**Einleitung**

Das BIKINI-Forschungsprojekt hat die Verbindung von Bionik und künstlicher Intelligenz für eine nachhaltige Produktentwicklung untersucht und umgesetzt. In diesem Video werden die innovativen Teilmethoden vorgestellt, die über den BIKINI-Hub zentral oder separat genutzt werden können.

Das Projekt wurde von einem interdisziplinären Konsortium aus Wissenschaft und Industrie durchgeführt. Das übergeordnete Ziel war es, die Nachhaltigkeit in der Produktentwicklung zu erhöhen, ohne dabei die wirtschaftliche Leistungsfähigkeit oder die Qualität zu beeinträchtigen. Dafür wurde eine ganzheitliche Lösung angestrebt, die Produkte mit einem geringeren ökologischen Fußabdruck über ihren gesamten Lebenszyklus und entlang der gesamten Wertschöpfungskette ermöglicht.

Ein wichtiger Aspekt des Ansatzes war es, biologisch inspirierte Konstruktionsalgorithmen und KI-basierte Assistenzsysteme in den Produktentwicklungsprozess zu integrieren. Dabei wurden auch die nachgelagerten Produktlebensphasen berücksichtigt und eingebunden. Das Video zeigt den BIKINI Workflow anhand eines Bauteils und präsentiert die wesentlichen Methoden, die im Rahmen des Projekts entwickelt wurden.

**BIKINI-HUB**

Um ein Produkt zu entwickeln, muss man zunächst einen Bedarf identifizieren. Der im Rahmen des Forschungsprojekts erarbeitete Workflow startet im BIKINI-HUB, der als zentrale Plattform für die Planung, Entwicklung und Umsetzung von Projekten dient.

Der BIKINI-Workflow umfasst die folgenden Schritte: Anforderungsanalyse, teilautomatisierte Produktentwicklung, Nachhaltigkeitsbewertung, Produktionsauswahl und Produktkennzeichnung zur Rückverfolgbarkeit.

Im BIKINI-HUB kann man auch einen individuellen Workflow konfigurieren.

Der BIKINI-HUB bietet einen Zugriff auf alle im Projekt entwickelten BIKINI Tools sowie alle projektbezogenen Parameter und Informationen, die während eines Projekts anfallen.

**Anforderungsanalyse**

Die Anforderungsanalyse ermöglicht es, Dienstleistungs- und Produktlastenhefte mit den darin enthaltenen Anforderungen und Randbedingungen an die Dienstleistung oder das Produkt zu verarbeiten. Eine künstliche Intelligenz analysiert die Dokumente und ordnet die Anforderungen in funktionale und nicht-funktionale Kategorien ein. Außerdem erkennt sie wichtige Informationen, die als Schlüssel-Wert-Paare dargestellt werden. Die Ergebnisse werden in einer Liste zusammengefasst und können geprüft, überarbeitet und ergänzt werden. Wenn wichtige Angaben fehlen, werden diese vom System markiert und angefordert, bevor es weitergeht. Die endgültigen Daten werden in einer zentralen Wissensbasis gespeichert und sind für die weiteren Tools im BIKINI-Workflow verfügbar.

**Teilautomatisierte Produktentwicklung**

Die bionische Versteifung von Bauteilen ist ein teilautomatisierter Prozess, der an die Anforderungen des jeweiligen Projekts angepasst wird. Dabei werden natürliche Strukturen wie Rippen als Vorbild genommen, um das Bauteil zu optimieren. Mit der Software Synera und dem Template aus dem BIKINI-Hub kann ein Bauteil mit bionischen Strukturen schnell und einfach entworfen und konstruiert werden. Das Template berücksichtigt dabei Faktoren wie Ressourceneffizienz und Performance, um innovative und nachhaltige Lösungen zu erzielen. Die generierten CAD-Dateien des Bauteils können dann in den BIKINI-Hub und die Wissensbasis integriert werden.

**Nachhaltigkeitsbewertung**

Die Nachhaltigkeitsbewertung besteht aus mehreren Schritten. Zuerst werden die Prozesse modelliert, die das Produkt im Lebenslauf durchläuft. Man kann verschiedene Prozessalternativen erstellen und speichern. Diese Prozessalternativen können in anderen Bewertungsschritten von ähnlichen Entwicklungsprojekten wiederverwendet werden.

Danach werden alternative Entwürfe hochgeladen. Diese werden mit den Prozessalternativen und relevanten Digitalen Produktpässen verknüpft. Die Bewertung startet, wenn alle notwendigen Daten und Informationen vorhanden sind. Am Ende werden die Ergebnisse automatisch aufbereitet und in verschiedenen Darstellungen angezeigt. Man kann auswählen, welche Dimensionen und Kriterien der Nachhaltigkeit für den Vergleich der Entwürfe verwendet werden sollen. Ein Beispiel sind die CO2-Emissionen über den Lebenslauf. Mit dem Vergleich wird der nachhaltigste Entwurf ermittelt und das Ergebnis in die Wissensbasis hochgeladen.

**Produktionswahl**

Das Ziel des Tools zur produktlebensphasenabhängigen Produktionswahl ist es, einen nachhaltigen Beschaffungsprozess von Produkten zu unterstützen. Dazu werden Daten aus der Wissensbasis und den individuellen Eingaben genutzt, um potenzielle Lieferanten in Bezug auf Wirtschaftlichkeit und ökologische Nachhaltigkeit zu bewerten.

Der Kern dieses Arbeitsschrittes ist ein Vergleich verschiedener Lieferoptionen, die sich in Stückzahl, Lieferzeit und Herstellungsverfahren unterscheiden. Dabei werden nicht nur die direkten Herstellkosten der Bauteile berücksichtigt, sondern auch die indirekten Kosten, die durch umweltbelastende Lieferketten entstehen.

Das Ergebnis ist eine Übersicht über verschiedene Lieferoptionen, die eine fundierte Entscheidung für eine nachhaltige und wirtschaftliche Beschaffung ermöglicht.

**Die Bauteilrückverfolgbarkeit wird über den gesamten Produktlebenslauf sichergestellt.**

Für ein Bauteil wird abhängig vom gewählten Produktionsverfahren die Art der Kennzeichnung und die gewünschte Darstellung z. B. als Text oder als Barcode festgelegt und einem Bereich auf dem Bauteil zugeordnet. Wenn die Herstellung von Bauteilinstanzen aus dem Bikini Hub gestartet wird, werden automatisch eindeutige IDs erzeugt und angebracht. Jede Bauteilinstanz wird dadurch von Anfang an mit ihrem individuellen digitalen Produktpass verbunden. Dieser Produktpass enthält alle wichtigen Informationen wie z.B. das Design, Bauteilkonstruktion, verwendetes Produktionsverfahren, Fertigungseinstellungen und eingesetzte Materialchargen. Außerdem können Daten aus der Anwendungsphase bis zum Recycling erfasst werden. Ein Scannen der Bauteilkennzeichnung ermöglicht je nach Berechtigung den Zugriff auf den öffentlichen Produktpass oder sogar auf nicht öffentliche Bereiche z. B. zur Zustandsüberwachung.

Die über die individuellen Produktpässe gesammelten Daten werden automatisch in die Wissensbasis eingespeist, um Entwicklungsprozesse für zukünftige Projekte nachhaltig zu verbessern.

**Abspann:**

Wir möchten uns bei unseren Fördergeber - dem Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) und dem Projektträger Jülich (PTJ), für ihre Unterstützung bedanken. Unser Projekt wurde im Rahmen der Fördermaßnahme Technologietransfer-Programm Leichtbau mit dem Förderkennzeichen XXX gefördert. Das Ziel dieses Programms ist es, die Anwendung von Leichtbau-Technologien in der Industrie zu fördern und die Zusammenarbeit zwischen Wissenschaft und Wirtschaft zu stärken. Wir sind stolz darauf, einen Beitrag zu diesem wichtigen Forschungsfeld geleistet zu haben.