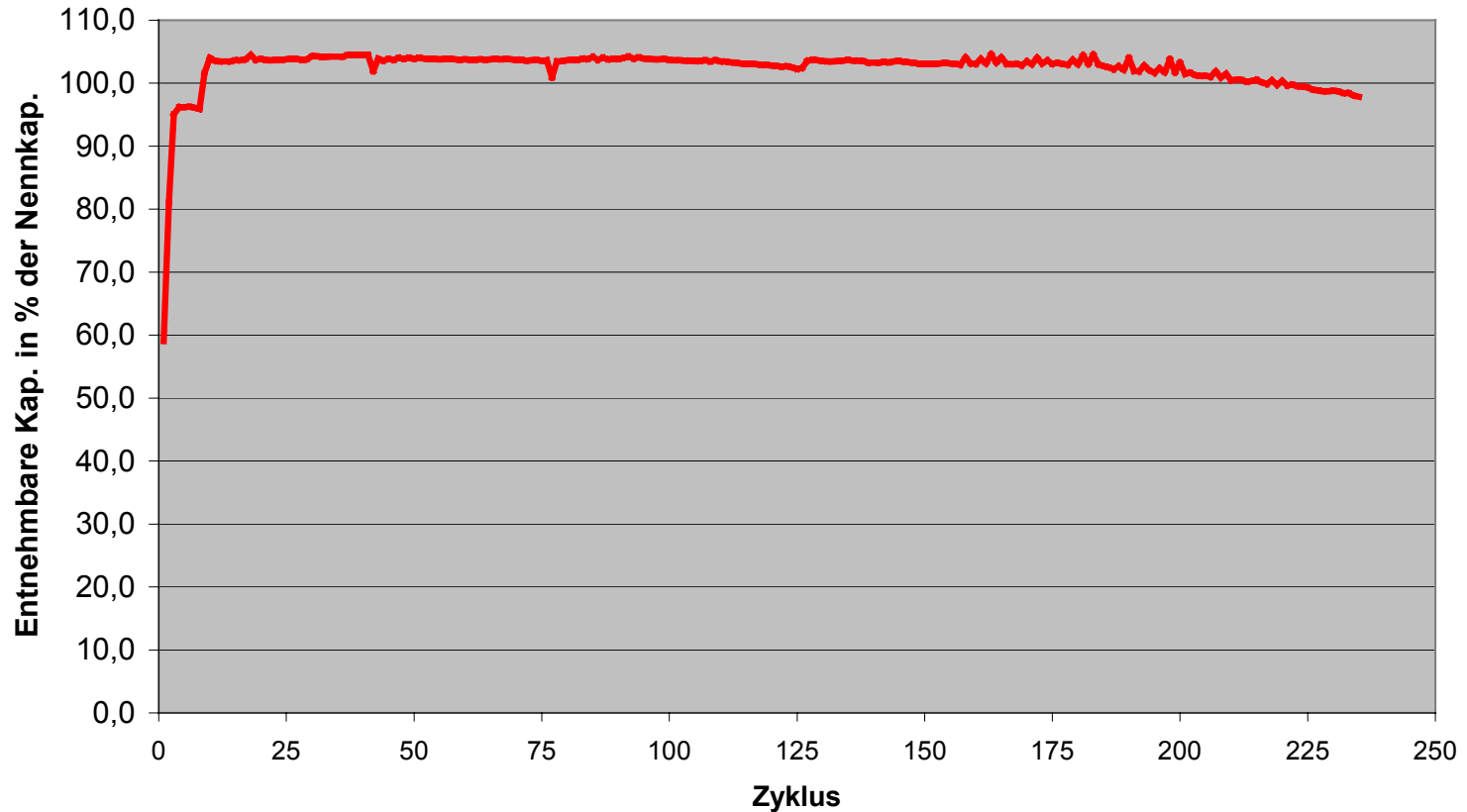
1C-Zyklus Musterzelle Spannung und Kapazität



Als Ladetechnologie wird das von Blei-Akkumulatoren bekannte Konstant Strom / Konstant Spannungsladen (IU-Laden) angewendet.

Eine Einzelüberwachung von Zellen ist nicht notwendig

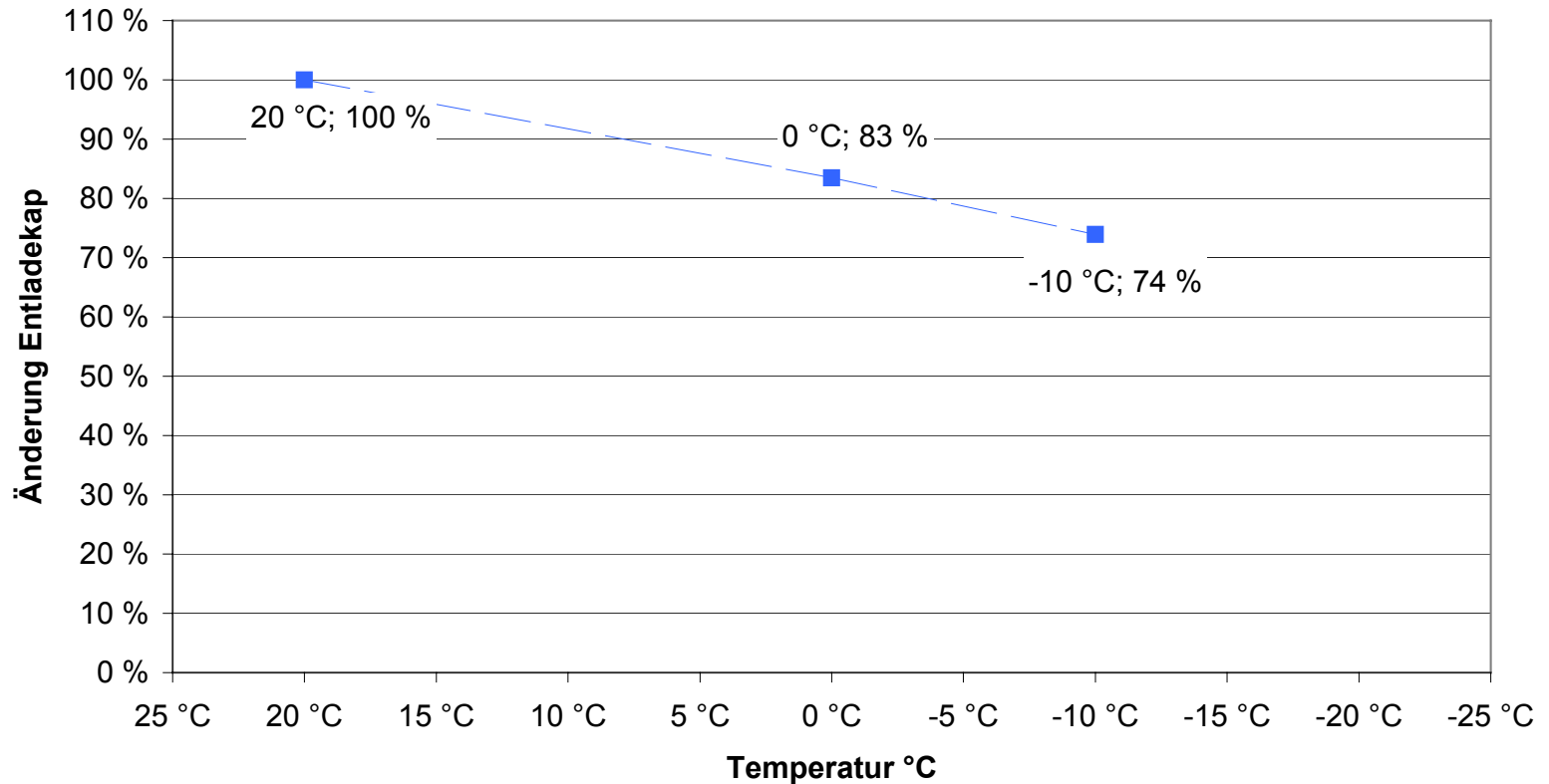
Zykelverlauf Vollzellen mit purifizierten Komponenten HPC0067 / HPC0068



Testzeitraum: Dezember 2004 – Januar 2005

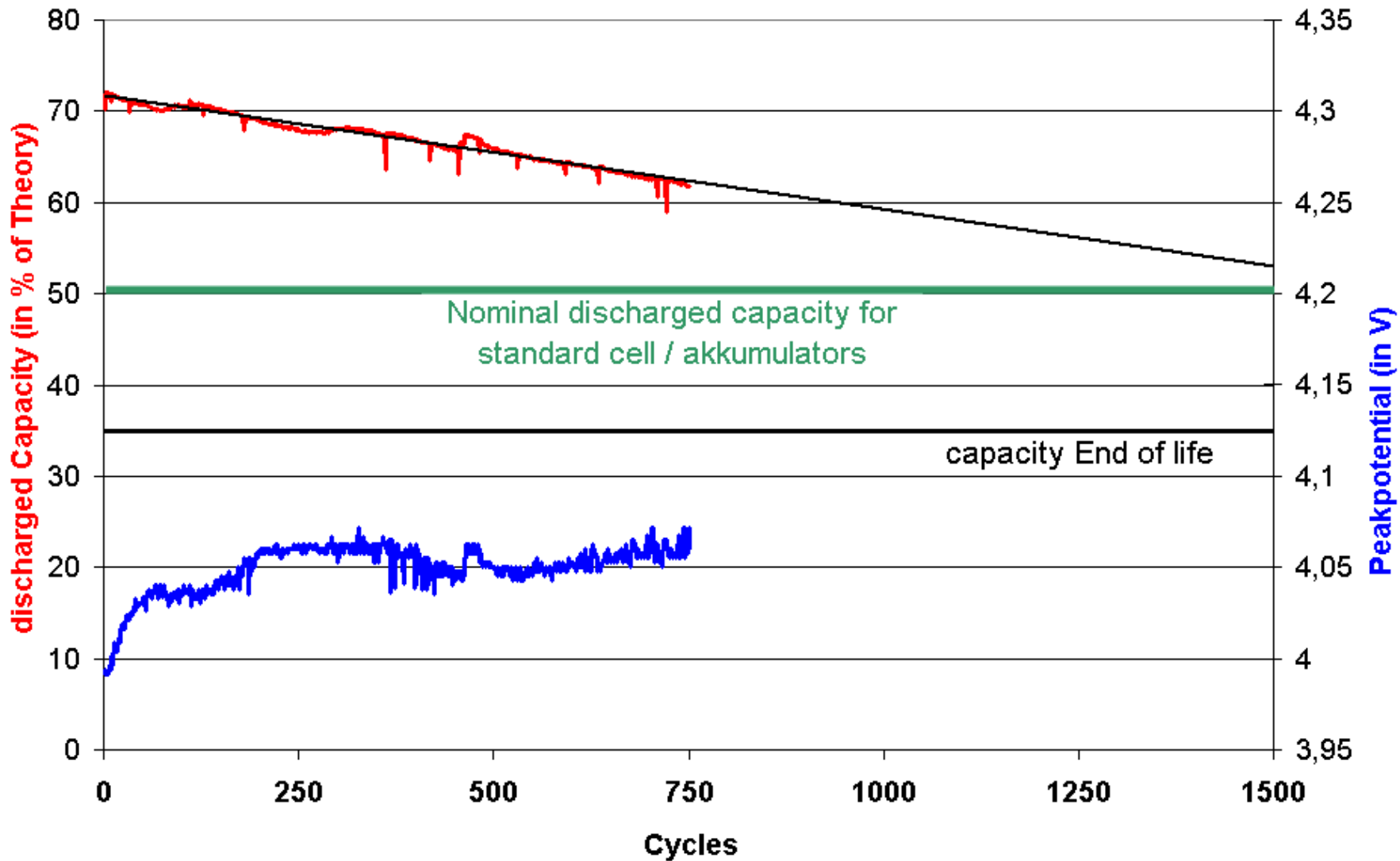
Tieftemperaturverhalten

entladen mit Entladerate 1C, Abkühlzeit 3 h; Zellen: HPC0132, HPC0133

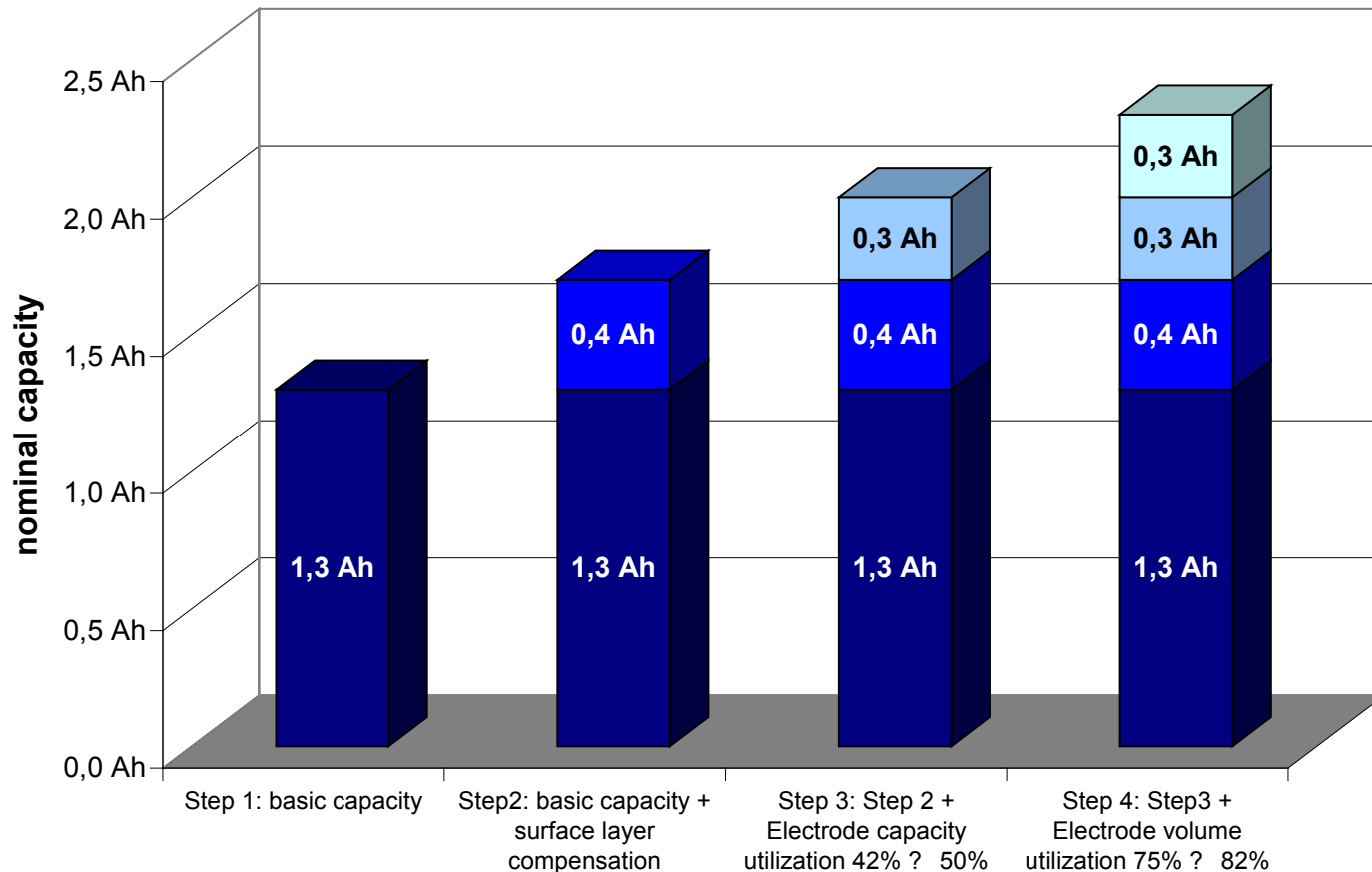


Die entladbare Kapazität ist aufgrund der hohen Leitfähigkeit des Elektrolyten auch bei Temperaturen bis zu -10°C sehr gut

Auslagerungsgrad positive Elektrode

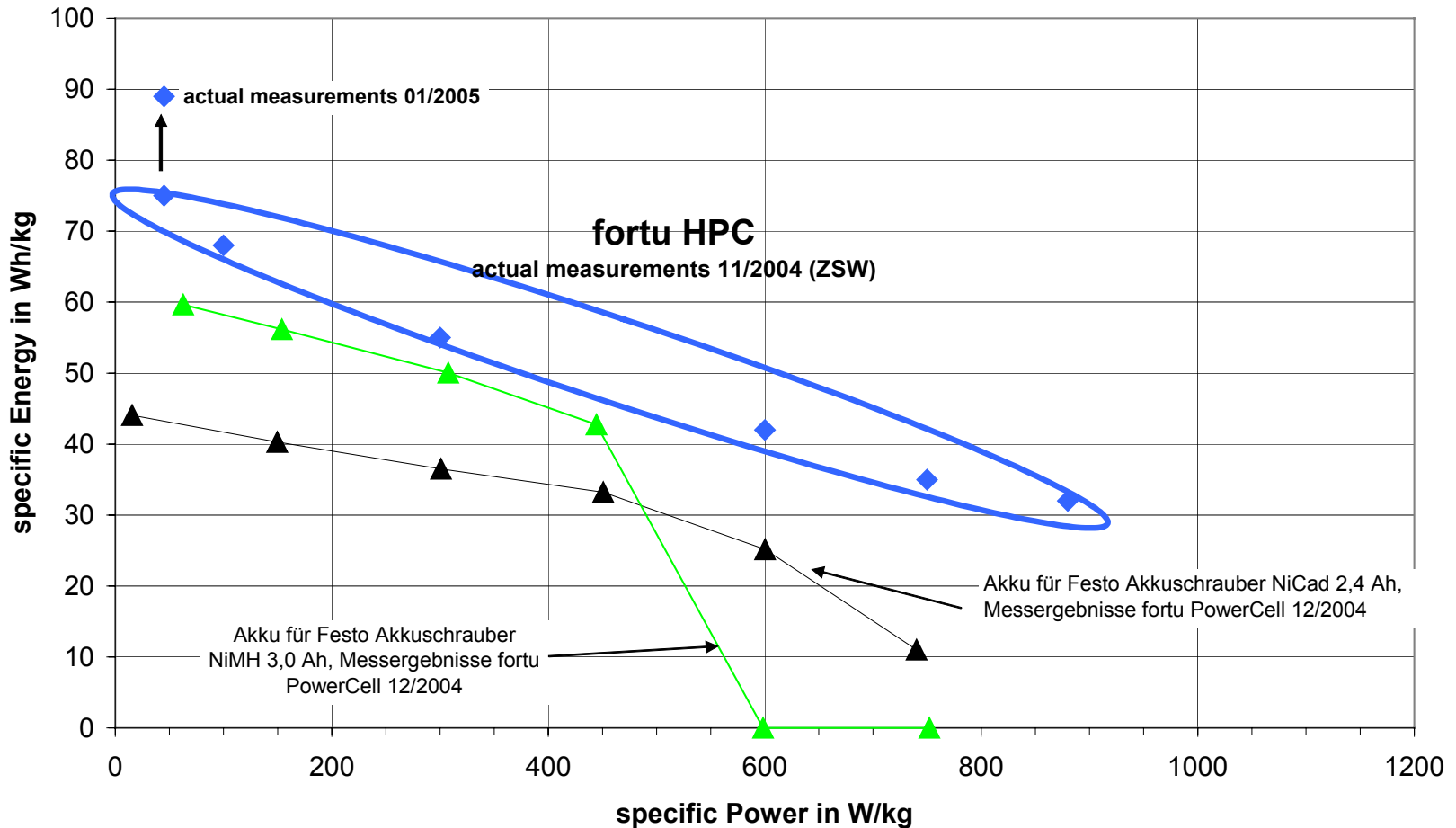


- Der Ausnutzungsgrad der positiven Elektrode konnte gegenüber Standardakkus deutlich erhöht werden
- Es werden bis zu 65% des theoretischen Maximums genutzt (Entwicklung Serie) anstatt sonst üblichen 50%
- Die Zellen zeigen auch bei diesen hohen Anforderungen an das Material eine hohe Stabilität
- Die Überladung der Zellen, die bei jedem Laden auftritt, wirkt sich nicht negativ auf das System aus



Die Kapazität handgefertigter Zellen wird bestimmt durch die Kompensation der Deckschichtbildung. In der Serienproduktion wird der Ausnutzungsgrad der Elektroden erhöht, ebenso wie die Nutzung des zur Verfügung stehenden Volumens.

Ragone Diagramm Musterzellen (Typ HPC)



Das fortu Akkusystem zeigt ein sehr gutes Entladeverhalten, besonders bei höchster Belastung

Test Goal

- High power discharge:
 - Capacity at high power discharge (64 W) min. 50% of nominal capacity
- Cycle stability: 30 cycles at discharge rate of 64W
 - Capacity at end of test min. 80% of initial capacity
 - Increase of internal resistance max. 100% of initial internal resistance

Test Results

- High power discharge:
 - Discharged capacity 56,5% of nominal capacity → Test successful
- Cycle stability:
 - Capacity at end of test 94,4% of initial capacity → Test successful
 - Increase of Internal resistance at end of test 33% → Test successful

All tests were passed successfully. The tests demonstrate that the fortu technology is appropriate for high power applications such as electrical power tools.

	Blei	Nickel-Cadmium	Nickel-Metall-Hydrid	Lithium-Ion / Li-Polymer	FORTU-Batterie
Zellspannung [V]	2	1,2	1,2	3,6	3,8
theoretische spezifische Energie [Wh / kg]	170	210	380	500	500 / 1100
spezifische Energie (Praxis) [Wh / kg]	40	50	80	120 - 150	150 -200
Energiedichte (Praxis) [Wh / l]	90	90	180	300	400 - 500

- Start der Musterproduktion von Hochleistungszellen (HPC) Ende 2005; Überführung in die Serienproduktion in 2006
- Start der Musterproduktion von Elektrofahrzeugzellen (EVC) in 2006; Überführung in die Serienproduktion in 2007
- Hochenergiezellen werden abhängig von Marktnachfragen in Zeitraum 2006 – 2007 als Bauserien eingeführt

Ziel der fortu PowerCell in 2005 ist die Entwicklung der serienreifen HPC zu einem marktfähigen Produkt und der Aufbau eines Technikums



we energize the future

fortu[®] PowerCell GmbH
Albert-Nestler-Str. 24
(Technologiepark Karlsruhe)
76131 Karlsruhe
Tel.: 0721 / 94668 – 0
Fax: 0721 / 94668 – 88
E-mail: info@fortu.de
Anfragen an:
m.borck@fortu.de
www.fortu.de