

# Digitalisierung

---

Jeden Tag entstehen überall auf der Welt große Mengen unterschiedlichster Daten in hoher Geschwindigkeit – in Unternehmen, urbanen Infrastrukturen und privaten Haushalten. Dabei wächst das Volumen stetig und die Verarbeitung und Analyse dieser riesigen Datenmengen wird zur Schlüsselkompetenz für Hochtechnologieländer. Mit Rat und Tat stehen wir Unternehmen beim Aufbau von Know-how sowie bei der Entwicklung von Lösungen in Geschäftsprozessen wie der Produktion und Logistik zur Seite. Gleichmaßen legen wir Wert auf Machbarkeit, Wirtschaftlichkeit sowie auf Datenschutz und Sicherheit.



# T-KOS: Terahertz-Technologie für verlässliche Kommunikation

Während der Bahnfahrt an einem virtuellen Meeting teilnehmen – kein Problem, wenn das Mobilfunknetz keine Lücken aufweist. Das mobile Arbeiten unterstreicht die Bedeutung stabiler Datenverbindungen. Das gilt in gleichem Maß für die industrielle Produktion, die immer mehr auf vernetzte Komponenten setzt. Unsere Abteilung »Materialcharakterisierung und -prüfung« erforscht, wie die Terahertz-Technologie die Integration der Baugruppen zusätzlich durch verbesserte Sensorik optimieren kann.

Die Anforderungen an Kommunikationsnetze und an Sensorik-Lösungen in industriellen Produktionsprozessen wachsen, deshalb hat das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) 2021 das Projekt T-KOS (Terahertz-Technologien für zukunftsweisende Innovationen in Kommunikation und Sensorik) ins Leben gerufen. Im Projekt wird die Terahertz-Technologie nun erstmals synergetisch in den Bereichen »Kommunikation« und »Sensorik« für die Industrie erschlossen.

## Im Verbund zu kompakten Systemkonzepten

T-KOS ist ein Verbundprojekt der Forschungsfabrik Mikroelektronik Deutschland und dem Fraunhofer ITWM. Es bündelt das Engagement von zehn Kooperationspartnern. Die Forschenden entwickeln Demonstratoren für die drahtlose Kommunikation mit hohen Bitraten und die industrielle Messtechnik auf Basis von Hochfrequenz-Elektronik sowie Terahertz-Photonik.

Eine vielversprechende Möglichkeit, die Datenkapazität bei Trägerfrequenzen über 100 GHz zu erhöhen, ist die Terahertz-Funktechnologie.

Je höher die Trägerfrequenz, desto größer die nutzbare Bandbreite und damit die Datenkapazität. Dadurch braucht man kleinere Antennenelemente und kann kompakte Funkssysteme mit einer Vielzahl aktiver Antennen realisieren. Dies ist ein Vorteil, von dem auch die industrielle Terahertz-Messtechnik profitiert, die zur bildgebenden Prüfung eingesetzt wird.

## Demonstratoren für die bildgebende Terahertz-Prüfung

»Elektronische und photonische Systemkonzepte im Terahertz-Bereich liegen konzeptionell nah beieinander«, sagt Dr. Fabian Friederich, Koordinator der T-KOS-Aktivitäten am Fraunhofer ITWM. »Dank unserer Expertise und unserer guten Laborausstattung können wir in Kaiserslautern für beide Technologie-zweige Demonstratoren für die bildgebende Terahertz-Prüfung in Produktionsprozessen realisieren.« Während der vollelektronische Demonstrator industrietaugliche Inline-Messtechnik mit Millimetrauflösung an der Produktionsstraße zum Ziel hat, dient das photonische Konzept als Forschungsplattform für zukünftige Entwicklungen hin zu höheren Frequenzen und verbesserter Auflösung.



## Kontakt

Dr. Fabian Friederich  
Gruppenleiter »Elektronische Terahertz-Messtechnik ETM«  
Telefon +49 631 31600-4908  
fabian.friederich@itwm.fraunhofer.de





## Enterprise Lab: Durch moderne Arbeitsweisen zum mathematischen Erfolg

In der kooperativen Arbeitsweise »Fraunhofer Enterprise Labs« arbeiten mehrere Expert:innen aus Unternehmen und ITWM-Forschende aktiv gemeinsam in einem Team an Themen und Lösungen. Unsere Abteilung »Finanzmathematik« setzt so in direkter Kollaboration Innovationen mit einem Automobilherstellenden um.

# 8

Teilprojekte in  
drei Jahren

Im Fokus des »Enterprise Labs« geht alles Hand in Hand – von der Themenfindung bis zur markt-reifen Lösung. Die Symbiose von Forschung und Unternehmenspraxis ermöglicht die Umsetzung von kreativen Ideen, die unmittelbar auf die Geschäftsprozesse ausgerichtet sind. »Mit dem Enterprise Lab haben wir eine agile Methode geschaffen, in der die Unternehmen

mit uns Forschenden interdisziplinäre Zusammenarbeit leben und kollegial mit Kund:innen arbeiten«, so Dr. Stefanie Schwaar, Geschäftsfeldentwicklerin »Abrechnungsprüfung«. »Sie geben nicht einfach Technologien klassisch bei uns in Auftrag und wir arbeiten ab, sondern wir entwickeln zusammen die Aufgabenstellung, Strategie und Lösungen.«



Agile Projektstruktur  
(Scrum-basierte Entwicklung)



Kooperative Zusammenarbeit  
(Kombination von Kompetenzen)



Angepasste Methoden  
(KI und Statistik)

Unser Erfolg basiert auf drei Komponenten.



**Mit dem Enterprise Lab haben wir eine agile Methode geschaffen, in der die Unternehmen mit uns Forschenden interdisziplinäre Zusammenarbeit leben und kollegial mit Kundinnen und Kunden arbeiten.«**

**Dr. Stefanie Schwaar**

Geschäftsfeldentwicklerin »Abrechnungsprüfung«

© iStock/aldorado10

### Beispiel Data Science in der Automobilbranche

Ein Beispiel für die erfolgreiche Umsetzung des Konzepts ist die Zusammenarbeit mit einem Premium-Automobilherstellenden. »Hier arbeiten wir bereits seit 2018 an unterschiedlichsten Themen. Das Team wechselt immer wieder, je nach benötigter Expertise«, so Schwaar. Im Lab haben Unternehmen direkten Zugang zum Know-how der Wissenschaftler:innen. Dabei dreht sich alles um herausfordernde Datensätze im Bereich der Prüfung und Prognose.

So sind ganz neue Möglichkeiten zur explorativen Datenanalyse im Lab entstanden, wie eine spezifische Auffälligkeitsdetektion: Die ITWM-Lösung unterstützt beim Zusammenführen von komplexen Daten aus verschiedenen Quellen, aggregiert diese automatisch zu einem effizient nutzbaren Datensatz und visualisiert sie interaktiv. Mit Verfahren aus Statistik und Maschinellem Lernen (ML) wird automatisiert in den Daten nach Auffälligkeiten gesucht. So können potenzielle Fehleingaben oder vermutlich zu gering abgerechnete Reparaturen gezielt untersucht und größere Fehlerquellen frühzeitig ausfindig gemacht werden.

### Abteilungsübergreifende Projektplanung im Lab

Das flexible Arbeitsmodell ermöglicht die strategische Kooperation – auch abteilungsübergreifend. Im neusten Projekt des Labs arbeitet ein Team aus dem Bereich »Mathematik in der Fahrzeugentwicklung« und der Abteilung »Finanzmathematik« gemeinsam an der digitalen Aufbereitung komplexer Fahrzeug-Analyse-Protokollen. Das heißt Big Data im großen Stil. Die Themenvielfalt zur Nutzung der Daten ist umfangreich und im stetigen Wandel. Wenn ein Neuwagen auf den Markt geht, sind verschiedene Fragen zu beantworten wie: Was ist die prognostizierte Schadensrate? Welche Reparaturen fallen häufig an? Mit welchen Kosten ist zu rechnen? Bei diesen und verwandten Fragestellungen liefern wir datengetriebene Unterstützung.

Die Entwicklung eines ML-gestützten interaktiven Analysetools steht auch hier im Fokus. Expert:innen aus beiden Abteilungen arbeiten mit den Teams seitens der Kundinnen und Kunden eng zusammen, ein »Steering Committee« sichert die konzeptionelle Ausrichtung und Zielsetzung. Eine echte Erfolgsformel in der modernen Projektarbeit.

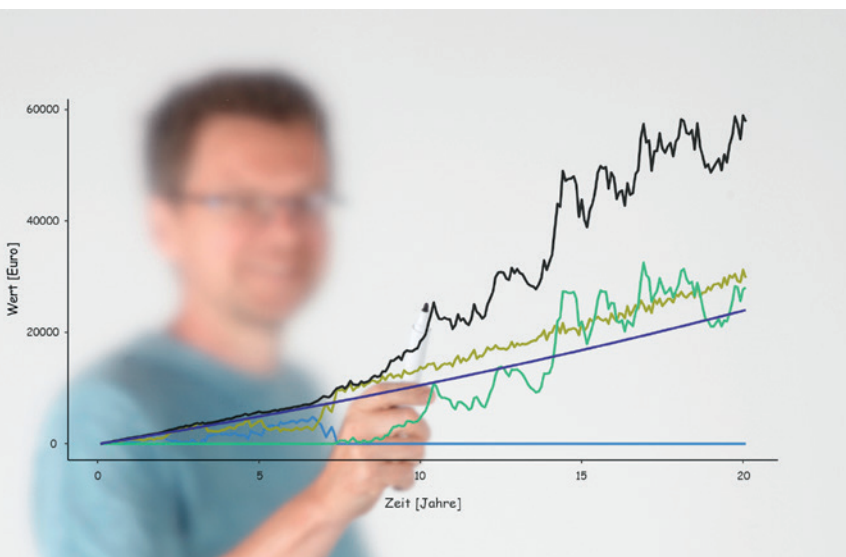
### Kontakt

Dr. Stefanie Schwaar  
Geschäftsfeldentwicklerin  
»Abrechnungsprüfung«  
Telefon +49 631 31600-4967  
stefanie.schwaar@itwm.fraunhofer.de





# Mathematik schafft Transparenz – sicher fürs Alter vorsorgen



Seit 2016 führt ein Team der Abteilung »Finanzmathematik« im Auftrag der Produktinformationsstelle Altersvorsorge gGmbH (PIA) Klassifizierungsrechnungen für staatlich geförderte Altersvorsorgeprodukte durch. Ein Modell, das Standards gesetzt hat und nun angepasst auch Verträge der betrieblichen Altersvorsorge objektiv vergleichbar machen soll.

Die Altersvorsorge in Deutschland basiert auf drei Säulen: öffentlich-rechtliche Pflichtsysteme (u. a. gesetzliche Rentenversicherung), betriebliche Altersvorsorge und private Rentenverträge. Zu letzteren gehören Produkte, die zum Beispiel über die sogenannte Riester-Rente staatlich gefördert werden. Inzwischen ist das Angebot an Produkten sehr vielschichtig und einen Überblick zu behalten für Verbraucher:innen schwierig. Um die Verunsicherung zu mildern und mehr Transparenz zu schaffen, hat das Bundesfinanzministerium bereits 2015 eine Klassifizierung für staatlich geförderte Verträge eingeführt, darunter fallen beispielsweise

die Riester-Produkte. Um gefördert zu werden, müssen sie gesetzlichen Vorgaben entsprechen und klassifiziert werden.

Die Basis dazu schafft Mathematik aus dem Fraunhofer ITWM. Seit 2017 weist die PIA jedem staatlich geförderte Altersvorsorgeprodukt eine Chance-Risiko-Klassifizierung für das standardisierte Informationsblatt zu. Ihr Standard umfasst fünf Klassen – von Eins wie stark sicherheitsorientiert bis Fünf wie renditeorientiert. Dabei ist in der Regel ein steigendes Risikoniveau mit zunehmenden Renditemöglichkeiten verknüpft. Interessierten wird damit ein standardisierter Beurteilungsrahmen für Produkte geboten, der die wesentlichen Charakteristika der Policen erfasst und es erlaubt Tarife zu vergleichen.

## PIA verschafft Durchblick mithilfe von Mathematik

Dazu wurde eigens die PIA als gemeinnützige Gesellschaft gegründet. Ein ITWM-Team aus der Abteilung »Finanzmathematik« arbeitet der PIA seit gut sechs Jahren zu und evaluiert die Versicherungstarife. Beide sind unternehmerisch getrennt. Die Vertragssimulationen für die Einstufung in Chance-Risiko-Klassen werden im Fraunhofer ITWM durchgeführt.

»Wir haben bereits mehrere Tausend Verträge bewertet und die PIA diese klassifiziert. Das PIA-Basismodell wurde von unserem Institut entwickelt und gilt inzwischen als der Branchenstandard«, so Dr. Roman Horský. »So sorgen wir für mehr Transparenz für die Versicherten. Langfristige wirtschaftliche Entwicklungen können wir natürlich nicht vorhersagen, aber Modelle simulieren unterschiedliche Entwicklungsszenarien auf Grundlage der aktuellen wirtschaftlichen Lage. Dies ändert sich immer wieder, deshalb werden auch die Parameter

»Bereits bei der Etablierung des Altersvorsorge-Verbesserungsgesetzes haben wir die enge Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer ITWM schätzen gelernt. Mit dem Konsortium »Das Rentenwerk« haben wir außerdem völliges Neuland betreten.«

**Dr. Normann Pankratz**

Vorstandsmitglied Debeka Versicherungen



© Debeka

unseres Simulationsmodells jährlich neu justiert«, betont der Finanzmathematiker. Die PIA kommuniziert allein die Risikoklassifizierung und gibt keine konkreten Tipps oder Beratung zur Auswahl eines Produkts.

**Branchenstandard auch für betriebliche Altersvorsorge setzen**

Dieses Basismodell hat sich in den letzten Jahren etabliert. Auf europäischer Ebene wird ein in der Branche anerkanntes Marktmodell benötigt. Die Deutsche Aktuarvereinigung e. V. (DAV) empfiehlt die Nutzung des PIA-Basismodells, andere Länder haben diesen Vorschlag in angepasster Form bereits übernommen.

Auch im Bereich »betriebliche Altersvorsorge« könnte ein angepasstes Modell zum Tarifvergleich Versicherte unterstützen. Zu dieser

Säule der Altersvorsorge gehören weitere verschiedene Tarife und die Angebote umfassen unterschiedliche Modellrechnungen sowie Leistungskennzahlen. Für Interessierte ist es schwierig die Produkte zu bewerten. Deshalb arbeitet das ITWM-Team jetzt mit der Debeka an einem Projekt für mehr Transparenz. Das Versicherungsunternehmen hat ein neues Rentenprodukt für die betriebliche Altersvorsorge entwickelt, das 2023 angeboten werden soll.

Ähnlich wie für andere Altersvorsorgeprodukte sollen die für den Vertrieb wichtigen Produktkennzahlen auf Grundlage eines mathematischen Modells ermittelt werden. Das Ziel auch hier: Einen Beurteilungsrahmen für Tarife zu schaffen, der einen fairen Angebotsvergleich ermöglicht. Idealerweise sollte ein säulenübergreifender Standard entstehen, der es den Versicherten erleichtert, ihre Altersvorsorge gesamtheitlich einzuschätzen.

**Kontakt**

Dr. Roman Horsky  
Abteilung »Finanzmathematik«  
Telefon +49 631 31600-4502  
roman.horsky@itwm.fraunhofer.de



Zum vollständigen Interview mit Dr. Normann Pankratz geht es unter: [www.itwm.fraunhofer.de/interview-debeka](http://www.itwm.fraunhofer.de/interview-debeka)



# Bauhaus.MobilityLab – KI im großen Stadtexperiment



© Bauhaus.MobilityLab

*Mithilfe von KI werden innovative Lösungen in den Bereichen Mobilität, Logistik und Energie entwickelt und unter realen Bedingungen im Stadtquartier Brühl in Erfurt erprobt.*

In Erfurt wird im Bauhaus.MobilityLab interdisziplinäre Innovation Wirklichkeit: Eine digitale Laborplattform und Experimente im Reallabor tragen zur Entwicklung KI-basierter Lösungen bei. Mobilität, Logistik und Energie werden für die Stadtplanung neu gedacht. Unser Institut unterstützt mit Expertise und KI-Methoden.

Das Projekt »Bauhaus.MobilityLab – Innovation by Experiment« entwickelt und realisiert im Reallabor in Erfurt, genauer im Stadtquartier Brühl, nachhaltige und intelligente Lösungen. Die experimentelle Ideenwerkstatt steht im Geiste der offenen Weimarer Bauhaus Tradition, daher auch der Name. Das Konsortium setzt sich aus einem domänenübergreifenden Verbund von Forschungsinstituten, großen, kleinen und mittleren Unternehmen sowie Hochschulen und der Landeshauptstadt Erfurt zusammen.

Im Rahmen des Projektes betrachten die Forschenden verschiedenste Herausforderungen im urbanen Raum. In Kooperation mit der TU Kaiserslautern modellieren die ITWM-Forschenden Problemstellungen mathematisch und entwickeln neue Lösungsansätze, die sowohl auf KI als auch Data Science zurückgreifen. Das bedeutet an vielen Stellen neues Optimierungspotenzial im Stadtleben.

Vorhersagemethoden. Ein aktueller Use-Case ist die Prognose von Stickstoffdioxid-Werten, die viel über die Luftqualität der Stadt aussagen.« Ein weiteres Beispiel ist die kombinierte Tourenplanung für Lieferwagen und Lastenrad in der letzten Meile der Paketzustellung. Im Resultat heißt da mathematisches Optimieren: geringere Verkehrsbelastung und höhere Umweltfreundlichkeit.

Aber auch die Vorhersage der Parkraumauslastung unterstützt die Städteplanung im Reallabor. »Unsere Ergebnisse tragen zum Ausbau einer lebenswerten Innenstadt bei. Derzeit arbeiten wir im Konsortium zudem an einer Bauhaus.MobilityLab-App, welche die Teilnahme an unserem Experiment erleichtert«, so Grimm. Ein großer Projektbestandteil ist auch das sogenannte »Federated Learning« – eine neuartige Methode des Maschinellen Lernens. Hier werden alle Trainingsdaten ausschließlich auf lokalen Geräten oder Clients gespeichert und das Modelltraining dezentralisiert.

## Kontakt

Dr. Stefanie Grimm  
Forschungskordinatorin »Data Science«  
Abteilung »Finanzmathematik«  
Telefon +49 631 31600-4040  
stefanie.grimm@itwm.fraunhofer.de



## Mit KI und Mathematik neue Innovationen erproben

»Unser Team wirkt in verschiedenen Arbeitspaketen im Lab mit – natürlich überall mit Mathematik und Algorithmen«, so Stefanie Grimm, verantwortlich für das Projekt am Fraunhofer ITWM. »Unsere Hauptaufgabe: Wir leiten das Arbeitspaket ‚KI-Methoden‘ und entwickeln so den Machine-Learning-Kern der Plattform. In der Anwendungspraxis heißt das auch, wir unterstützen konkret mit

## Data Science für die smarte Stadt der Zukunft

Entwickelt und bereitgestellt werden die Anwendungen bisher auf einer Cloud-Plattform, die Daten aus unterschiedlichen Bereichen wie Verkehr, Logistik und Energie zusammenführt. Das Projekt läuft drei Jahre und wird vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz BMWK gefördert.



[www.itwm.fraunhofer.de/bauhausmobilitylab](http://www.itwm.fraunhofer.de/bauhausmobilitylab)

# Künstliche Intelligenz erkennt illegal eingeführtes Holz

Gemeinsam mit dem Thünen-Kompetenzzentrum Holzherkünfte in Hamburg unterstützen wir Zollbehörden dabei, illegal eingeführtes Holz zu erkennen. Möglich macht das unsere KI-basierte Analyse-Software, die wir in der Abteilung »Bildverarbeitung« konzipieren und weiterentwickeln.

Wer ein Holzprodukt in die EU importiert, muss mit einem Zertifikat nachweisen, dass das Holz nicht aus einem illegalen Einschlag stammt. Zusätzlich nehmen die Zollbehörden stichprobenartig eingeführte Möbel und Furniere sowie Papiere und Faserplatten unter die Lupe. Als Analyseexperte für Industrie und Behörden dient häufig das Thünen-Institut für Holzforschung in Hamburg. »Diese Kontrollen haben schon dazu geführt, dass vor einer internationalen Musikmesse etliche edle Gitarren beschlagnahmt wurden, weil ihre Korpi aus illegal geschlagenen Hölzern bestanden«, beschreibt Projektleiterin Dr. Henrike Stephani die Durchschlagskraft der Behörden.

## Vom Brei zum Baum

Insbesondere für Papiere und Faserplatten werden nicht ganze Holzstücke untersucht, sondern ihr Mazerat. Darunter versteht man einen Brei aus zerkleinerten Holzspänen, aus dem mit

Wasser oder Alkohol bestimmte Inhaltsstoffe herausgelöst werden. Der Brei wird mit verschiedenen Farblösungen behandelt und in einem nur wenige Mikrometer dicken Film auf Glas aufgetragen. Dieser Mazeratfilm ist so dünn, dass einzelne Gefäße erkannt und klassifiziert werden können. Bisher kontrollieren Mitarbeitende des Thünen-Instituts händisch und visuell. Dieses Vorgehen ist aufwendig und manchmal fehlerbehaftet, darum soll die Kontrolle automatisiert werden.

»Hier kommen unsere Algorithmen ins Spiel«, erläutert Stephani. Anhand von Referenzpräparaten, die das Thünen-Institut aus seinem riesigen Holzfundus herstellt und als hochauflösende Mikroskop-Bilder zur Verfügung stellt, trainieren die Forschenden Neuronale Netze. Schließlich soll die eindeutige Holzidentifizierung gelingen. »Derzeit befassen wir uns nur mit Laubhölzern, denn hier hat jede Baumart eindeutige Marker.« Ziel des Projekts ist aber eine Datenbank aller gängigen Holzarten.



*Faseranalyse eines Eukalyptus des Thünen-Instituts für Holz-forschung*

## Das Thünen-Institut

Das Thünen-Institut ist dem Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) unterstellt und forscht fachgebietsübergreifend mit dem Ziel der nachhaltigen Weiterentwicklung der ländlichen Räume, der Land-, Forst- und Holzwirtschaft sowie der Fischerei. Dabei bezieht es sozioökonomische, ökologische und technologische Aspekte ein. Das Institut erarbeitet als Ressortforschungseinrichtung wissenschaftliche Grundlagen als Entscheidungshilfe für die Politik der Bundesregierung. [www.thuenen.de](http://www.thuenen.de)

## Kontakt

Dr. Henrike Stephani  
Stv. Abteilungsleiterin »Bildverarbeitung«  
Telefon +49 631 31600-4365  
[henrike.stephani@itwm.fraunhofer.de](mailto:henrike.stephani@itwm.fraunhofer.de)

