

Schlussbericht- Die Aluminiumbatterie: Herausforderungen für die industrielle Fertigung -ProBaSol

Teilprojekt	Erarbeitung Produktionskette Wickel- und Montagetechnologie (PROWIMA)
Förderkennzeichen	03EI3014D
Zuwendungsempfänger	Frolyt Kondensatoren und Bauelemente GmbH
Laufzeit des Vorhabens	01.2020 – 12.2022

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt beim Autor.

I. Kurze Darstellung zu

1. Aufgabenstellung:

Ziel des Projektes war es einen Prototyp einer Aluminiumbatterie herzustellen und in die industrielle Fertigung einzubinden.

2. Voraussetzungen, unter denen das Projekt durchgeführt wurde:

Eines der Geschäftsfelder der Frolyt Kondensatoren und Bauelemente GmbH ist die Entwicklung und Produktion von Aluminiumelektrolytkondensatoren. Im späteren Verlauf des Projektes wird der Sondermaschinenbau der Firma Frolyt interessant.

Aufgrund des Aluminiums als Ausgangsmaterial für die Kondensatoren und dem Wissen des Sondermaschinenbaus bei der Konzeption und Umsetzung von Maschinen für unterschiedliche Kunden mit verschiedenen Anforderungen, wurde die Frolyt- Kondensatoren und Bauelemente GmbH für dieses Projekt als geeigneter angesehen.

Kurz nach dem Start des Projektes stockte das Projekt aufgrund der Coronapandemie, sodass das gesamte Projekt unter dem Gesichtspunkt der Kontaktminimierung verlief und in Zeitverzug geriet.

3. Planung und Ablauf des Vorhabens

Mit Start des Projektes gab es ein Treffen, bei welchem alle Partner einander vorgestellt wurden. Ein weiteres Treffen wurde zwar geplant, hat allerdings wegen der Coronapandemie nicht stattgefunden. Seitdem gab es auch keine Treffen mehr mit allen Partnern. Sondern nur zwischen dem Institut für Experimentelle Physik der TU Bergakademie Freiberg und je einem Partner. Ein Austausch aller Partner war nicht ermöglicht worden.

Nachdem das Institut für Experimentelle Physik nach den Einschränkungen durch Corona seine Arbeit wieder aufgenommen hatte, konnte die Frolyt Material liefern. Auch Schneidversuche mit potenziellem Elektrodenmaterial konnten durchgeführt werden. Da unklar war, welche Form der Prototyp haben wird, wurden zusätzlich Heft- und Wickelversuche an den infrage kommenden Folien durchgeführt.

Weitere Folienproben erhielten die Rovak und das Filk, welche Ergebnisse hier erzielt wurden, ist der Frolyt nicht bekannt.

Im Verlauf des Projekts wurden seitens des Instituts für Experimentelle Physik der TU Bergakademie Freiberg immer wieder Proben für Schneid- und Heftversuche zur Verfügung gestellt.

Bis Projektende wurden Frolyt keine Informationen gegeben, die für die Konstruktion und den Bau einer industrieskalierten Produktionsmaschine benötigt werden.

4. Wissenschaftlichem und technischem Stand, an den angeknüpft wurde, insbesondere

- **Angaben bekannter Konstruktionen, Verfahren und Schutzrechte, die für die Durchführung des Vorhabens benutzt wurden**

Für die Schneidversuche wurde eine bei Frolyt vorhandene Schneidmaschine genutzt. Diese kann Folien aus Aluminium, Kunststoff oder Kupfer ab 20 µm bis 200 µm schneiden.

Auch die Heft- und Wickelversuche wurden an bei Frolyt vorhandenen Maschinen durchgeführt.

- **Angabe der verwendeten Fachliteratur sowie der benutzten Informations- und Dokumentationsdienste**

Zu Beginn des Projektes wurde die Zusammensetzung und Herstellung eines Feststoffelektrolyten, wie er in Kondensatoren eingesetzt wird, seitens Frolyt recherchiert. Hier sollten mögliche Stoffe gefunden werden, welche sich auch eventuell in der Batterie einsetzen lassen. Folgende Literatur wurde dazu genutzt:

- T. Schoetz: *Preparation and characterization of a rechargeable battery based on poly- (3,4-ethylenedioxythiophene) and aluminum in ionic liquids* in J Solid State Electrochem **(2017)**
- J. Bitnec et. al.: *Concept and electrochemical mechanism of an Al metal anode- organic cathode battery* in Engery Stoarge Materials **(2019)**
- Panasonic: Understanding Polymer and Hybrid Capacitors **(2015)**; https://eu.industrial.panasonic.com/sites/default/pidseu/files/downloads/files/pan150148_whitepaper_polymercapacitor.pdf, abgerufen am 21.01.2020
- Kakuma, K.; Hosogi, M. (2007) *Method of manufacturing electrolytic capacitor and electrolytic capacitor* (US7497879B2). United States Patent and Trademark Office. https://www.google.com/search?q=patentamt++usa&client=firefox-b-d&ei=e3J7Y_L9JfL-7_UPwL6wqAY&ved=0ahUKEwiyp_u8pr_7AhVy_7sIHUAfDQUQ4dUDCA8&uact=5&oq=patentamt++usa&gs_lcp=Cgxnd3Mtd2l6LXNlcuAQAzIFCAAQgAQyBggAEAgQHjoKCAAQRxDWBBCwAzoHCAAQsAMQQzoGCAAQBxAeOggIABAHEB4QCjoHCAAQgAQQDTolCAAQCBAHEB5KBAhBGABKBAhGGABQ1gpYzBBgsRpoAXABeACAaveIAfkbkgEBNJgBAKABAcgBCsABAQ&sclient=gws-wiz-serp
- Will, N.; Dobai, L.; Kerepesi, P.; Toth, C. (2017) *Hybrid-Polymer-Aluminium-Elektrolytkondensator und Verfahren zur Herstellung eines Kondensators* (DE102016125733A1). Deutsches Patent- und Markenamt. <https://patents.google.com/patent/DE102016125733A1/de>

Weiterhin wurde ein persönliches Gespräch mit einer ehemaligen Mitarbeiterin, welche an der Herstellung von Tantal-Kondensatoren beteiligt war, geführt.

5. Zusammenarbeit mit anderen Stellen

Außer den Projektpartnern wurde nur mit der Firma Wilhelm Bilstein GmbH & Co. KG zusammengearbeitet. Als langjähriger Partner der Frolyt berät und schleift diese Firma für die Frolyt, die an den Schneidmaschinen abgenutzten Messer. Weiterhin liefert die Firma Wilhelm Bilstein GmbH an die Frolyt Nutmesser, welche zum Schneiden benötigt werden. Weiterhin wurde mit der japanischen Firma JCCE zusammengearbeitet, diese hat Frolyt Messer für präzisere Schnitte geliefert.

II: Eingehende Darstellung

1. der Verwendung der Zuwendung und des erzielten Ergebnisses im Einzelnen, mit Gegenüberstellung der vorgegebenen Ziele

Im Jahr 2020 hat die Frolyt Kondensatoren und Bauelemente GmbH keine Zuwendungen erhalten. Für die Jahre 2021 und 2022 sind die Verwendung der Zuwendung, das erzielte Ergebnis und die vorgegebenen Ziele in der Tabelle 1 zusammengefasst.

Tabelle 1: Verwendung der Zuwendung, erzielttes Ergebnis und vorgegebenes Ziel

Zuwendung für	Verwendung der Zuwendung	Erzieltes Ergebnis	Vorgegebene Ziele
Material 2021	Messerschleif und neue Messer	Die bereitgestellten Folienproben konnten mit einer akzeptablen Schnittkante geschnitten werden. Die abgenutzten Messer mussten nachgeschliffen werden um wieder einsetzbar zu sein.	Schneiden des Materials auf die richtige Breite.
Personal 2021	Personalkosten	Weiterführung des Projektes.	Weiterführung des Projektes.
Material 2022	Japanische Messer	Verbesserung der Schnittkante beim Schneiden der Folienproben	Verringerung der Kurzschlussgefahr
Personal 2022	Personalkosten	Weiterführung des Projektes.	Weiterführung des Projektes.

2. der wichtigsten Positionen des zahlenmäßigen Nachweises

Bei den Schneidversuchen wurden die von Frolyt genutzten Messer beschädigt, wodurch diese nicht mehr benutzbar waren und zum Nachschleifen geschickt werden mussten. Offenbar hatte Frolyt nicht die zum Material passenden Messer im Haus. Zusätzlich wurde ein neuer Nutmessersatz bestellt. Mithilfe der neuen Messer konnten verbesserte Ergebnisse beim Schneiden erzielt werden. Für das Schneiden von Folie wird eine minimale Länge der Folie von 10m benötigt. Die zur Verfügung gestellten Folien des Instituts für Experimentelle Physik der TU Freiberg hatten teilweise eine Länge im cm- Bereich, sodass die Folie aufwendig zwischen zwei weitere Folien geklebt werden musste. Weiterhin musste die Schneidmaschine nach jedem Schneidversuch gereinigt werden, da sich von einigen Folienproben Material gelöst hatte. Unsere Kondensatorfolien müssen jedoch frei von Verunreinigungen sein, da es ansonsten im fertigen Bauelement zu Kurzschlüssen kommen kann. Des Weiteren wurden an den geschnittenen Folienproben Heftversuche durchgeführt. Zum Heften werden normalerweise Folien von einer Länge von mindestens 6m benötigt, sodass auch hier die Proben zwischen zwei andere Folien geklebt werden mussten, was zu einer Steigerung im Zeitaufwand führt. Bei einigen Folien ist auch bei den Heftversuchen Material abgegangen, wodurch genauso wie beim Schneiden die Maschine gereinigt werden musste. Weitere Kosten hat die Prüfung der Folienproben für die Eignung der Herstellung von Wickeln durch Mitarbeiter der Entwicklungsabteilung in unserem Wareneingangslabor verursacht.

Da die Schnittkanten der Folienproben noch nicht optimal waren, wurden im Jahr 2022 in Japan bestellt. Diese Messer sind aus einem härteren Stahl hergestellt und haben einen feineren Schliff. Dadurch werden die Schnittkanten präziser. Das Personal der Frolyt hat auch im Jahr 2022 Schneidversuche, Heftversuche und Maschinenreinigungen durchgeführt. Außerdem wurden wie auch schon 2021 Materialproben durch Mitarbeiter der Entwicklungsabteilung in unserem Wareneingangslabor getestet.

3. der Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit

Die Schneidversuche waren notwendig, da die Ausgangsmaterialien in der Regel in größeren Breiten als benötigt geliefert werden, sodass diese sogenannten Stammrollen erst in die richtige Breite gebracht werden müssen. Ein weiterer Vorteil des vor Ort Schneidens ist, dass die Breite der Folie und somit letztendlich auch die Größe der Batterie flexibel gestaltet werden können. Saubere Schnittkanten sind nötig, damit in der Batterie keine Kurzschlüsse durch loses, eventuell an den Kanten abgebrochenes Material entstehen. Dies ist Frolyt nach wenigen Versuchen gelungen.

Die Heftversuche waren nötig, da die Elektroden der Batterie am Ende kontaktiert werden müssen. Da sich die Frolyt hauptsächlich mit Aluminiumfolien auskennt und die bereitgestellten Folienproben verschiedenes Material aufwiesen, mussten die Mitarbeiter der Frolyt verschiedene Maschineneinstellungen testen um zu einem Ergebnis zu gelangen. Heftversuche bei denen es absehbar war, dass diese nicht gelingen werden, wurden nicht weiter verfolgt.

Die Prüfungen im Wareneingangslabor mussten durchgeführt werden, da laut Institut für Experimentelle Physik der TU Bergakademie Freiberg eventuell zylindrische Zellen hergestellt werden sollten. Dafür muss das Material gewickelt werden. Die Prüfungen erfolgen unter dem gleichen zeitlichen Aufwand wie eine normale Wareneingangsprüfung.

Da bei Frolyt jeder Mitarbeiter auf einen anderen Aufgabenbereich spezialisiert ist und im Unternehmen sehr viel im Team gearbeitet wird, sind interne Besprechungen unverzichtbar. Nur so kann in einer relativ kurzen Zeit ein gutes Ergebnis präsentiert werden. Externe Besprechungen z.B. mit dem Institut für Experimentelle Physik der TU Bergakademie Freiberg wurden stets von Frolyt eingefordert um den aktuellen Stand des Projektes zu kennen und weitere Ideen auszutauschen. Berichterstattungen wurden vom Projektträger halbjährlich gefordert.

4. des voraussichtlichen Nutzens, insbesondere der Verwertbarkeit des Ergebnisses im Sinne des fortgeschriebenen Verwertungsplans

Für eine Beurteilung des Nutzens fehlt der Frolyt, aufgrund von fehlenden Treffen, der Gesamtüberblick über das Projekt. Für weitere Informationen sollte sich hier an den Verbundkoordinator gewandt werden.

5. des während der Durchführung des Vorhabens dem ZE bekannt gewordenen Fortschritts auf dem Gebiet des Vorhabens bei anderen Stellen

Frolyt ist kein Fortschritt auf dem Gebiet des Vorhabens bekannt geworden.

6. der erfolgten oder geplanten Veröffentlichung des Ergebnisses nach Nr.11

Es wurde nichts veröffentlicht und frolytseitig sind auch keine Veröffentlichungen geplant.