

Akkutypen und ihre Eignung für autonome mobile Systeme

Praktikumsarbeit, vorgelegt von Mathias Menge

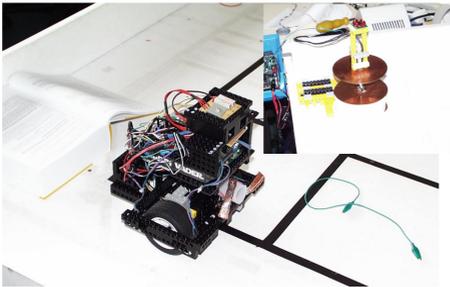


Abb.: Projekt 2002 "Energieautonome Roboter" (Team 1 Robo und Ladestation)



Abb.: Projekt "Energieautonome Roboter" (Team 2 mit Robo und Ladestation, vorne; Team 3 auch mit Robound Ladestation bei testfahrten)

Akkutypen

Bleiakkumulatoren

- können auslaufen
- entladen sich um ca 1% pro Tag
- ist eine der billigeren Varianten
- Faustregel 1/10 der Akkukapazität laden
- Kapazität wird bei sinkender Temperatur geringer
- wenn vollständig entladen unbrauchbar
- hohe Kapazitäten verfügbar

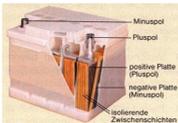


Abb.: Bild einer Autobatterie (trotz Umgangssprachlichen Name ist es eigentlich ein Autoakkumulator)

Nickel-Cadmium-Akkumulatoren

- haben Memoryeffekt
- entladen sich auch um ca 1% pro Tag
- ist auch noch eine billige Variante
- wenn man sie überlädt, werden sie unbrauchbar
- es wird empfohlen, hier mit Delta-U-Ladegerät oder mit Entladungs- u. Ladungsgeräte zu laden

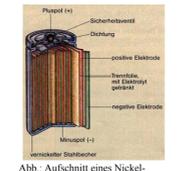


Abb.: Aufschnitt eines Nickel-Cadmium-Akkumulators

Nickel-Metalhydrid-Akkumulatoren

- Weiterentwicklung von NC-Akkus
- schwacher Memoryeffekt
- entladen sich um ca 1% pro Tag
- sind etwas teurer als NC-Akkus



Abb.: Nickel-Metalhydrid-Akkumulatoren

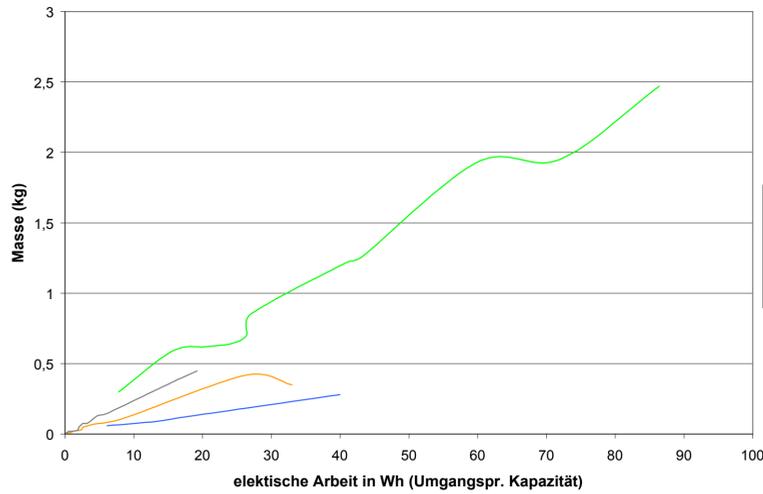
Lithium-Ionen-Akkumulatoren

- sehr klein
- sehr leicht
- sind sehr teuer
- entladen sich sehr langsam
- in hohen Kapazitäten verfügbar



Abb.: Lithium-Ionen-Akkumulatoren

Verhältnis: elektr. Arbeit - Masse



Durchschnittswerte

	Lithium-Ionen-Akku	Nickel-Metalhydrid-Akku	Nickel-Cadmium-Akku	Bleiakku	Brennstoffzelle
120 Wh/kg [1]	50 Wh/kg [1]	35 Wh/kg [1]	35 Wh/kg [1]	35 Wh/kg [1]	200 Wh/kg [1]
136,1 Wh/kg [2]	67,4 Wh/kg [2]	40,7 Wh/kg [2]	33 Wh/kg [2]	33 Wh/kg [2]	-
3,83 €/Wh [1]	1,28 €/Wh [1]	0,77 €/Wh [1]	K.A. [1]	K.A. [1]	5,1 €/wh [1]
5,6 €/Wh [2]	4,2 €/Wh [2]	6,1 €/Wh [2]	0,77 €/Wh [2]	0,77 €/Wh [2]	-

Eignung der unterschiedl. Akkumulatoren für autonome mobile Systeme

Bleiakkumulatoren

Bleiakkus eignen sich recht gut für AMS, weil die Kosten relativ gering sind und die Leistung ausreichend ist. Ein weiterer Vorteil wäre auch das einfache Laden des Bleiakkulators, denn mit 1/10 der Kapazität sollte man diesen Akkutyp laden, allerdings sollte man ihn nicht überladen und auch nicht völlig entladen da er dann mit hoher Wahrscheinlichkeit unbrauchbar wird. Negativ anzumerken wäre die geringe gewichtsbezogene Energiedichte, die um 33-35 Wh/kg liegt. Ein weiterer Nachteil ist die hohe Entladefähigkeit dieses Akkutyps.

Nickel-Cadmium Akkumulatoren

NC-Akkus sind auch eine billige Art der Energiespeicherung und eignen sich für kleinere AMS besser als Bleiakkus, weil sie leichter sind, aber auch nicht alzu hohe elektr. Arbeitswerte(Kapazität) erreichen. Ein Nachteil ist, dass ein Memory Effekt auftritt und auch hier eine hohe Entladefähigkeit vorherrscht. Dazu kommt, dass dieser Akkumulator, so der Hersteller, mit teureren Ladegeräten geladen werden sollte (Delta-U-Ladegeräte oder Entladungs- u. Ladungsgeräte), da sonst ein Memory Effekt auftritt. Diesen Akkumulator kann man nicht überladen, dafür muss man ihn ab und an vollständig entladen.

Nickel-Metalhydrid-Akkumulator

Ist ähnlich dem Nickel-Cadmium-Akkumulator, allerdings weist er ein leichteres Gewicht und einen schwächeren Memory Effekt auf. Des weiteren hat er eine größere Kapazität als der Nickel-Cadmium-Akku. Deswegen ist dieser Akkutyp für kleinere bis mittlere AMS sehr gut geeignet.

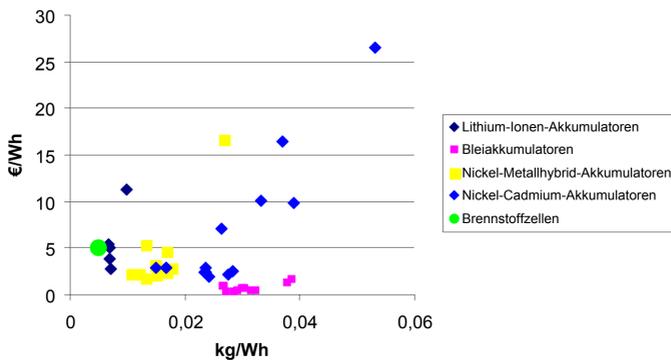
Lithium-Ionen-Akkumulator

Ist sehr leicht, sehr klein und geht in hohe Arbeitswerte. Ein weiterer Vorteil ist, dass die Entladung sehr langsam verläuft. Dieser Akkutyp ist optimal für fast jedes AMS, allerdings sind die Ankaufkosten sehr hoch.

Brennstoffzelle

Ist für autonome mobile Systeme sehr gut geeignet; allerdings steht diese Technik noch nicht wirklich zur Verfügung.

Wie teuer ist eine Wh und wie schwer ist sie



- Was in den Durchschnittswerten nicht unbedingt zu erkennen ist, kann man in diesem Diagramm deutlich sehen. Denn jeder Akkutyp hat ein bestimmtes Preisklassenfeld bzw. Gewichtsklassenfeld je Wattstunde. - Zum Bsp. kann man in der Durchschnittstabelle bei dem Akkutyp Nickel-Cadmium einen Durchschnittspreis von 6,1 €/Wh ablesen, allerdings wird im Diagramm klar, dass die vereinzelt teureren Akkus von diesem Typ den Durchschnittspreis "hochtreiben" und das der eigentliche Preis für die breite Masse bei ca 2,50€/Wh liegt.

Die Brennstoffzelle

Brennstoffzelle im allgemeinen

Brennstoffzellen sind elektrochemische Systeme. Sie setzen die chemische Energie von Oxidationsprozessen direkt in elektrische Energie um. Ihr Funktionsprinzip ähnelt dem von Primärbatterien, mit dem Unterschied, dass die Energie nicht zwischen den Elektroden gespeichert ist, sondern in einem externen Tank gelagert wird. Die Brennstoffzellen-Technologie wurde bereits vor mehr als 100 Jahren erfunden. Gegenwärtige Anwendungsgebiete sind Kraft-Wärme-Kopplungssysteme (Blockheizkraftwerke) zur Erzeugung von elektrischer und thermischer Energie sowie der Einsatz als Stromquelle für elektrische Fahrzeuge. Im Gegensatz zu batteriebetriebenen Elektrofahrzeugen erzielen mit Brennstoffzellen betriebene Fahrzeuge Leistungsdichten und Reichweiten konventioneller Kraftfahrzeuge mit Verbrennungsmotor. Deutliche Fortschritte in den Materialwissenschaften haben in den letzten Jahrzehnten der Brennstoffzellentechnologie zum Durchbruch verholfen. [3]

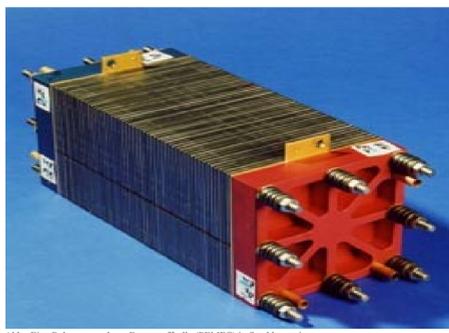


Abb.: Eine Polymermembran-Brennstoffzelle (PEMFC) in Stackbauweise

Arten von Brennstoffzellen

Polymermembran-Brennstoffzelle (PEMFC):

- weist hohe Flexibilität in Bezug auf Lastverhalten und Bauweise auf
- Kann durch bestimmte Bauweisen nützlich eingesetzt werden (Stackbauweise und Streifenmembran)
- Wird wahrscheinlich in absehbarer Zukunft in Laptops oder ähnlichen Geräten eingesetzt werden

Direktmethanol-Brennstoffzelle (DMFC):

- Ist in ihrer Entwicklung gegenüber der PEMFC deutlich zurück
- Es gibt vorerst nur Demonstrationsgeräte, die aber auch noch alle möglichen Fehler enthalten z.B.:
 - Potentialverluste an der Anode aufgrund geringer Katalysatoraktivität
 - Wirkungseinbußen infolge von Methanoldiffusion
 - Potenzialverluste an der Kathode (Luftseite) aufgrund von Mischpotenzialbildung

Alkalische Brennstoffzelle (AFC):

- kommt für den Einsatz in Kleingeräten nicht in Frage, weil die Gasaufbereitung (CO₂-Entfernung aus der Luft ect.) zu aufwendig ist

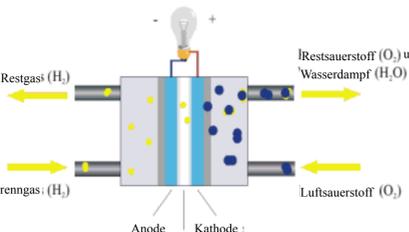
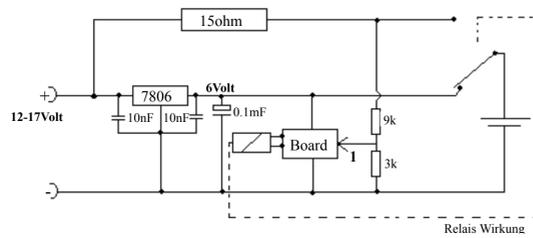


Abb.: Schematischer Aufbau einer Brennstoffzelle.

AMSChargeBoard



Funktionsweise

- Wenn der Roboter an der Ladestation angedockt hat, überprüft er mit dem Spannungsmesser (1) ob eine Spannung anliegt.
- Wenn nun eine Spannung gemessen wird, schaltet der Roboter das Relais. Dieses Relais trennt das Board vom Akku und schaltet die Ladespannung auf den Akku. Über den Sensor 1 kann die Ladespannung verfolgt werden.

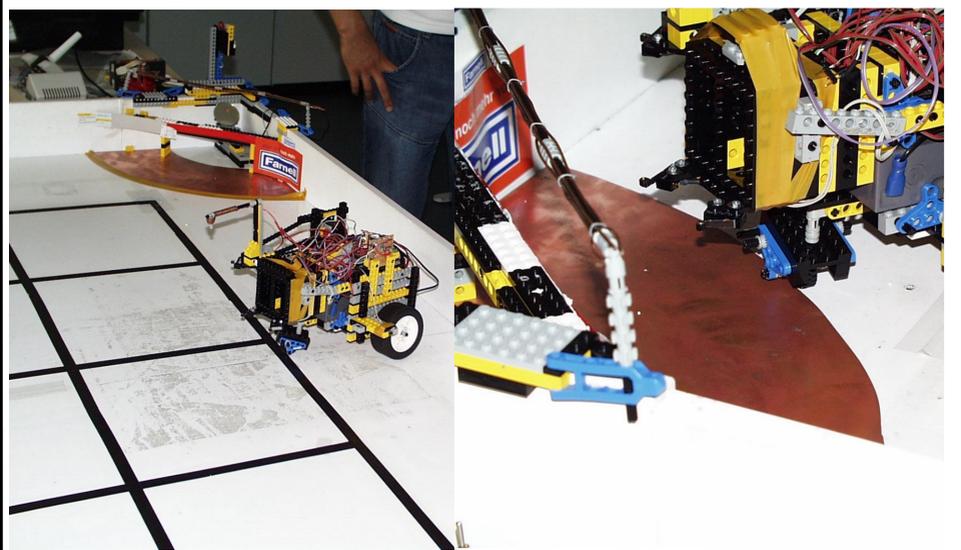


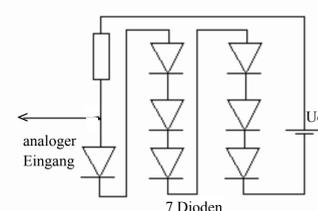
Abb.: Projekt 2002 "Energieautonome Roboter" (Team 3 Roboter mit Ladestation)

Abb.: Projekt 2002 "Energieautonome Roboter" (Team 3 Roboter mit Ladestation beim andocken)

Spannungsmesser

Funktionsweise

- der Strom fließt
- einerseits mit einem bestimmten Wert (je nach Akku und Akku-Zustand) in das Bord und wird dort verbraucht
- andererseits geht er erst durch einen Widerstand und dann durch sieben Dioden, bei denen die Spannung konstant abfällt.
- Zwischen Widerstand und Dioden ist ein analoger Eingang, der die Spannung an diesem Punkt misst und sie mit der Spannung vom A/D-Converter vergleicht.
- Wenn sich U_{cc} verringert steigt somit der Messwert.



Quellen:

- [1] "Deutscher Bundestag 14. Wahlperiode" Drucksache 14/5054 1999/2000
- [2] Werte aus Experiment der Fachhochschule-Brandenburg 2002, Bert Heller
- [3] Quelle: www.solarserver.de/lexion/brennstoffzelle-e.html