

Kurzbericht FECycle

1 Projektziele

Elektrische Energiespeicher wie Batterien und Akkus sind aus unserem Leben kaum mehr wegzudenken – unter Verwendung federbasierter Energieversorgungseinheiten können sie jedoch in einigen Anwendungen durch umweltverträglichere Alternativen ersetzt werden. Die Ergebnisse des vorangegangenen Projekts »FeMecEs4.0« aus dem 1. Innovationswettbewerb »Klimaneutrale Produktion mittels Industrie 4.0-Lösungen« haben die Potentiale, aber auch die Herausforderungen dieser Technologie sichtbar gemacht und zeigen Möglichkeiten auf, die umweltbezogenen und sozialen Auswirkungen signifikant zu verbessern. Gleichzeitig wurde die Notwendigkeit erkannt, die für federbasierte Systemlösungen notwendigen Komponenten wie z. B. Getriebe möglichst kreislauffähig zu gestalten und herzustellen. Hierfür bedarf es innovativer Fertigungsverfahren, die in der Lage sind, diese Komponenten mit teils verunreinigtem recyceltem Kunststoff zu fertigen. Die Kreislauffähigkeit bestehender Produktionsprozesse muss insbesondere für kleine und mittlere Unternehmen auf pragmatische Weise in den Industrielltag eingeführt werden. Darum bringt FECycle Unternehmen mit spezialisierter Expertise zusammen, um technologische Hürden zu überwinden und das Ziel einer nachhaltigeren kreislauffähigen Industrie in Baden-Württemberg zu erreichen. Es sollten Demonstratoren einer federbasierten Energieversorgungseinheit mit kreislauffähigen Komponenten entwickelt und mittels Industrie 4.0-Lösungen wie einem weiterzuentwickelnden Extruder für den 3D-Drucker produziert werden, welche die Anwendbarkeit in relevanten Applikationen und die kreislauffähige Produzierbarkeit dieser Technologie nachweist. Zusätzlich sollte ein Aus- und Weiterbildungskonzept entwickelt werden, welches es produzierenden Unternehmen ermöglicht, ihren Auszubildenden die neu hinzukommenden Qualifikationen effektiv zu vermitteln.

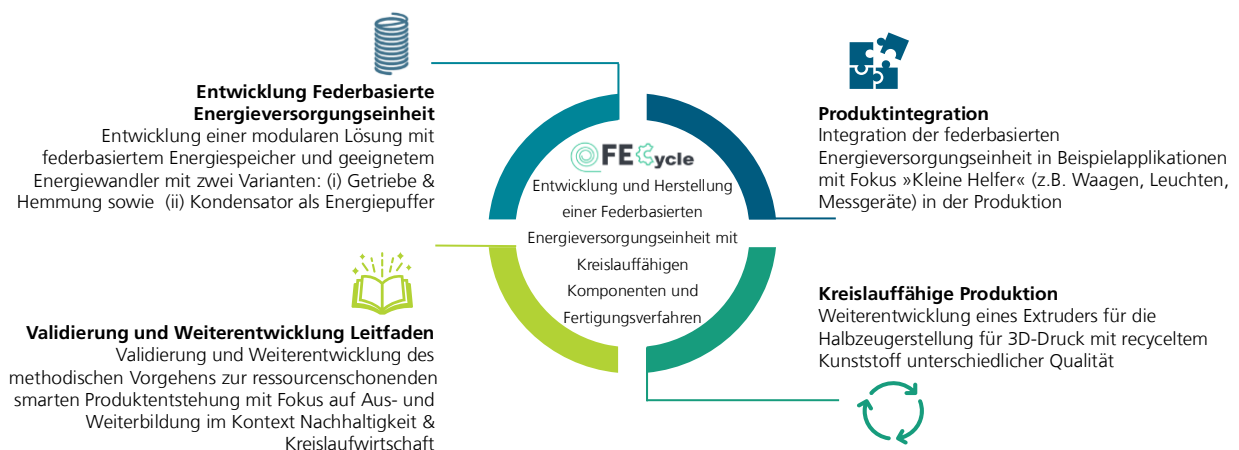


Abbildung 1: Vier Kernpunkte von FECycle

2 Beteiligte Partner

HALLER-JAUCH

seit 1919

Haller-Jauch verfügt über jahrelange Entwicklungskompetenz im Bereich der Herstellung von Trieb- und Zugfedern für viele unterschiedliche Branchen und Anwendungsfelder auf der ganzen Welt. Die Federn und ihr Herstellungsprozess wurden dabei über viele Jahre speziell mit Blick auf die energetische Speicherkapazität optimiert.

Fraunhofer IAO

Das Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO in Stuttgart ist seit 40 Jahren ein renommierter Anbieter von Dienstleistungen in den Bereichen Unternehmens- und Arbeitsorganisation, Technologiemanagement sowie Informations- und Kommunikationstechnik. Das Institut unterstützt Unternehmen dabei, die Potenziale zukunftsweisender Informations- und Kommunikationstechnologien sowie innovativer Organisationsformen zu erkennen, individuell auf ihre Belange anzupassen und konsequent einzusetzen.

DIANA

DIANA ist ein unabhängiges Familienunternehmen und Pionier im Bereich der industriellen LED-Beleuchtung: Die erste LED-Maschinenleuchte kommt von uns. Wir sind neugierig auf Ihre Projekte und Ihre Ideen. Wir verstehen unsere Kunden. Mit Leidenschaft und Kreativität arbeiten wir daran, immer die 1. Wahl für Sie zu sein.

IMS:GEAR

IMS Gear ist ein weltweit agierender Zahnrad- und Getriebehersteller mit 160-jähriger Erfahrung. Sowohl Standardkomponenten als auch komplette Getriebeösungen werden von der Entwicklung bis zur Fertigung weltweit umgesetzt. Aufgrund der hohen Anforderungen an Technik und Wirtschaftlichkeit der Produkte, in den angestammten Anwendungsfeldern, des Unternehmens kann IMS Gear auf eine langjährige Erfahrung im Design neuer Kunststoffe als auch der Verarbeitung von Rezyklat zurückgreifen.

3 Vorhabensverlauf

Da das Projekt »FECycle« eine direkte Fortsetzung des Projekts »FeMecEs4.0« darstellte, konnte bereits ein paar Wochen vor Beginn der offiziellen Projektzeit, am 07. Dezember 2023 ein Kick-off-Treffen in Stuttgart abgehalten werden. Dies führte dazu, dass sich die beiden neuen Partner IMS und DIANA problemlos in das ursprüngliche Projektteam bestehend aus Haller-Jauch und IAO einfügen und alle Beteiligten von Anfang an mit einer vereinten Vision an das Projekt herantreten konnten. So konnte die Erhebung der Anforderungen (AP1) bereits am 9. Januar mit einem Workshop bei IMS in Donaueschingen angestoßen und kurze Zeit später abgeschlossen werden. Am 18. Januar 2024 nahmen Haller-Jauch und IAO an dem vom Ministerium ausgerichteten Netzwerktreffen in Stuttgart teil, um die Ergebnisse des alten Projekts zu präsentieren und um das neue Vorhaben vorzustellen.

Nachdem die Anforderungen geklärt waren, konnte nun mit der Weiterentwicklung der modularen federbasierten Energieversorgungseinheit (AP2, Haller-Jauch, IMS und DIANA) und der Entwicklung des Extruders zur Verwendung von recyceltem Kunststoff (AP3, IMS) begonnen werden. Gleichzeitig begann das IAO mit der Entwicklung eines Konzepts für Nachhaltigkeit in der Aus- und Weiterbildung (AP5). Das Ausbildungskonzept wurde über zwei Workshops am 29. März und 17. Juni 2024 bei IMS entwickelt und validiert. Dazu wurden Stakeholder aus dem gesamten Unternehmen miteingebunden – unter anderem mehrere Auszubildende, Ingenieure, die Nachhaltigkeitsbeauftragte und der Ausbildungsleiter. Der Ansatz stieß auf positives Feedback, dass beschlossen wurde, diesen Punkt auszuweiten und mithilfe von Experten des Fraunhofer IRB ein noch besser fundiertes und einfach übertragbareres Konzept weiterzuentwickeln. In Absprache mit Wirtschafts-

Wissenschafts- und Kultusministerien, sowie zahlreichen Sozialpartnern wie VDMA und Südwestmetall wurde versucht, dieses in den Rahmenlehrplan für Berufsschulen einzubringen. Dies führte zwar zu einer Verzögerung des Projektabschlusses, trug jedoch auch maßgeblich zur Verbreitung der Projektergebnisse bei. Das Konzept für klimaneutrale Produktentstehung (AP5) wurde am 14. Mai 2024 in einem Validierungsworkshop bei DIANA in Stuttgart zur Anwendung gebracht und erzeugte direkt erste »Quick-Wins«, welche wenige Wochen später bereits umgesetzt werden konnten.

Währenddessen schritt die Weiterentwicklung der federbasierten Energieversorgungseinheit immer weiter voran. Nach einigen Monaten konnten die Entwickler von Haller-Jauch, IMS und DIANA bereits viele der bestehenden Hürden beseitigen: Ein innovatives Getriebe von IMS ermöglichte das Betreiben eines Generators selbst bei geringer initialer Drehzahl, was erhöhte Betriebsdauer zur Folge hatte. Die Integration von Kondensatoren durch DIANA glättete die Spannung und sorgt für eine Stromversorgung, auch nachdem sich die neue Feder von Haller-Jauch entspannt hat. Damit begann die Suche nach einem geeigneten Applikationsprodukt, welches zeigen sollte, dass federmechanische Energiespeicher unter gewissen Umständen dafür geeignet sind, umweltunfreundliche Akkus und Batterien zu ersetzen. Neben der Entwicklung durch das Projektteam wurde diese Aufgabe auch an Ingenieursstudenten der Universität Stuttgart ausgeschrieben, was zu zusätzlichen Ergebnissen führte. Erste Ergebnisse konnten bereits zum 2. Netzwerktreffen am 10. März 2025 präsentiert werden. Bis zum Ende des Jahres wurde vor allem die Technologieentwicklung des Extruders und die Entwicklung des Applikationsprodukts vorangetrieben.

4 Erzielte Ergebnisse und Technologiereifegrad

Als Ergebnisse hat das Projekt einiges vorzuweisen:

- Der validierte Leitfaden für klimaneutrale Produktion¹
- Das nachhaltige Ausbildungskonzept²
- Beispiele für federmechanisch betriebene Produkte

Im Projekt wurden mehrere Applikationsprodukte entwickelt, welche sich vor allem dadurch auszeichnen, dass sie einen geringen Energiebedarf haben und stattdessen Robustheit und Autonomie im Vordergrund stehen. Während die meisten Applikationsprodukte nur bis zur CAD-Modellierung entwickelt wurden, konnte ein

¹ <https://publica.fraunhofer.de/entities/publication/4bff3d82-6543-4891-8238-93371939b290>

² <https://blog.iao.fraunhofer.de/nachhaltigkeit-will-gelernt-sein-ein-ausbildungskonzept-fuer-produzierende-unternehmen/>

funktionaler Prototyp einer sich selbst (durch die Bewegung des Hundes) ladenden Hundeleine fertiggestellt werden. Das darin verbaute Getriebe wurde von IMS so konstruiert, dass es mit Kunststoff aus ihrem experimentellen Extruder gedruckt werden konnte. Ein marktfähiges Produkt konnte bislang jedoch nicht erzeugt werden.

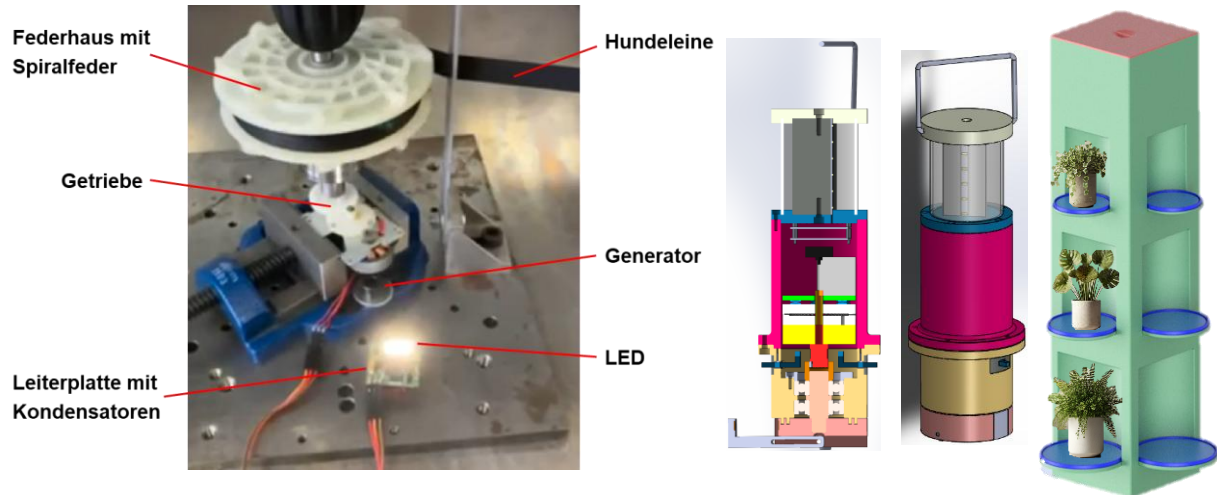


Abbildung 2: Drei Applikationsprodukte (von links nach rechts): Selbstladende Hundeleine, Kurbellampe und automatisches Bewässerungssystem, jeweils mit Federspeicher

5 Mögliche Anwendungsfelder und Nutzen für die Wirtschaft

Das nachhaltige Ausbildungskonzept wurde Lehrkräften in ganz Deutschland kostenlos zur Verfügung gestellt und kann mittel- und langfristig dazu führen, dass in Deutschland junge Menschen in technischen Berufsgruppen wie z. B. Industriemechaniker/in mit zusätzlichen Qualifikationen versehen werden, welche die Ziele einer grünen Transformation begünstigen.

Bedauerlicherweise zeigte die Weiterentwicklung der Technologie federbasierter Energieversorgungseinheiten, dass diese zwar prinzipiell umsetzbar ist, jedoch nur in Ausnahmefällen mit konventionellen Speichermedien wie Lithium-Ionen-Batterien mithalten kann, was Energiedichte, Leistungsfähigkeit und Wirtschaftlichkeit betrifft. Daher sind weiterhin innovative Ideen gefragt, um Nischen für die Anwendung dieser nachhaltigeren Technologie zu finden.

Die allgemeine Wirtschaft profitiert hingegen besonders von den Erkenntnissen zur kreislauffähigen Produktentstehung. Die hier erstellten und validierten Konzepte helfen insbesondere kleinen und mittelständischen Unternehmen dabei, die grüne Transformation zu meistern. Der weiterentwickelte Leitfadens hat bewusst niedrige Einstiegshürden, da er so konzipiert ist, dass er auch ohne externe Hilfe und zusätzliche Kosten angewendet werden kann. Dieser Technologie- und Wissenstransfer begünstigt die Umweltziele des Landes Baden-Württemberg und des Bundes auf dem Weg zu einer klimaneutralen Wirtschaft.