

Kurs 5 – Theoprax



Stellen wir uns einmal vor, wir wären auf einer Insel. Diese Insel versorgt sich mit Strom durch erneuerbare Energien. Es gibt ein Wasserrad, ein Windrad und Solarzellen. Nun wird es Nacht auf der Insel und wir wollen uns im Backofen eine Pizza backen. Da es dunkel ist, können die Solarzellen keine Energie mehr in Strom umwandeln. Der Wind ist in dieser Nacht komplett ruhig, es geht kein Lüftchen, also können auch die Windräder keinen Strom für den Backofen erzeugen. Dummerweise ist erst in der vorherigen Woche das Wasserrad kaputt gegangen, also fällt dieses auch aus.

Ja und nun? Was machen wir jetzt? Wir können keine Pizza backen, müssen also hungrig schlafen gehen, da kein Strom zur Verfügung steht. Oder aber wir überlegen uns im Voraus, wie man eine solche Situation vermeiden kann. Die Lösung: Man speichert die Energie, wenn sie zur Verfügung steht, um sie dann in Notsituationen, wie in unserem Fall, verwenden zu können.

Eine Speichermöglichkeit ist die Redox-Flow-Batterie. Zu diesem Thema erarbeiteten wir in den zwei Wochen der Science Academy die chemischen und physikalischen Grundlagen und machten uns anschließend in drei Gruppen Gedanken über Verbesserungsmöglichkeiten der Batterie und entwickelten konkrete Ideen dazu.

Unsere Teams

NINA UDVARDI-LAKOS

Team 1: Das A-Team

Anna Aubele Anna bringt uns mit ihrer lockeren und witzigen Art oft zum Lachen und lenkt uns vom Stress ab. Sie sorgt für eine gute Gruppendynamik und spornt durch ihren Vorwärtsdrang an, vor allem wenn es mal nicht so läuft, wie wir es uns vorstellen.

Anne Lang Anne ist kreativ, spontan und immer gut drauf. Sie schwatzt auch gern mal



drauf los und hat keine Hemmungen auszusprechen, was sie denkt, vor allem bei ihren überraschenden Ideen, die inspirierend auf alle wirken. Ihre riesigen Symbole auf dem Laptop sorgen für allgemeine Heiterkeit.

Arvid Baumgärtner Arvid ist immer gut drauf und sorgt mit seinem Humor für eine entspannte Stimmung. Er bringt uns alle zum Lachen, ist sehr aufgeschlossen und optimistisch, und selbst im größten Stress für einen Scherz zu haben. Er arbeitet mit viel Freude und am liebsten mit Musik. Damit motiviert er uns alle.

Alexander Giesecke (Alex) Alexander hat die meisten kreativen Ideen und war wegen seiner ruhigen, selbstsicheren Art bei unserer Präsentation der perfekte Moderator. Am Bergfest brachte der Landespreisträger bei Jugend musiziert (mit Weiterleitung zum Bundeswettbewerb!) uns durch sein Klavierspiel zum Staunen.

Team 2: Flowing Four

Johannes Jahn Johannes ist unser Informatik-Schülerstudent aus Konstanz, und deshalb für alle Computerangelegenheiten zuständig. Er arbeitet strukturiert, organisiert und ordentlich und besitzt eine kontaktfreudige und offene Art.

Jasper Lecon Jasper ist immer fröhlich, interessiert und ermutigt uns bei Problemen. Sein Charme kommt auch von seinem persönlichen Platzhalterwort: DABEI. Dabei ist er immer lustig und kann sich toll präsentieren. Auch beim Abschlussabend konnte er diese Fähigkeit beim Aufführen des Akademie-Lieds unter Beweis stellen.



Vera Flad Vera überzeugt uns alle durch ihre ruhige und hilfsbereite Art. Ihr wunderschönes, klares Schwäbisch wirkt bei angespannter Stimmung ausgleichend und hilft die Atmosphäre zu entspannen. Sie kann gut zuhören, ist eine tolle Gesprächspartnerin und hilft bei kleinen Konflikten.

Nicolai Jackstadt Nicolai ist ein Musterbeispiel für den Spruch „In der Ruhe liegt die Kraft!“ Er ist immer rücksichtsvoll, verständnisvoll und kompromissbereit. Viel reden war nicht sein Ding, aber was er sagt, hat stets Hand und Fuß.

Team 3: JuTaVaNiS Battery

Julian Lutz Julian weiß immer alles mögliche Wichtige und Unwichtige zu erzählen und tut dies auch gern während wir arbeiteten. Dadurch trägt er sehr zu unserer Erheiterung bei. Er hilft uns in unserer Gruppe bei jeglichen Problemen und arbeitet viel am Computer. Außerdem ist er unser Staubsaugerverkäufer, da er selbst einem Tiereschützer einen Pelz verkaufen könnte.

Tamara Voigtländer Obwohl sie die Jüngste unseres Kurses ist, kann sie immer gute Beiträge bringen und erklärt Sachverhalte ruhig und verständlich bei unserer Präsentation. Nebenher arbeitete sie hart an ih-



rer Bärenzähler-Ausbildung. Zudem war sie auch in der Theater-KüA und überzeugte alle in ihrer Rolle als gutmütiges Fräulein Doktor.

Valerie Berge Valerie versteht die chemischen Grundlagen der Redox-Flow-Batterie wohl am Besten und hatte auch nichts dagegen, abends in der KüA-Schiene weiterzuarbeiten. Sie war diejenige, die die Fragen unserer Auftraggeber souverän beantwortete, und uns damit alle gut dastehen ließ.

Nina Udvardi-Lakos Nina zeichnet sich durch ihre Gelassenheit, ihren Enthusiasmus und ihren Humor aus. Sie arbeitet zielstrebig, ist immer hilfsbereit und überraschte uns am Abschlussabend bei der Theateraufführung als Einstein.

Der allerbeste Schülermentor aller Zeiten:

Matthias Ernst Matthias ist bei allen Problemen immer bereit zu helfen, unterstützt uns mit Rat und Tat und bildet die Brücke zwischen den Kursteilnehmern und den Kursleitern. Er erklärte uns die Reaktionen in der Redox-Flow-Batterie und war für die Fotos zuständig.



Unsere Kursleiter:

Dörthe Krause Die Mutter von TheoPrax und Vorstandsmitglied der TheoPrax-Stiftung war es, die unseren Kurs plante, unsere überfachlichen Kenntnisse und unsere soziale Struktur förderte. Dörthe war immer zur Stelle, um uns zu helfen und gab Tipps um unser Teamgefühl, unsere Kreativität und unsere Motivation zu stärken. Sie unterbrach uns auch bei der Arbeit, um durch Spiele die Stimmung aufzulockern und zu verbessern.



Simon Budjarek Simon forderte und förderte uns, brachte uns dazu, alles zu geben, im Kurs sowie in der von ihm angebotenen Sport-KüA. Als Dörthes rechte Hand stand er uns immer zur Seite, und konnte uns mit flotten Sprüchen, seinem unendlichen

Humor und seiner liebenswerten Art zum Lachen bringen.



Peter Eyerer Peter war leider nicht immer da, aber er baute uns auf, wenn wir niedergeschlagen waren, brachte viele konstruktive Vorschläge und munterte uns auf. Er war immer bereit uns zu helfen, auch bei der Kontaktaufnahme mit unserem Auftraggeber.

Wie alles begann ...

VERA FLAD, VALERIE BERGE

Ein Schüler erinnert sich: Diesem Wochenende hatten wir voller Neugier und Tatendrang entgegen gefiebert und nun war es da: DAS Eröffnungswochenende! Fremde Menschen und eine große Herausforderung warteten auf uns. Gleich am ersten Abend stellten unsere Kursleiter uns die erste Aufgabe. Wir sollten drei Teams bilden und uns einer Jury, bestehend aus den Kursleitern und den anderen Teilnehmern, stellen. Dabei galt es sich zu überlegen, was unsere Gruppe ausmacht und warum gerade wir für unser Thema, die Effizienzverbesserung der Redox-Flow-Batterie, besonders geeignet sind. Es war gar nicht so schwierig wie wir erwarteten! Eins wurde uns jedoch an diesem Abend klar: Mit der Teamarbeit steht und fällt ein Projekt. Für gute Stimmung sorgte ein kleines Kistchen mit magischem Inhalt: Brause in allen

möglichen Variationen, das leider schon am Ende des Wochenendes vollends aufgebraucht war. So setzten wir die Tradition unserer Vorgängerkurse fort. „Der TheoPrax-Kurs spielt und isst den ganzen Tag“, bekamen wir schon an diesem Wochenende von den anderen Kursen zu hören.

Anfangs sorgte die Präsentation unseres Arbeitgebers, Jens Noack vom Fraunhofer ICT, für Verwirrung, da uns die Zusammenhänge der Redox-Flow-Batterie als zu komplex für unser bisheriges Verständnis vorkamen. Unsere Besorgnisse waren jedoch unbegründet, da sich unsere Unklarheiten während der Akademie schnell in Luft auflösten.

Zuallerletzt bereitete uns die Einteilung der endgültigen Gruppen einiges Kopfzerbrechen, da wir uns in ausgeglichene Gruppen mit sich ergänzenden Stärken einteilen sollten, was wir souverän lösten. Hieraus ergaben sich das „A-Team“, die „Flowing Four“ und die Gruppe „JuTaVaNiS Battery“.

Damit war unser Wochenende schon zu Ende und so schnell gegangen, wie es gekommen war. Zurück fuhren wir erschöpft aber fröhlich und bepackt mit einigen Aufgaben.

Spannung bis zum Schluss

VALERIE BERGE, VERA FLAD, ANNE LANG

Die Tage wurden herunter gezählt und die Spannung begleitete uns vom Ende des Eröffnungswochenendes bis in die Sommerferien hinein. Bald geht sie los, die Sommerakademie! Doch zuerst einmal standen wir unter großem Druck: Die Aufgaben mussten noch vor der Sommerakademie abgegeben werden.

Stress, ein ständiger Begleiter des TheoPrax-Kurses. Anfangs lästig und am Ende Alltag. Dennoch lernten wir, damit zurecht zu kommen, und vermissten es am Ende sogar. Während des kurzen Eröffnungswochenendes konnte die Frage, was TheoPrax genau ist, nicht geklärt werden. Diese Frage werden Sie, liebe Leser, sich sicher auch schon gestellt haben.



Präsentation der während des EWEs erhaltenen Aufgaben

Was ist TheoPrax?

JOHANNES JAHN

Auf diese Frage gibt es mehrere Antworten. Zum einen ist TheoPrax eine kombinierte Lehr- und Lernmethode, die von Dörthe Krause und Prof. Dr. Peter Eyerer entwickelt wurde und seit 1996 an Schulen und Hochschulen bundesweit praktiziert wird. Zum anderen ist TheoPrax eine Arbeitsgruppe am Fraunhofer Institut für Chemische Technologie in Pfinztal bei Karlsruhe. Sie ist für die Weiterentwicklung und Integration der Methodik in Schule und Hochschule zuständig.

2001 wurde die TheoPrax-Stiftung, die unter anderem auch die Science Academy unterstützt, gegründet. Sie soll die TheoPrax-Methodik verbreiten und die Wissenschaft und Forschung fördern. Einmal im Jahr wird auch ein Preis für die besten Projektarbeiten, die in Zusammenarbeit von Schulen, Hochschulen und Firmen bearbeitet wurden, in Deutschland vergeben.

Die Ziele der TheoPrax Lernmethodik:

Das Hauptziel von TheoPrax ist die Steigerung der Motivation zum Lernen. Dies geschieht zum einen durch den gleichzeitigen Einsatz von Theorie und Praxis. Weitere Ziele sind das Stärken von überfachlichen Kenntnissen, das

Unterstützen von selbständigem Lernen und das Steigern des Interesses an den Naturwissenschaften.

Die Bestandteile der TheoPrax Lernmethodik:



*Grau, teurer Freund, ist alle Theorie
Und grün des Lebens goldner Baum.*

Hierbei handelt es sich um ein Zitat aus Goethes „Faust“. Dieses Zitat kann man sehr schön auf das Logo von TheoPrax übertragen und dabei die beiden Kernpunkte von TheoPrax erklären. Grau ist, wie man auch im Logo erkennen kann, die Theorie. Alle Theorie nützt einem ohne die Praxis, die Anwendung des Gelernten, aber nichts.

Die TheoPrax Methodik ist eine Kombination aus Theorie und Praxis. Es sind zwei eigenständige Punkte, die aber trotzdem zusammen gehören (spiegelt sich auch im Logo wider). Dabei ist die Theorie in die fachlichen und die überfachlichen, also methodischen, Kenntnisse unterteilt. Die Praxis ist die direkte Anwendung dieses Wissens.

Welche Auswirkung hatte TheoPrax für unsere Arbeit in den zwei Wochen der Science Academy?

Jedes TheoPrax-Projekt hat Ernstcharakter, was bedeutet, dass immer ein Angebots-Auftrags-Verhältnis vorliegt. Bei unserem Projekt war das Fraunhofer ICT unser Auftraggeber.

Unsere erste Aufgabe war das Anfertigen eines Angebotes für unseren Auftraggeber, inklusive eines Zeit- und Strukturplans. Die Kenntnisse, die wir lernten, um einen solchen Plan zu erstellen, waren Teil der überfachlichen Theorie, in diesem Fall das Projektmanagement. Dazu kam das Erlernen und Anwenden verschiedener Kreativitäts- und Präsentationstechniken sowie das Team- und Konfliktmanagement, was später genauer erläutert wird.

Die fachlichen Grundlagen waren bei uns das physikalische und chemische Wissen, das wir brauchten, um die Redox-Flow-Batterie zu verstehen. Wir bekamen sowohl den Grundaufbau einer solchen Batterie erklärt, als auch die Funktion der Galvanischen Zelle und die Redoxreaktion. Die Praxis erfolgte durch die Anwendung dieses Wissen. Wir bauten selber eine Redox-Flow-Batterie und machten viele Versuche an ihr.

Schlusspunkt einer jeden TheoPrax-Projektarbeit ist der Abschlussbericht und die Abschlusspräsentation vor dem Auftraggeber. So mussten auch wir einen Abschlussbericht anfertigen und unsere Ergebnisse dem Auftraggeber präsentieren.

Projektmanagement

JOHANNES JAHN

Definition und Ziel des Projektmanagement:

„Projektmanagement ist die Gesamtheit von Führungsaufgaben, -organisation, -techniken und -mitteln für die Abwicklung eines Projekts“ (DIN 69901)

Das Ziel ist es, die geforderten und für das Projekt spezifischen Aufgaben mit den vorgegeben finanziellen Mitteln innerhalb des Zeitrahmens zu erreichen.

Merkmale und Teile des Projektmanagements:

Ein Projekt zeichnet sich durch mehrere Merkmale aus: Ein Projekt ist keine Routineaufgabe. Es wird also nicht wie andere Dienstleistungen wiederholt. Außerdem gibt es eine genau definierte Zielsetzung und eine Begrenzung der zeitlichen, personellen und finanziellen Ressourcen.

Zu den Teilen eines Projekts gehört die Organisation des Aufbaus und Ablaufs, die genaue Planung des Projekts, die Umsetzung, Steuerung und Kontrolle. Zusätzlich gehören noch

die Dokumentation, Kommunikation, Reflexion und das Feedback, die über das komplette Projekt stattfinden, hinzu. Jedes Projekt hat 4 charakteristische Phasen:

- Start- und Definitionsphase
- Planungsphase
- Umsetzungsphase
- Abschluss

Jede dieser Phasen hatten auch wir bei unserem Projekt.

Aufgaben der Start- und Definitionsphase

Hier werden zum Beispiel erste Recherchen durchgeführt, die Zieldefinition formuliert und das Team zusammengestellt.

Aufgaben in der Planungsphase:

Schwerpunkte dieser Phase sind die verschiedenen Pläne, die erstellt werden müssen:

Projektstrukturplan: Der Projektstrukturplan gibt Auskunft, was inhaltlich in dem Projekt zu tun ist; dessen Arbeitsschritte sind in Paketen gegliedert

Projektablaufplan: Dieser gibt genau an, in welcher Reihenfolge die Arbeitspakete abgearbeitet werden, wann dies geschieht und wie lange es dauern soll

Kostenplan: Der Kostenplan fasst die gesamten Personalkosten und Sachkosten (Material, Fahrkosten, ...) zusammen

Risikoplan: Mit diesem Plan kann man die Risiken abschätzen, die während des Projekts passieren könnten und „Notfallpläne“ für den Fall des Eintretens eines Risikos erstellen.

Jeden dieser Pläne haben auch wir erstellt. Nachfolgend werden wir den Projektstrukturplan – inklusive des Projektablaufplans, den wir erstellten – näher erläutern.

Wir fassten den Struktur- und den Ablaufplan in einem Plan zusammen. Als erstes überlegte sich jede unserer drei Gruppen, welche speziellen Aufgaben sie zu erledigen hatten, um

die geplanten Projektergebnisse zu erreichen. Das waren zum Beispiel Versuchsplanungen und Durchführung von Versuchen, Ergebnisinterpretation und Detailrecherchen. Darüber hinaus hatten wir alle auch andere Arbeiten einzuplanen, zum Beispiel für die Rotation, das Schreiben des Abschlussberichts sowie die Erstellung einer Abschlusspräsentation.

Als diese Arbeitsschritte vollständig gesammelt waren, mussten wir einschätzen, wie lange wir dafür brauchen werden und ob unsere zur Verfügung stehende Zeit zur Bearbeitung ausreicht. Der nächste Punkt war die detaillierte Zeitplanung – das Aufteilen der einzelnen Arbeiten auf die zur Verfügung stehenden Tage. Wir schrieben die Arbeitsschritte auf ein großes Flipchart-Papier, das wir zuvor in die einzelnen Tage unterteilt hatten. Wir mussten dabei beachten, an welchen Tagen wir die Arbeiten überhaupt durchführen konnten, d. h., an Tagen, an denen zum Beispiel ein Ausflug geplant war, konnten wir auch keine Projektarbeiten machen.

Alles in allem ist die Planung eines Projektes nicht einfach gewesen. Man muss alle Arbeitsschritte beachten und sollte den Zeitaufwand möglichst gut abschätzen können, damit jederzeit gesehen werden kann, an welchem Arbeitsschritt das Team steht und was noch zu erledigen ist.

Das Angebot

Das Projektteam reicht der Firma, die ihnen den Auftrag erteilen soll, ein Angebot ein. Dies dient der Firma, die eine Lösung zu einem Problem möchte, als Grundlage für das Projekt. Zu dem Angebot gehört die Zielsetzung mit den geplanten Projektergebnissen sowie der Struktur-, Zeit- und Kostenplan.

Auch wir mussten natürlich ein solches Angebot bei unserem Auftraggeber einreichen. Dies ging aber sehr schnell, da unser Strukturplan und unsere Ziele schon fertig waren.

Wir waren alle sehr froh, am Abend den Auftrag von unserem Auftraggeber per Mail zu erhalten.



Heiße Arbeitsphase

Kreativitätstechniken (Beispiel Stadtpark)

ANNE LANG

Kreativ sein bedeutet, seiner Fantasie freien Lauf zu lassen

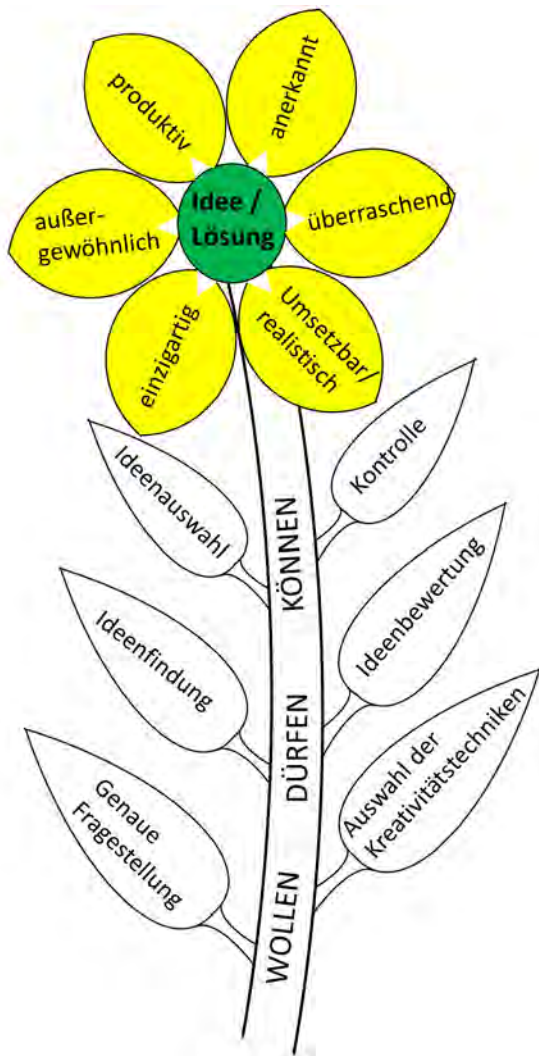
Manfred Max-Neef

Wie soll der neue Stadtpark aussehen? Wie kann ich meine Wohnung gemütlicher gestalten? Was kann ich tun, um die perfekte Party zu organisieren? Und in unserem Fall: Welche neuen Ideen kann ich meinem Auftraggeber anbieten?

Das sind alles völlig verschiedene Fragen, und doch braucht man, um eine Lösung zu finden, vor allem eines: Kreativität!

Aber was ist das eigentlich, KREATIVITÄT? Man sagt, „Kreativität ist die Fähigkeit, aus bekannten Informationen neue Kombinationen zu bilden.“ Stellen Sie sich vor, Sie wollen einen Stadtpark anlegen. Sie wissen, was ein Stadtpark unbedingt braucht und wie ein gewöhnlicher Stadtpark aussieht. Und doch wollen Sie einen völlig Neuen gestalten, der möglichst viele Stadtbewohner anzieht. Sie müssen neue Kombinationen bilden. Dinge mit einbringen, von denen Sie wissen, dass sie geeignet wären, die bisher jedoch in keinem anderen Stadtpark zu finden sind. Sie müssen ihn besonders machen, außergewöhnlich. Genau das ist es, was eine kreative Idee auszeichnet:

1. Sie ist außergewöhnlich, d. h. anders als Gewohntes



Veranschaulichung der Kreativitätstechniken

2. Sie ist überraschend
3. Und sie muss von anderen angenommen werden, d. h. sie muss akzeptiert werden

Aber wie finde ich sie? Diese außergewöhnliche, besondere Idee? Eine große Hilfe dabei sind die Kreativitätstechniken. Sie helfen, den großen Schritt von der Ideensammlung bis hin zur Ideendurchführung zu überwinden. Dafür gibt es verschiedene Prinzipien, die je nach Situation ausgewählt werden:

Das Prinzip der Zufallsanregung

Bestimmte Reizworte, die scheinbar nichts mit dem Thema zu tun haben, helfen bei der Überwindung von Denkblockaden. (z. B. Wolke, Musik, Ameise ...)

Das Prinzip der Assoziation

Beim Brainwriting und Brainstorming werden freie Assoziationen (spontane, scheinbar „verrückte“ Ideen) zur Ideenfindung verwendet.

Das Brainstorming

Für das Brainstorming ist es wichtig, so viele Ideen wie möglich zu sammeln, dabei gilt: „Quantität vor Qualität“. Das heißt, Kritik ist nicht erlaubt.

Das Brainwriting

Auch beim Brainwriting ist es Ziel, so viele Ideen wie möglich zu sammeln, diese schreibt jedoch jeder für sich selbst auf. Diese Ideen können anschließend von den anderen weiterentwickelt werden.

Die Kopfstandmethode

Die Kopfstandmethode hilft oft Denkblockaden zu überwinden. Dabei kehrt man die Frage-/Problemstellung in ihr Gegenteil um, d. h. anstatt zu fragen, wie man einen möglichst schönen Stadtpark gestalten kann, fragt man: Wie gestaltet man einen möglichst unattraktiven Stadtpark? Diese Ideen kehrt man danach direkt wieder um. Auf diese Weise kommt man auf Ideen, die das verhindern, was man vermeiden will: Ein misslungenes Projekt.

Die Identifikation

Eine weitere Methode ist die Identifikation. Dabei identifiziert man sich selbst mit der Zielgruppe, die in diesem Fall von den Stadtbewohnern oder eventuell auch von den Pflanzen im Stadtpark vertreten wird, und überlegt sich, wie man auf deren Bedürfnisse eingehen kann. Z. B.: Was würde mich als Baum im Stadtpark glücklich machen? Oder: Was würde ich mir als Jugendlicher/Kleinkind/Mutter etc. in einem Stadtpark wünschen? Was würde ich mir als Gärtner im Stadtpark wünschen?

Diese Fragen helfen die verschiedenen Zielgruppen auch wirklich zu erreichen und unterstützen die Kreativität.

Das Prinzip der Bildhaftigkeit/Analogie

Synektik (συνεκτίκτειν [griech.] = etwas miteinander in Verbindung bringen)

Das Prinzip der Bildhaftigkeit und der Synektik beruht auf der Gewinnung von neuen Erkenntnissen mithilfe von Erfahrungen und vorhandenem Wissen (heuristisches Prinzip). Dazu gehört z. B., dass man das Bekannte aus anderen Sachbereichen dazu verwendet, um eine neue Lösungsmöglichkeit zu entwickeln (Force-Fit).

Das Prinzip der systematischen Bedingungsvarianten

Dieses Prinzip beinhaltet das systematische Erarbeiten verschiedener Kriterien (z. B.: Form, Farbe, Eigenschaften, Materialien, ...).

Dabei wird sichergestellt, dass kein Punkt vergessen wird, also alle Kriterien beachtet werden. Am Beispiel Stadtpark: Landschaftsarchitektur, Freizeitgeräte, Toiletten, Größe (Fläche, Umfang), Pflege ...

Ideenbewertung

Sobald man eine Ideensammlung angefertigt hat, muss man sich natürlich für die beste Idee entscheiden. Auch diese Aufgabe gehört zu den Kreativitätstechniken. Um Bewertungskriterien zu finden, die die Auswahl erleichtern, können folgende Methoden angewandt werden:

- Eine Pro-Contra-Diskussion: Für jede Idee werden positive und negative Aspekte gesammelt und ausgewertet.
- Entscheidung durch Experten: Man zieht Experten zu Rate, die ebenfalls positive/negative Aspekte nennen.
- Ein-Punkt-Abfrage: Jeder Teilnehmer kann einen Punkt für seine bevorzugte Idee abgeben.
- Mehr-Punkt-Abfrage: Jeder Teilnehmer hat mehrere Punkte, die er für seine bevorzugten Ideen nach vorher festgelegten Kriterien abgeben kann.

Doch auch die Kreativität kann durch bestimmte Faktoren beeinträchtigt werden.

Zu den Kreativitätshemmnissen gehört:

- Pessimismus: Man hat zu wenig Mut, Experimente zu machen oder Risiken einzugehen.
- Angst: Angst lähmt (man traut sich nicht, eigene Vorschläge/Meinungen mit einzubringen).
- Vorurteile: Man geht auf bestimmte Aspekte erst gar nicht ein.
- Routine: Man passt die Ideen dem Gewohnten/Normalen an, d. h. es können keine außergewöhnlichen/einzigartigen Ideen entstehen.
- Konformismus: Wunsch nach Übereinstimmung (andere werden daran gehindert, völlig unabhängig eigene Ideen einzubringen).

Auch bestimmte Ausdrücke („Killerphrasen“) können zum Scheitern eines kreativen Prozesses führen. Dazu gehören Sätze wie:

- Das geht doch nicht!
- Das ist gegen die Vorschriften/Regeln!
- Das haben wir doch alles schon versucht!
- Zu altmodisch! ... Zu modern! ... Zu kompliziert! ... Zu teuer!

Zusammengefasst:

Durch diese Kreativitätstechniken gelingt es, selbst kreativ zu werden und selbständig eigene, einzigartige und neue Ideen zu kreieren. Es ist also keine Fähigkeit, mit der man geboren wurde oder nicht, es ist durchaus trainier- und umsetzbar!

Kreativ sein bedeutet, „produktiv gegen die Regeln zu denken und zu handeln“.

Im TheoPrax-Kurs haben auch wir mit den Kreativitätstechniken gearbeitet. Um dies zu üben, haben wir uns mit einer Zugtoilette identifiziert oder uns in die Gedankenwelt eines luftanhaltenden Elefanten hineinversetzt. Und am Ende hatten wir auch unsere Ideensammlung, die es auszuwerten und umzusetzen galt. Und wie ihr auf den folgenden Seiten lesen werdet, ist uns das mithilfe dieser Methode gut gelungen.

Präsentationstechniken

TAMARA VOIGTLÄNDER



Ein kleiner Einblick in unsere Arbeitswelt

Einen informativen Vortrag zu halten, das kann jeder, aber eine interessante, beeindruckende Präsentation daraus zu machen, das ist gar nicht so leicht, wie es sich anhört.

Um festzustellen, ob eine Präsentation gelungen ist, müssen folgende Merkmale vorhanden sein:

A – Durch etwas ganz Besonderes, Unerwartetes die Aufmerksamkeit des Publikums am Anfang auf sich ziehen.

I – Durch Beispiele, rhetorische Fragen, Interaktion (die Einbeziehung des Publikums) o. Ä. das Interesse der Zuhörer wecken. Eine Übersicht über das Thema geben und Ziele nennen.

D – Durst machen auf das Ziel. (Desire = Wunsch) Den idealen Zustand farbig ausmalen, die persönlichen Vorteile aufzeigen und alles plastisch darstellen durch Bilder und Grafiken.

A – Aktionen aufzeigen, die Zuhörer auffordern zum Handeln. Optimismus und Zuversicht ausstrahlen.

Jetzt stellt sich natürlich die Frage, wie man diese vier Punkte methodisch umsetzt. Hierfür stehen einem viele abwechslungsreiche Methoden zur Verfügung:

1. Pinnwand
2. Flipchart
3. Folien
4. PowerPoint
5. Interaktion
6. Rollenspiel

7. ... was einem einfällt! Je mehr Kreativität, desto besser!

Natürlich muss man sich immer genau überlegen, welche Methode sinnvoll ist. Nicht jede Methode passt in jede Präsentation. Das ist z. B. abhängig von den Zuhörern, dem Thema, dem Raum und der Größe des Publikums.

Außerdem ist es wichtig, die Methoden richtig anzuwenden, z. B. sind bei einer PowerPoint-Präsentation aufwendig einfliegende Sätze zu ablenkend.

Das alles haben wir in einer interessanten Präsentation von unserem Kursleiter gelernt und es natürlich, wie immer in TheoPrax, sofort geübt. In drei Arbeitsgruppen sollten wir innerhalb von 30 Minuten zu vorgegebenen Themen eine Präsentation erstellen und diese anschließend so vortragen, dass die Zuhörer von unseren Erkenntnissen und Meinungen überzeugt waren.

Ein Thema war z. B. die Gedankenwelt eines Elefanten beim Luftanhalten. Die Umsetzung dieser Präsentation war in so kurzer Zeit gar nicht so leicht. Aber letztendlich haben wir es alle sehr gut geschafft und dabei auch viel gelacht!

Nachdem wir die verschiedenen Präsentations- und Kreativitätstechniken gelernt hatten, wollten wir uns endlich mit unserem eigentlichen Thema, der Redox-Flow-Batterie, befassen und stellten uns als erstes die Frage:

Was ist eine Redox-Flow-Batterie?

VALERIE BERGE

Diese Frage beschäftigte uns während der Akademie rund um die Uhr! Und ganz nebenbei warf diese Batterie noch etliche weitere Fragen auf! Wie sieht sie aus? Ist sie überhaupt eine Batterie oder doch eher ein Akkumulator? Was ist das Besondere daran und für welche Zwecke wird sie verwendet? Wie unterscheidet sie sich von anderen Speichermedien? Nach und nach begannen wir dann die aufgetauchten Fragen zu klären.

Schon vor Beginn der Akademie hatten wir einige Fotos bekommen. Diese Fotos überrasch-

ten uns, denn die Redox-Flow-Batterie (RFB) ist im Gegensatz zu anderen Akkumulatoren ziemlich groß und schwer. Auf den ersten Blick sieht man überall Schläuche herausragen. Zusammengefasst ein großes, schweres Durcheinander. Aber wie gesagt: Auf den ersten Blick! Von diesem anfänglichen kleinen Schock erholten wir uns sehr schnell, nachdem wir uns den Aufbau genauer angesehen hatten.

Allgemein kann man zur RFB sagen, dass sie eine weiterentwickelte Galvanische Zelle ist. Ein Energiewandler, der beim Ladevorgang elektrische in chemische Energie und beim Entladevorgang chemische in elektrische Energie umwandelt.

Eine ausschlaggebende Frage war bis dahin unbeantwortet: Wieso forscht man an diesem Akkumulator, obwohl es schon viele andere Batterien und Akkumulatoren gibt? Der entscheidende Vorteil, den die Redox-Flow-Batterie gegenüber allen anderen hat, ist die hohe Energiedichte von 80 %. Zum Vergleich: Ein herkömmlicher Bleiakku hat nur eine Energiedichte von 30 %. (Die Energiedichte gibt die Verteilung der Energie E auf eine bestimmte Größe X , hier die Masse, an). Zudem hat sie einen sehr hohen Wirkungsgrad von ebenfalls 80 %.

Bei der Redox-Flow-Batterie fällt außerdem die Selbstentladung als Störfaktor weg, da die Elektrolyte in Tanks außerhalb der Zelle gelagert werden und so nicht miteinander in Kontakt kommen können. So kann es auf lange Dauer gesehen nicht selbst reagieren und dabei Wärme statt Strom freisetzen.

Wir haben uns mit einer Redox-Flow-Batterie beschäftigt, bei der beide Redoxpaare aus Vanadium-Ionen bestehen. Das hat den Vorteil, dass ein Crossover (eine ungewollte Vermischung der Elektrolyte durch die Membran) die Batterie nicht ruiniert, sondern bei der nächsten Aufladung wieder behoben werden kann. Aufgrund dieser Tatsache hat die Batterie eine sehr lange Lebensdauer.

Die RFB kann durch ihre geringe Selbstentladung und die unbegrenzte Größe ihrer Elektrolyttanks ($\rightarrow$ hohe Kapazität) ideal für die Speicherung von regenerativen Energien eingesetzt werden.

Die Grundlagen für die Redox-Flow-Batterie

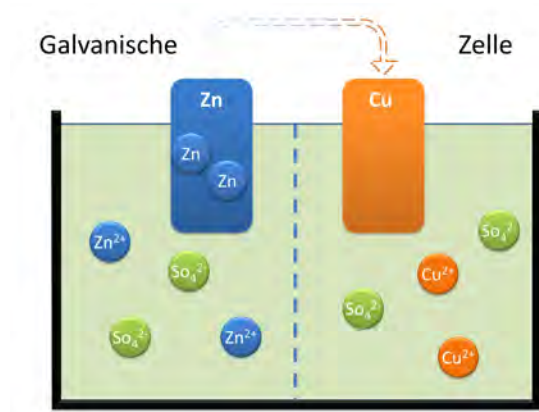
VALERIE BERGE

Um die Vorgänge zu verstehen, die in der Redox-Flow-Batterie (RFB) ablaufen, eigneten wir uns die Grundlagen an. Dabei nahmen wir uns zuerst die Begriffe der Oxidation, Reduktion und Redoxreaktion vor. Unsere Rechercheergebnisse hierzu ergaben, dass die Oxidation die Elektronenabgabe (z. B.: $\text{Fe} \rightarrow \text{Fe}^{2+} + 2\text{e}^-$) und die Reduktion die Elektronenaufnahme (z. B.: $\text{Cl} + \text{e}^- \rightarrow \text{Cl}^-$) ist.

Die Redoxreaktion bezeichnet das fast gleichzeitige Ablaufen von Oxidation und Reduktion (z. B.: $\text{Fe} + 2 \text{Cl} \rightarrow \text{FeCl}_2$). Um zum Verständnis der RFB den letzten Grundbaustein zu legen, befassten wir uns mit der Galvanischen Zelle. Hierbei lernten wir, dass die Galvanische Zelle ein Energiewandler ist, d. h. sie wandelt chemische in elektrische Energie um, und umgekehrt. Man kann sagen, dass die Redox-Flow-Batterie eine weiterentwickelte Galvanische Zelle ist, was uns schon einen Hinweis darauf lieferte, was uns bei der RFB erwartete.

Beide Energiewandler beruhen auf dem Prinzip der Redoxreaktionen, d. h. beim Auf- und Entladevorgang finden räumlich getrennt Oxidation und Reduktion statt. Die Galvanische Zelle führt uns langsam an den Aufbau der galvanischen Zelle heran, denn die Galvanische Zelle besteht wie die RFB aus zwei, mit Elektrolyten (z. B. Zink/Blei in Schwefelsäurelösung gelöst) gefüllten Halbzellen. Sie werden durch eine ionenleitende Membran voneinander getrennt, sind jedoch über einen Stromkreislauf verbunden.

Nebenbei klärten wir noch den Unterschied zwischen einer Batterie und einem Akkumulator. Eigentlich ist die Sache einfach und schnell erklärt: Eine Batterie kann man nur einmal benutzen, d. h. dass sie im Gegensatz zu einem Akkumulator nicht wieder aufgeladen werden kann.



Geladener Zustand einer Galvanischen Zelle

Was passiert in der RFB? – Reaktionen

VALERIE BERGE

Diese Frage war natürlich entscheidend, denn ohne die Funktionsweise zu begreifen, würden wir das ganze System nicht verstehen. Zum Glück war diese Frage schnell geklärt und die Reaktionsgleichungen, die uns anfangs Angst eingeflößt hatten, erwiesen sich als nicht einmal halb so schlimm!

Zuerst betrachteten wir noch einmal den Kreislauf in der Batterie, bevor wir uns die Reaktionen, die beim Entladevorgang ablaufen, genauer anschauten.

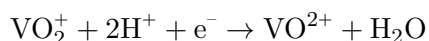
Eine Zelle besteht aus zwei Halbzellen, die durch eine ionenleitende Membran getrennt werden. Die beiden Elektrolyte werden in zwei voneinander unabhängigen Kreisläufen durch die beiden Halbzellen der Zelle gepumpt. Hierbei läuft die Redoxreaktion ab.

Reaktion, die in der Halbzelle an der Anode abläuft, wenn die Batterie entladen wird:



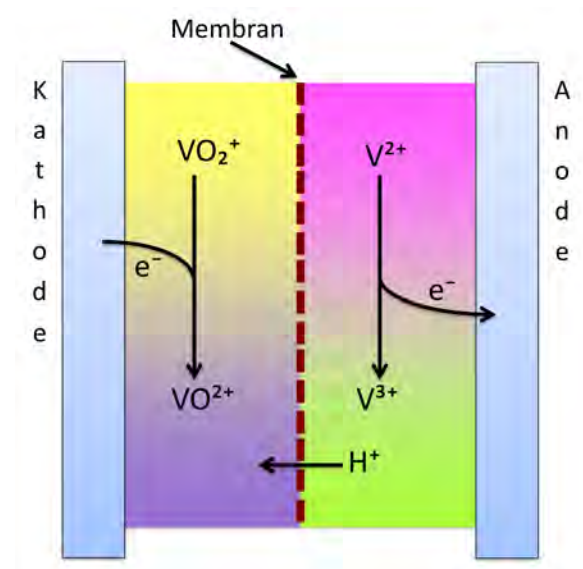
Das in H_2SO_4 -Lösung gelöste Vanadium II^+ wird oxidiert und gibt somit ein Elektron ab, Vanadium liegt nun als Vanadium III^+ vor. Das abgegebene Elektron wandert über den Stromkreislauf zur Kathode.

Reaktion, die in der Halbzelle an der Kathode abläuft, wenn die Batterie entladen wird:



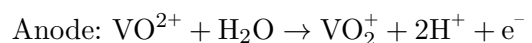
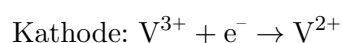
Vanadium V^+ wird reduziert, d. h. es nimmt ein Elektron auf und wird so zu Vanadium IV^+ . Vanadium V^+ liegt in einem Komplex vor, der zwei Sauerstoff-Ionen enthält. Da aber Vanadium IV^+ in einem Komplex vorliegt, bei dem es nur ein Sauerstoff-Ion um sich hat, ist ein Sauerstoff-Ion übrig. Dieses Sauerstoff-Ion reagiert mit zwei H^+ -Ionen zu einem Wassermolekül H_2O .

Wie bei einer klassischen Apothekerwaage muss die Ladung auf beiden Seiten gleich sein, deswegen wandern während der Reaktionen ständig H^+ -Ionen von der Halbzelle an der Anode durch eine von beiden Seiten durchlässige ionenleitende Membran zur Halbzelle an der Kathode, um das durch die Elektronenwanderung verursachte Ungleichgewicht auszugleichen. Ohne die Wanderung der H^+ -Ionen durch die Membran, würde sich in der Halbzelle an der Kathode ein negativer Ladungsüberschuss („Übergewicht“) entwickeln.



Veranschaulichung des Reaktionsschemas der RFB

Nachdem wir diese Aufgabe gut bewältigt hatten, stürzten wir uns in den Aufladevorgang, welcher genau andersherum verläuft:



Und nun konnten wir mit unseren Überlegungen und Versuchen starten.

Aufbau der Redox-Flow-Batterie

ARVID BAUMGÄRTNER, NICOLAI
JACKSTADT

Zellaufbau – Materialliste

Das Kernstück einer Redox-Flow Batterie ist der Zellstapel. Dieser besteht aus mehreren Komponenten, die unter anderem garantieren, dass im Betrieb der Zelle kein Elektrolyt austritt. Eine Einzelzelle, wie sie mehrfach in einer Batterie verbaut ist, besteht aus den folgenden Komponenten:

- 2 Endplatten
- 2 Isoliermatten
- 2 PVC-Rahmen
- 2 Bipolarplatten (massive Graphitelektroden)
- 1 Membran
- 1 Isolationsplatte
- 2 dünne Dichtungsmatten
- 2 Kupferstreifen

Wie bereits erwähnt, ist der Aufbau entscheidend für eine einwandfreie Funktion der Zelle oder Batterie. Daher ist es wichtig, dass exakt und genau gearbeitet wird.

Funktion der Materialien

Endplatte

Die beiden Endplatten dienen der Fixierung der Einzelteile der Zelle, sie halten sozusagen den Zellstapel zusammen. Die mechanische Fixierung erfolgt über entsprechende Schrauben.

Isoliermatte

Wie schon der Name Isoliermatte zum Ausdruck bringt, dient sie zum Zweck der Isolation. Durch diese wird zusätzlich gewährleistet, dass kein Elektrolyt aus der Batterie / dem Zellstapel austritt.

PVC-Rahmen

Der PVC-Rahmen dient als Rahmen und Halterung für die Bipolarplatte. Diese besteht aus einer massiven Graphitplatte und ist in den PVC-Rahmen so eingepasst, dass ein Graphitfilz

noch exakt eingelegt werden kann. Die elektronische Ableitung erfolgt über einen Kupferstreifen. Der Elektrolyt fließt durch den Graphitfilz. Die feinen Graphitfasern ermöglichen eine Oberflächenvergrößerung (je größer die Oberfläche, desto schneller laufen die Lade-/Entladevorgänge ab).

Membran

Die Membran besteht aus einem Material, welches einerseits die Aufgabe hat, Oxoniumionen (H_3O^+) von der einen zur anderen Seite durchzulassen. Außer dieser Ionenart sollten keine weiteren Ionen die Membran passieren, ansonsten würde es zu einer Selbstentladung der Zelle kommen. Andererseits ist die Aufgabe der Membran, eine elektronische Separation der beiden Halbzellen zu gewährleisten. Eine derartige Membran kann zum Beispiel, wie beschrieben, aus Nafion sein.

Isolationsplatte

Die Isolationsplatte befindet sich nur auf einer Seite der Zelle. An ihr befinden sich die Anschlüsse für die Zu- und Abführung des Elektrolyten. Der Elektrolyt durchströmt die Zelle diagonal (von links unten nach rechts oben / von rechts unten nach links oben).

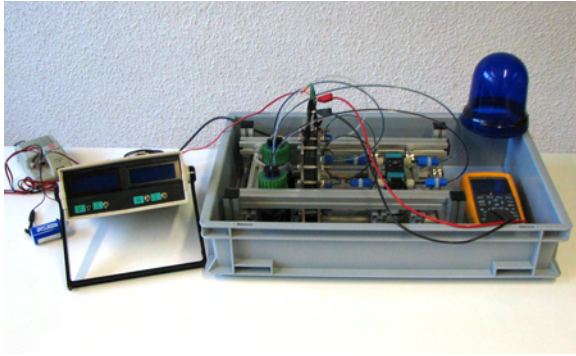
Dichtung

Die Dichtung befindet sich zwischen der Bipolarplatte und der Membran. Sie dient ebenfalls der Dichtung des Zellstapels.

Aufbau

In der angegebenen Reihenfolge werden die folgenden Materialien übereinander gestapelt: Endplatte ohne Löcher, Isoliermatte, Kupferstreifen, PVC-Rahmen mit Bipolarplatte und Graphitfilz, Dichtung, Membran, Dichtung, PVC-Rahmen mit Bipolarplatte und Graphitfilz, Kupferstreifen, Isoliermatte, Isolationsplatte mit den Durchführungen und zum Abschluss wieder eine Endplatte. Dieser gestapelte Aufbau wird durch Schrauben fixiert.

Literatur: <http://www.jufo.stmg.de/2010/Redox-Flow-Zelle/Redox-Flow-Zelle.pdf>



Unser Demonstrator

Jetzt, nachdem die Zelle schon fertig gebaut war und wir endlich die Einzelteile miteinander verbinden konnten, fingen wir erst einmal an, die Schläuche zu befestigen. Dies war nur im Chemielabor möglich, und wir mussten alle Schutzkittel und Schutzbrillen und Handschuhe tragen, damit nichts passiert. Als erstes mussten die Schläuche mit der Pumpe verbunden werden. Das war einer der längsten Teile beim Aufbau, weil die Schläuche oft nicht gehalten haben und immer wieder herausrutschten.

Doch mit der richtigen Technik hat es dann auch geklappt und wir konnten mit dem nächsten Teil weitermachen: Dem Befestigen der Schläuche an der Zelle. Da die Schläuche an der Zelle und der Pumpe unterschiedliche Größen hatten, benutzten wir Verbindungsstücke, an denen man die Schläuche noch festdrehen musste. Das Befestigen an der Zelle ging jedoch einfacher als an der Pumpe, sodass dieser Teil schnell fertig war. Zur Sicherheit, damit nichts kaputt gehen konnte, befestigten wir die Zelle und die Pumpe am Stativ, ebenso wie die Steuereinheit für die Pumpe. Anschließend beschrifteten wir die Stative mit unseren Gruppennamen.

Bevor wir die Elektrolyte anschließen konnten, überprüften jedoch noch Simon, Dörthe, Peter oder Matthias, ob alles an der richtigen Stelle angeschlossen war. Erst dann konnten wir die Stative unter den Abzug stellen, um den Aufbau fertig zu stellen. Diesen Teil konnten unsere drei Gruppen nur getrennt voneinander machen, da der Abzug leider ziemlich klein war. Beim Anschließen der Elektrolyte war es wichtig, dass alles sehr schnell ging, damit an das Vanadium kein Sauerstoff gelangen kann. Zuerst mussten wir die Dichtung entfernen, dann

schnell den Schlauch hineinstecken und wieder dicht zudrehen. Nachdem alle Gruppen damit fertig waren und wir nochmals alle Anschlüsse überprüften, waren wir mit dem Aufbau fast fertig. Jetzt fehlte noch der Stromanschluss für die Pumpen. Dafür hatten wir schon ein Netzteil, da die Pumpen nicht direkt an der Steckdose betrieben werden konnten. Also suchten wir die richtigen Anschlüsse, um die Pumpen anschließen zu können. Doch das hat auch nicht sofort geklappt, da wir nicht alle nötigen Kabel hatten, um einen stabilen Anschluss herzustellen. Leider war dann die Kurszeit schon fast vorbei und wir mussten bis zum nächsten Tag warten, um unsere Pumpen zu testen.

Am nächsten Tag sollten die drei Gruppen hintereinander nach unten gehen, um einen Probedurchlauf durchzuführen. Die erste Gruppe waren die *Flowing Four*. Als diese Gruppe die Pumpe eingesteckt hatte und das Netzteil auch in der Steckdose war, warteten alle schon gespannt darauf, ob die Zelle dicht war.

Am Anfang war noch nichts zu sehen, doch nach circa eineinhalb Minuten sahen sie, wie der Elektrolyt seitlich aus der Zelle herauslief. Aus diesem Grund mussten sie ihre Zelle noch einmal abbauen und sauber machen, bevor sie den Aufbau erneut beginnen konnten. Die Ursache dafür war, dass die Schrauben nicht fest genug angezogen waren, weshalb die anderen Gruppen vor dem Probedurchlauf erst noch einmal ihre Schrauben anzogen und noch Weitere an der Zelle befestigten, damit nicht alle noch einmal den Aufbau von vorne machen mussten.

Die anderen Teams, das A-Team und JuTaVanis Battery, hatten dann Glück. Aufgrund der von den *Flowing Four* gewonnen Erkenntnissen konnten sie den Fehler vermeiden: Bei ihnen war die Zelle dicht. Doch die *Flowing Four* waren immer noch damit beschäftigt, alles neu aufzubauen. Damit der restliche Elektrolyt aus der Zelle kommen konnte, wurde die Pumpe noch einmal so angeschlossen, dass kein neuer Elektrolyt mehr angezogen wurde, sondern nur noch der Rest aus der Zelle zurück in die Behälter gepumpt wurde. Erst dann konnten sie die Zelle auseinander bauen und die Einzelteile mit destilliertem Wasser abwaschen.

Als die Zelle auseinander gebaut war, stellten wir fest, dass die Membran nicht wie erwartet aussah, sondern als wäre sie auseinander gezogen worden. Auch keiner der Kursleiter konnte sich dies erklären, was dazu führte, dass Peter die Membran mit ins Fraunhofer ICT nahm, um dort einen Experten zu befragen. Dieser versicherte uns, dass die Membran nach Versuchen mit der Zelle immer so aussieht.

Nachdem die Zelle mit einer neuen Membran fertig zusammengebaut war, konnte die Zelle auch wieder angeschlossen werden und ein erneuter Probeflauf zeigte, dass diesmal alles dicht war.

Gruppe Flowing Four

JASPER LECON

Wir, die Gruppe Flowing Four, haben uns bei der Effizienzverbesserung der Redox-Flow-Batterie besonders auf den Graphitfilz fokussiert. Wir wollten ein neues Konzept erarbeiten, wie man den Graphitfilz modifizieren oder durch einen anderen Stoff ersetzen könnte. Unsere Ergebnisse sollen vor allem weitere Forschungen auf diesem Gebiet unterstützen.

Um all diese Dinge überhaupt zu ermöglichen, mussten wir zuerst einen Struktur- und Zeitplan entwerfen und diesen plus einem Angebot an unseren Auftraggeber Jens Noack schicken. Vor Beginn unserer Arbeiten brauchten wir den offiziellen Auftrag von ihm. Zum Glück bekamen wir noch am gleichen Tag den Auftrag und wir konnten mit unseren Recherchen und Forschungen beginnen.

Am Anfang stellte sich natürlich die Frage, warum wollen wir überhaupt den Graphitfilz verändern bzw. auswechseln. Die Antwort ist ganz einfach: Der Graphitfilz ist in der Herstellung sehr teuer. Bei der Herstellung muss er mehrere Male bei unterschiedlichen Temperaturen in einen Hochofen und dies ist natürlich kostenintensiv. Der Preis für einen Quadratmeter Graphitfilz beträgt deshalb auch ungefähr 130 €.

Bei unseren Überlegungen kamen wir nun auf einige Ideen, die wir im folgenden Teil erörtern wollen:

1. Anstatt des Graphitfilzes wird Graphitpulver eingefüllt

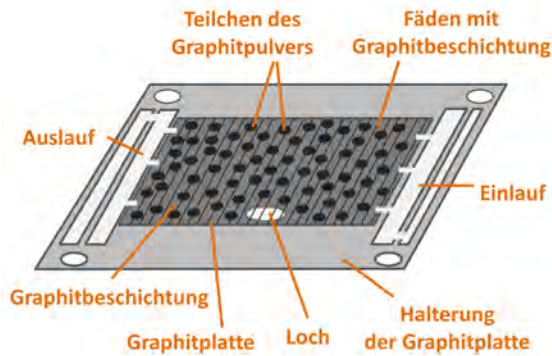
Dies war eine unserer ersten Ideen. Wir füllen einfach statt des teuren Filzes billiges Pulver ein. Das klingt ja erst einmal gar nicht so schlecht, beim genaueren Hinsehen fallen einem aber ziemlich schnell ein paar Probleme auf. Ein erstes, schwerwiegendes Problem ist, dass sich die Graphitteilchen nicht nur in der Kammer aufhalten, sondern frei herum fließen. Das heißt, das Graphitpulver würde bei einer laufenden Batterie sehr schnell weggeschwemmt werden. Außerdem, was noch viel schlimmer ist, würde das Pulver die Pumpe verstopfen, welche dann kaputt gehen und schlimmstenfalls sogar explodieren könnte.

Eine Lösung für dieses Problem wäre Filter einzusetzen, welche verhindern sollen, dass das Pulver weitergeschwemmt wird. Doch bei den Filtern gibt es gleich das nächste Problem. Der benötigte Filter müsste nämlich resistent gegen den Elektrolyt sein und wirklich alle Graphitteilchen aufhalten. Wir hatten dazu ein paar Filter vom ICT gestellt bekommen, mit denen wir vor Allem untersuchten, wie viel Graphitteilchen sie durchließen. Als Filter hatten wir einen Keramik-, einen Glas- und einen Spritzenfilter. Dazu hatten wir noch Graphitpulver mit der Körnergröße 0,7 mm bis 3,15 mm und einem mit einer Körnergröße kleiner als 100 µm.

Von den drei Filtern konnten wir von Anfang an den Keramikfilter ausschließen, da man direkt sehen konnte, dass dieser ohne Probleme sogar noch eine größere Körnergröße als unsere durchlassen würde. Den Spritzenfilter konnten wir leider nicht testen, da uns die Mittel fehlten, die Anschlüsse an diesem Filter dicht zu bekommen. Jedoch konnten wir Versuche mit dem Glasfilter machen. Dabei mussten wir jedoch feststellen, dass dieser Filter selbst das grobkörnige Pulver durchlässt und dazu auch noch verstopft.

Ein weiteres Problem gibt es beim Einfüllen von Graphitpulver in die Kammer. Denn wenn man die Batterie genauso aufbaut wie sonst auch, fällt einem schnell auf, dass die zweite Kammer mit dem Pulver von oben her auf den Aufbau gelegt werden muss. Die einzige Lösung dafür wäre das Pulver nachträglich in die

schon aufgebaute Zelle zu füllen. Dafür müsste man ein Loch in die Graphitplatte bohren, um so das Pulver einzufüllen. Das Problem dabei ist, dass man das Loch auch wieder dicht machen müsste. Dies könnte man z. B. durch Füllschaum erreichen.



Veranschaulichung des Graphitfäden-Modells

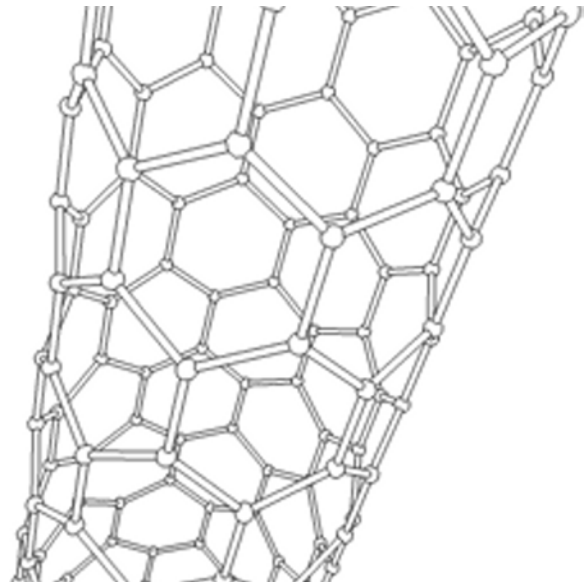
Zu dem Pulver gibt es noch ein Problem: Es kann nämlich sein, dass nicht das ganze Graphitpulver mit der Graphitplatte verbunden ist, was dann zu einem Effizienzdefizit führen würde. Um dieses Problem zu beheben, könnte man Fäden durch die Kammer spannen, die dafür sorgen sollen, dass alle Graphitpulverteilchen mit der Graphitplatte verbunden sind.

Zusammenfassend kann man also sagen, dass Graphitpulver zwar billig ist und auch eine einigermaßen große Oberfläche hat, jedoch gibt es noch einige Probleme, wie z. B. mit den Filtern und beim Einfüllen. Und ob das Pulver überhaupt die Eigenschaften des Graphitfilzes überbieten kann, ist auch noch fraglich.

2. Anstatt des Graphitfilzes wird Kohlenstoff in Form von Nanoröhrchen benutzt

Eine weitere Alternative fanden wir bei der Recherche im Internet auf der Homepage des Max-Planck-Instituts. Die Grundidee dabei ist, den Filz durch sogenannte Nanoröhrchen aus Graphit zu ersetzen, die durch ihre künstlich hergestellte Struktur eine sehr große Oberfläche besitzen, die deutlich größer ist als die des Graphitfilzes. Dies kommt dadurch zustande, dass die Nanoröhrchen einen Durchmesser von bis zu 50 nm haben, innen zusätzlich noch hohl sind und die Fäden des Graphitfilzes einen Durchmesser von ca. 7 µm besitzen.

Da diese Röhrchen nun in eine Richtung gelegt werden können, hat der Elektrolyt einen geringeren Durchflusswiderstand und da sie aus einem Stück bestehen, haben sie eine sichere Verbindung zur Graphitplatte. Die einzelnen Röhrchen werden immer in Bündeln zusammen gepackt. Ein Nachteil wäre jedoch die hohen Herstellungskosten, welche auf jeden Fall den Preis des Graphitpulvers übersteigt.



Kohlenstoffnanoröhrchen⁷

Leider hatten wir nicht die Möglichkeit diese Nanoröhrchen zu testen, um zu sehen, ob sie unseren Erwartungen entsprechend funktionieren. Außerdem wissen wir auch nicht genau, wie aufwendig die Herstellung für die Nanoröhrchen ist und ob sich dieses Verfahren deutlich besser eignet als der Graphitfilz.

3. Anstatt des Graphitfilzes werden Graphitfasern eingesetzt

Die Idee bei Graphitfasern ist, dass bestimmte sehr feine und dünne Fasern, z. B. Zellulose oder Kohlenstofffasern mit Graphitpulver beschichtet werden, um so einen weiteren Ersatz für den Graphitfilz zu haben. Damit das Graphitpulver an den Fasern hängen bleibt, gibt es verschiedene Möglichkeiten. Als erstes könnte man die Fasern so erhitzen, dass sie anschmelzen und so

⁷http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/76/Kohlenstoffnanorohre_Animation.gif

klebrig werden, dass das Graphitpulver an den Fasern haften bleibt, wenn es darüber geblasen wird. Eine andere Möglichkeit Graphitpulver an die Fasern zu bekommen wäre, die Fasern in ein Lösungsmittel zu tauchen, sodass die Fasern anfangen sich langsam aufzulösen und das Graphitpulver an diesen Fasern hängen bleibt.

Ein großer Vorteil dieser Möglichkeit wäre eine Kostenreduzierung im Vergleich zu den jetzigen Kosten der Herstellung von Graphitfilz. Ein Nachteil hingegen könnte sein, dass die Oberfläche im Vergleich zum Graphitfilz geringer ist. Versuche zu diesen Ideen muss der Auftraggeber durchführen.

Fazit

Unser Fazit zu diesen Ideen ist, dass wir zur Effizienzverbesserung der Redox-Flow-Batterie nicht das lose Graphitpulver einsetzen würden, da wir annehmen, dass sich bei der Durchführung zu viele Probleme ergeben würden, wie z. B. Schwierigkeiten mit der Verwendung eines Filters. Stattdessen würden wir zu der Variante mit den Nanoröhrchen tendieren, da wir hier großes Potenzial zur Effizienz-Verbesserung sehen, vor Allem hinsichtlich der großen Oberfläche durch den Waben-/Röhrchenaufbau.

Die Fasern mit Graphitbeschichtung würden wir erst empfehlen, wenn sich herausstellt, dass die Oberfläche größer ist als beim Graphitfilz oder das Verhältnis Kosten-Wirkungsgrad wirklich sinnvoll ist.

A-Team – Dichtungen

ALEXANDER GIESECKE

Nachdem wir uns in den Gruppen Themen zur Verbesserung der Redox-Flow-Batterie überlegt haben und unser Team sich für Überlegungen zur Dichtheit entschieden hatten, erstellten wir einen Zeitplan und einen Strukturplan zu unseren themaspezifischen Arbeiten.

Thema: durch Verbesserung der Dichtung, den Aufbau einer funktionierenden Redox-Flow-Batterie erleichtern.

Wir kamen auf die Idee, die Dichtung zu verbessern, da wir selbst erlebten, dass eine der

großen Schwierigkeiten die 100 %ige Dichtung ist. Unser Ziel war es also, Verbesserungen der Dichtheit zu überlegen. Dazu stellten wir eine detaillierte Ideensammlung auf, da es uns aus Material- und Zeitmangel nicht möglich war, Versuche zu unseren Ideen durchzuführen.

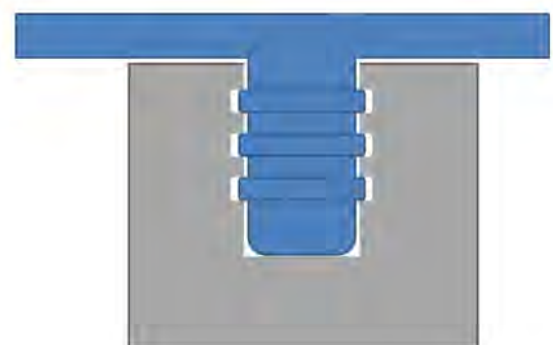


Veranschaulichung des Vergleichs der verschiedenen Dichtungen

Als Ideen hatten wir z. B. einen Dübel mit Formschluss, sowie eine Labyrinthdichtung mit Hinterschnitt, und die O-Ring-Dichtung. Letzteres war später auch unsere Empfehlung, da es unserer Meinung nach die größte Dichtheit bei niedrigem Aufwand aufwies.

Beschreibung

O-Ringe sind ringförmige Dichtungselemente. Aufgrund ihrer einfachen Form sind O-Ringe industriell leicht herstellbar. In den PVC-Rahmen, der die Elektrode hält, werden mehrere Löcher gefräst, in denen kleine Einkerbungen sind.



O-Ring-Dichtung

Eine Dichtungsmatte müsste dann auf der Unterseite zylindrisch genoppt werden, wobei klei-

ne O-Ringe auf den Noppen befestigt werden, deren Anzahl den Einkerbungen in den Löchern entspricht.

Anschließend wird die Dichtungsmatte auf dem Rahmen befestigt, indem die mit den O-Ringen bestückten Noppen in die für sie vorgesehenen Löcher gesteckt werden. Die O-Ringe verhaken sich dadurch in den Einkerbungen, was verhindert, dass die Dichtungsmatte verrutschen kann, und so nicht ordnungsgemäß abdichtet.

JuTaVaNis Battery – Unsere Gruppenarbeit

TAMARA VOIGTLÄNDER

Schon am Montagmittag mussten wir unser Angebot für unseren Auftraggeber erstellt haben, und so waren wir gezwungen schon relativ früh festzulegen, woran wir in den einzelnen Gruppen arbeiten wollten.

Wir, JuTaVaNis Battery, haben uns zuerst darüber Gedanken gemacht, wie sich die Effektivität einer Redox-Flow-Batterie verändern würde, wenn man sie erhitzt, also z. B. in warmes Wasser stellt. Dann mussten wir aber nach einer Recherche feststellen, dass solche Versuche schon durchgeführt worden waren und das Vanadium V, das in der Redox-Flow-Batterie reagiert, ab 40 °C ausfällt, d. h. nicht mehr reagiert. Somit waren weitere Untersuchungen hierzu nicht mehr nötig.

Wir griffen nun auf eine völlig andere Idee zurück. Wir stellten uns die Frage, wie man die Verschlüsse an den Schläuchen der Batterie so verbessern könnte, dass die Batterie dichter wird. Denn oft läuft die Flüssigkeit an den Schlauchanschlüssen aus, wie unser Kurs selbst beim Testen unserer Redox-Flow-Batterie erfahren musste.

Hierzu hätten wir detaillierte Recherchen durchführen müssen und wahrscheinlich in der kurzen Zeit mangels notwendiger Versuchsmaterialien nur wenige Chancen gehabt, zu verwertbaren Ergebnissen zu kommen.

Als Dörthe, unsere Kursleiterin, uns dann vorschlug, ein Lehrmodul zu erstellen, entschieden wir uns nach einer kurzen Diskussion für dieses Thema.

Was genau ist das Ziel eines neuen Lehrmoduls über die Redox-Flow-Batterie?

Wir sollten ein Lehrmodul für Schüler der 8.–10. Klasse aller Schulformen erstellen, anhand dessen man die Redox-Flow-Batterie und deren Sinn gut verständlich erklären kann. Außerdem sollten wir eine detaillierte Beschreibung zum eigenständigen Aufbau einer Batterie und die Durchführung einiger Messungen an der Batterie genauer beschreiben.

Bevor wir uns aber ans Schreiben unseres Angebots machen konnten, mussten wir das ganze Projekt noch ordnungsgemäß planen. Wir erstellten einen Struktur- und Zeitplan wie oben beschrieben. Im Laufe der Woche stellten wir aber fest, dass wir uns bei den Zeitkalkulationen ziemlich verschätzt hatten. Das hatte dann im Laufe der Akademie zu großem Stress geführt.

Wir schrieben am Montagmorgen unser Angebot und waren sehr erleichtert, als am Nachmittag die erlösende Antwort kam, dass alle unsere Angebote akzeptiert worden waren.

Daraufhin begannen wir am Nachmittag mit dem Aufbau unseres Ein-Zellen-Stacks, was mehr Zeit in Anspruch nahm, als wir vermutet hatten. Wir mussten sehr genau vorgehen, damit später der Elektrolyt ungehindert durch die Zelle fließen konnte und keine Kanäle verstopft wurden.



Zwei Assistentinnen bei ihrer Arbeit im Labor

Wir nahmen im Laufe der Woche unterschiedliche Messungen an unserem Stack vor, z. B. maßen wir die Stromstärke und die Spannung. Zwischen den praktischen Arbeiten an dem Ein-Zellen-Stack arbeiteten wir an unserem Lehrmodul.

Anfangs wollten wir das ganze Modul in Form

einer PowerPoint-Präsentation machen, stellten dann aber fest, dass es schwierig war, diese interessant und anschaulich zu gestalten. Schließlich haben wir selbst nur zwei erstellte Folien mit Animationen verwendet, mit denen die Redox-Flow-Batterie und die galvanische Zelle gut verständlich erklärt werden können. Unser Lehrmodul beinhaltete außerdem eine Erklärung zu regenerativen Energien, eine Seite zum Unterschied von Batterie und Akku, eine Versuchsbeschreibung zum Aufbau der Batterie, sowie zur Durchführung von verschiedenen Messungen, wie z. B. der Spannung.

Am zweiten Montag der Akademie boten wir eine Redox-Flow-KüA an, in der wir unser Lehrmodul an den anderen Akademieteilnehmern testeten. Wir erklärten ihnen die Batterie und sie hatten die Möglichkeit, mit unserer Hilfe eine Zelle trocken aufzubauen.

In der Mitte der Akademiezeit mussten wir eine Rotation, d. h. eine Präsentation halten, in der wir den anderen Akademie-Teilnehmern unsere Arbeit der letzten Woche in den Kleingruppen vorstellten. Die Vorbereitung liefen anfangs sehr holprig, weil wir nicht in unserer Großgruppe zusammen gearbeitet hatten, sondern nur jede Kleingruppe vor sich hin gearbeitet hatte, ohne einen Informationsaustausch mit den anderen zu haben. Dem entsprechend waren auch die Präsentationen an der Generalprobe alles andere als perfekt. Also änderten wir alles noch einmal und erarbeiteten dieses Mal abgestimmt in der Großgruppe eine gemeinsame, viel bessere Präsentation.

Am letzten Tag vor der Abschlusspräsentation hatten wir großen Stress, denn wir mussten die Präsentation vorbereiten, einen gemeinsamen Abschlussbericht an unseren Auftraggeber schreiben und zusätzlich noch unser Lehrmodul zu Ende bringen, das bisher noch nicht fertig war. Am Schluss sind wir dann aber doch alle fertig geworden und haben unsere Arbeit am nächsten Tag mit Erfolg unseren Eltern und Auftraggebern vorgestellt.

Auf unser Ergebnis – das Lehrmodul – waren wir sehr stolz.

„Was wir sonst noch so gemacht haben“

VERA FLAD, JULIAN LUTZ

Spiele

Ein weiterer Punkt der TheoPrax- Methodik sind die Teambuildungsspiele. An Tagen, an denen wir viel zu tun hatten und uns der Stress die Freude an der Arbeit zu nehmen drohte, schoben unsere Kursleiter oft ein Spiel zur Auflockerung ein. Alle Spiele hatten den Zweck, uns als Team zusammen zu schweißen. So mussten wir zum Beispiel einen wilden, kanadischen Meterstab bändigen, indem wir ihn alle berührten und ihn gemeinsam auf dem Boden ablegten.



Bändigung des wilden kanadischen Meterstabs

Das klingt zwar eigentlich ganz einfach, aber das knifflige an der ganzen Sache ist, geht auch nur eine Person etwas nach oben, folgen alle anderen zwangsläufig. Die Lösung des Problems: Ein „Galeerentrommler“ musste her, der den Takt angab. Diese Erkenntnis konnten wir später auf unsere Arbeit übertragen. Wir gaben unseren Aufgaben mehr Struktur, indem wir jemanden bestimmten, der alles im Blick hatte und der Einzelteile unserer Aufgabe sammelte.

Die Highland-Games

Nach der Rotation fanden die Highland-Games statt. Fliegende Gummistiefel und Erdnüsse entschieden an diesem Tag darüber, welcher Kurs die Nase vorne hat – jedenfalls bei den Highland-Games. Wir mussten im Kurs verschiedene Stationen absolvieren und uns so

mit den anderen Teilnehmern messen. Obwohl das Ganze den Namen Highland-Games oder auch nur Sportfest trug, hatten die meisten Stationen wenig zu tun mit den Sportdisziplinen, die wir aus der Schule kannten. So gab es zum Beispiel eine Station, in der die Disziplin Gummistiefel-Weitwurf praktiziert wurde. Hört sich ziemlich lustig an, oder? War es auch!

In den vergangenen Jahren war der TheoPrax Kurs bei den Highland-Games immer auf dem letzten Platz. Aus dieser Tradition sind wir schon fast glorreich ausgebrochen: zusammen mit dem Philosophie-Kurs belegten wir den vierten Platz. Damit waren wir alle sehr zufrieden. Möglicherweise hat uns unser häufiges Spielen im Kurs zu dieser vergleichsweise guten Leistung verholfen – wer weiß?

Verzehnte Süßigkeiten und Knabbereien

Wie in den vergangenen Jahren herrschte auch in diesem TheoPrax-Kurs enormer Zeitdruck. Egal ob beim Angebot, der Rotation oder der Abschlusspräsentation – stressig war es allemal. In solchen Momenten waren wir froh, auf „Nervennahrung und Stressdämpfer“ zurückgreifen zu können.

Für jeden Geschmack war etwas dabei, von pikant bis süß. Eine genaue Auflistung ist unten abgebildet.

Quellen und Danksagung

ANNA AUBELE, TAMARA
VOIGTLÄNDER

In den zwei Wochen, die wir im Sommer in der Science Academy verbracht haben, haben wir viel Neues dazugelernt und viele Erfahrungen fürs Leben gewonnen. Dafür danken wir der Science Academy-Leitung Petra Zachmann und Georg Wilke. Außerdem danken wir ganz herzlich dem Fraunhofer ICT für die materielle Unterstützung sowie unserem Auftraggeber Herrn Jens Noack vom Fraunhofer ICT, welcher unsere erfolgreiche Kursarbeit möglich gemacht hat. Unser größter Dank gilt unseren Kursleitern Dörthe Krause, Simon Budjarek und Peter Eyerer sowie unserem Schülermentor Matthias Ernst, die uns während der zwei Wochen im TheoPrax-Kurs betreut haben, uns unterstützten und gute Nerven behielten, wenn wir mal wieder ein kleines Chaos (Vorbereitung Rotation) angerichtet hatten!

Menge	Artikel
4 Jumbo Boxen	Gummibärchen
12 Beutel	Gummibärchen
2 kg	Mini-Schokotäfelchen
8 Tafeln	Milch-Schokoriegel
6 Tafeln	Joghurt-Erdbeer-Schokoriegel
3 Doppelpacks	Butterkekse
4 Tüten	Milch-Schokoladen-Bonbons
4 Rollen	Schokoladen-Doppelkekse
2 Packungen	Salzstangen
3 Dosen	Stapelchips