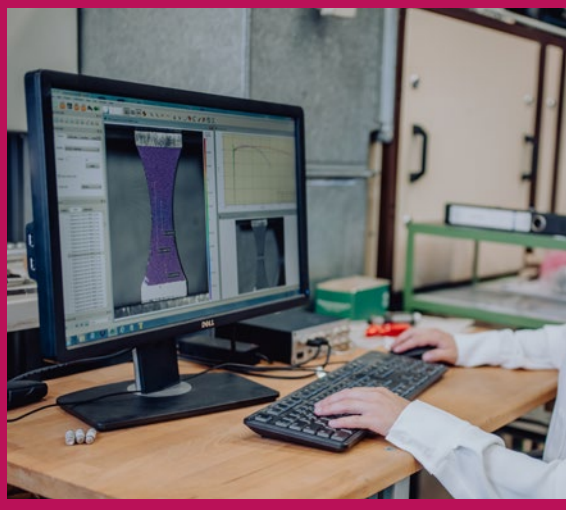
# Den Wandel **aktiv mitgestalten**

**Kupfer, Kupferlegierungen und deren Fügeverbindungen** spielen bei der Entwicklung und Produktion von elektrischen Antriebssträngen eine entscheidende Rolle für deren Leistungsfähigkeit. Was jedoch fehlt, sind Auslegungsmethoden für Fügeverbindungen. Professorin **Anna Trauth** forscht dazu in einem FVV-Projekt an der TU Darmstadt.



Es scheint, als sei ihr Weg vorbestimmt gewesen: »Wir haben immer scherzhaft gesagt, das Erste, das ich als Kind gelernt habe, war, wie ein Motor im Auto funktioniert«, erzählt Anna Trauth. Mit ihrem Vater bastelt sie Modellflugzeuge, das technische Interesse ist schon in der Kindheit stark ausgeprägt; in der Schule liegen ihr die naturwissenschaftlichen Fächer. Sie denkt über ein Physikstudium nach – aber was macht man später als Physikerin? An der TU Chemnitz studiert sie schließlich Sports Engineering, die Kombination aus Sport und Technik schien aus persönlichem Interesse doch interessanter.



Was folgt, ist eine beeindruckende wissenschaftliche Karriere, durch die sich ein roter Faden zieht: das Interesse an Werkstoffen. »Das ging los im Bachelorstudium, als ich das erste Mal von polymerbasierten Faserverbundwerkstoffen gehört habe, die unter anderem auch in Sportgeräten





eingesetzt werden. Ich fand es spannend, dass man Werkstoffe ›designen‹ kann, um bestimmte Eigenschaften gezielt zu erzeugen und verschiedene Welten zusammenzubringen«, sagt Anna Trauth.

Um sich mehr Möglichkeiten zu eröffnen, in welche Richtung es später gehen kann, studiert sie parallel klassischen Maschinenbau im Bachelor. Als klassische Maschinenbauerin sieht sie sich dennoch nicht, es war eine eher pragmatische Lösung. Trotzdem hängt sie den Maschinenbau-Master am renommierten Karlsruher Institut für Technologie (KIT) an. Einen Teil des Masterstudiums absolviert sie in Frankreich und ist dort in guter Gesellschaft: »Am KIT habe ich teilweise als einzige Frau in den Vorlesungen gesessen, in Frankreich war das wesentlich ausgeglichener.«

Schon im dritten Semester lehrt sie selbst und merkt dabei, dass ihr die Forschung und das wissenschaftliche Arbeiten liegen. Sie wird wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institut für Angewandte Materialien des KIT; an der University of Windsor in Ontario, Kanada, forscht sie als Gastwissenschaftlerin im Department of Mechanical, Automotive & Materials Engineering. Mit dem Master in der Tasche in die Industrie zu gehen, kam nie in Frage – die Promotion am KIT folgt 2018, der Dr.-Ing. öffnet neue Türen.

Fünf Jahre lang ist Dr. Trauth Gruppenleiterin am Lehrstuhl Hybride Werkstoffe am Institut für Materials Resource Management (MRM) der Universität Augsburg. 2022 übernimmt sie dort eine Vertretungsprofessur, bis 2024 der Ruf auf eine ordentliche Professur an die TU Darmstadt folgt. Vom Basteln von Modellflugzeugen zur Professorin mit Mitte 30 – es hätte schlechter laufen können.

## Auslegungsmethoden für Kupfer fehlen

Sie übernimmt die wissenschaftliche Leitung bei zwei FVV-Projekten; in einem vom BMWE mit einer Dreiviertelmillion Euro geförderten Projekt

→ FVV-Projektnummer 1533 geht es um die ›Konzeptgestützte Schwingfestigkeitsbewertung von geschweißten Bauteilen aus Kupfer‹. Der Werkstoff spielt in neuen Antriebskonzepten und beim Mobilitätswandel eine wichtige Rolle, doch es gibt bislang kaum Auslegungsmethoden. »Normalerweise haben Ingenieure einen Leitfaden, um zu wissen, welche Berechnungen sie durchführen müssen, damit eine Schweiß- oder Fügeverbindung sicher ist. Solche Auslegungsmethoden gibt es für Kupfer nicht oder nur sehr beschränkt, und für entsprechende Fügeverbindungen noch gar nicht«, erklärt Professorin Trauth den Forschungsbedarf. Diese seien aber nötig im Designprozess, damit standardisierte, vom Anwender unabhängige, Vorgehensweisen möglich werden.



**PROF. DR.-ING. ANNA TRAUTH**
ist Professorin für Werkstoffmechanik an der TU Darmstadt. Nach ihrem Studium an der Technischen Universität Chemnitz, dem Karlsruher Institut für Technologie (KIT) sowie der École nationale supérieure d'Arts et Métiers in Paris promovierte sie 2018 am Institut für Angewandte Materialien des KIT im Bereich hybrider Faserkunststoffverbunde für strukturelle Anwendungen. Im Anschluss war Anna Trauth als Gruppenleiterin für Werkstoffe und Mechanik am Institut für Materials Resource Management der Universität Augsburg tätig. Im Jahr 2024 folgte sie dem Ruf an die TU Darmstadt, wo sie seitdem mit ihrer Arbeitsgruppe an innovativen Lösungen für werterhaltende Werkstoffe und Prozesse forscht. Im Mittelpunkt ihrer wissenschaftlichen Arbeit stehen dabei insbesondere die skalenübergreifende Charakterisierung und Modellierung des Schädigungs- und Ermüdungsverhaltens von Werkstoffen und Strukturen. Mit ihrer Forschung verbindet sie grundlegende werkstoffmechanische Fragestellungen mit anwendungsorientierten Ansätzen und leistet damit einen Beitrag zur Entwicklung langlebiger, leistungsfähiger und ressourcenschonender Werkstofflösungen.

## Großes industrieübergreifendes Interesse

Warum es solche Daten noch nicht gibt? Kupfer ist kein klassischer Konstruktionswerkstoff, und vor allem bei der im Projekt untersuchten Schwingfestigkeit wird es sehr dünn mit der Datenlage. Das Lebensdauerthema sei zudem nur aufwendig zu untersuchen. Da wundert es nicht, dass das Interesse an den Daten industrieübergreifend groß ist und die Projekttreffen immer sehr interdisziplinär besetzt sind, sagt Trauth: »Es ist toll, dass die FVV so viele verschiedene Player an einen Tisch bringt. Das kann vermutlich nur eine Forschungsvereinigung leisten.«

Im Projekt wollen die Forscher den klassischen Weg mit vielen Laborversuchen abkürzen, indem sie Modelle finden und mit Simulationen arbeiten. Das Spannende sei, dass der Fokus auf einem Konzept liegt, das leicht in die Praxis überführt werden kann. Mittlerweile haben die Forscher »verstanden, worauf es ankommt und welche Informationen wir brauchen. Im zweiten Schritt führen wir nun die Methoden und Auslegungsverfahren zusammen«. Von den Ergebnissen wird nicht nur die Automotive-Industrie profitieren, sagt die Professorin: »Eines der Hauptziele und unser Anspruch ist die Skalier- bzw. Übertragbarkeit, daher ziehen wir es sehr werkstoffzentriert auf.« Die Daten könnten dann beispielsweise für die Entwicklung von Windkraftgeneratoren oder Batterietechnik und Leistungselektronik genutzt werden.

Die Forscher setzen im Projekt auch datenbasierte Intelligenz ein. Viele ihrer Kollegen an der TU Darmstadt nutzen diese Ansätze und Künstliche Intelligenz stark in den technischen Bereichen, berichtet Professorin Trauth, sowohl in der Forschung als auch der Lehre, um konkrete technische

Probleme zu lösen oder Berechnungen durchzuführen. Sie befürwortet die Technik als gute Unterstützung im Arbeitsalltag, fordert jedoch ein kritisches Hinterfragen: »Wie ist es mit der Verantwortung? Wer sagt am Ende, die Berechnung stimmt und das Bauteil hält? Das kann man nicht auf den Computer übertragen. Daher muss der Mensch die Ergebnisse immer prüfen. Und ich erlebe leider häufig bei den Studierenden, dass das nicht immer passiert.« Es sei eine große Herausforderung, ein Bewusstsein für die Grenzen der Technologie zu schaffen, und wichtig, die aktuelle Forschung in die Lehre einzubeziehen.

Bei der Frage, ob sie sich zwischen Forschung und Lehre entscheiden könnte, merkt man ihr die Ambivalenz an: »Schwierig. Ich möchte mich niemals für eins der beiden entscheiden müssen. Aber ich habe mich damals bewusst Richtung Universität orientiert, um den Forschungsaspekt noch mehr zu haben«, sagt Trauth. Spaß mache ihr beides, doch genauso gebe es auf beiden Seiten Dinge, die »auch mal lästig sind«. Das gehört vielleicht dazu, wenn man den Wandel aktiv mitgestalten möchte. Nicht nur technologisch, sondern auch gesellschaftlich und in der Lehre möchte die Professorin einen Beitrag leisten, damit es künftig »in eine gute Richtung« geht. Auch für ihre Familie, mit der sie die wenige freie Zeit am liebsten verbringt. Draußen in der Natur, sportlich aktiv, am besten in den Bergen. Um die Energie in eine andere Richtung zu lenken. //

## 1533 // Konzeptgestützte Schwingfestigkeitsbewertung von geschweißten Bauteilen aus Kupfer (FATWELDCO)

Dem elektrischen Antriebsstrang kommt eine große Bedeutung bei der Entwicklung und Produktion von künftigen Fahrzeugen zu. Hier spielen Kupfer und Kupferlegierungen und deren Fügeverbindungen eine wesentliche Rolle, sowohl für die Leistungsfähigkeit als auch für die Wirtschaftlichkeit. Aktuell gibt es nahezu keine veröffentlichten Daten zum Ermüdungsverhalten bzw. Auslegungsmethoden für Fügeverbindungen aus Kupfer, wie dies etwa bei Stählen oder Aluminiumlegierungen der Fall ist. Aus Mangel an einem anerkannten Auslegungskonzept bleibt derzeit nur der experimentelle Weg über Schwingfestigkeitsversuche, um sicherheitsrelevante geschweißte Bauteile aus Kupfer abzusichern. Dies ist mit hohem Zeit- und Kostenaufwand verbunden, der von Komponenten- und Teilelieferanten (Zulieferpyramide Tier 2 bzw. 3, in der Regel KMU) jedoch nicht geleistet werden kann.

Die Projektergebnisse und deren Transferprodukte werden auf Basis von wissenschaftlichen Erkenntnissen in KMU-gerechter pragmatischer Form umgesetzt und für die unmittelbare Anwendung in der Praxis vorbereitet. Dies umfasst die folgenden Punkte:

- Empfehlungen zur Werkstoffauswahl bei Schweißverbindungen aus Kupfer
- Phänomenologisches Auslegungskonzept
- FEM-Modellierung mit gängiger FE-Software
- Bereitstellung der erforderlichen Modell- und Werkstoffparameter
- Einfache Bewertungsmöglichkeiten von Neukonstruktionen oder neuen Schweißverbindungen

Die beteiligten Forschungsstellen befassen sich seit vielen Jahren mit Fragestellungen der Fügetechnik und der Ermüdungsfestigkeit und haben klare inhaltliche Schwerpunkte, welche sich hervorragend ergänzen. Ein umfassendes Konzept für den Transfer an KMU wurde entwickelt.