

# Bestimmung der Faserorientierung von Faserkunststoffverbunden mittels Terahertzstrahlung

Wolfgang ESSIG<sup>1</sup>, Yannick BERNHARDT<sup>1</sup>, Joe BUCKLEY<sup>2</sup>, Marc KREUTZBRUCK<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Institut für Kunststofftechnik, Stuttgart

<sup>2</sup> Level X NDT, Milton Keynes, Großbritannien

Kontakt E-Mail: wolfgang.essig@ikt.uni-stuttgart.de

## Kurzfassung

Im Gegensatz zur Röntgenstrahlung ist die Terahertzstrahlung nicht ionisierend, bietet allerdings ähnlich der Röntgenstrahlung den Vorteil, dass für diesen Bereich des elektromagnetischen Spektrums hohe Eindringtiefen in Kunststoffen erzielt werden können. Dies ermöglicht eine Untersuchung des Bauteilvolumens. Die Terahertzprüfung erfordert im Gegensatz zur Röntgenprüfung allerdings keine aufwändigen Arbeitsschutzmaßnahmen und entgegen der konventionellen Ultraschallprüfung keinen Kontakt zum Prüfkörper sowie kein Koppelmedium. Für den Bereich der zerstörungsfreien Prüfung von elektrisch nicht leitfähigen Kunststoffen bietet sie damit ein hohes Anwendungspotenzial.

In diesem Beitrag soll die Terahertzprüfung zur Faserorientierungsbestimmung von glasfaserverstärkten Kunststoffen (GFK) eingesetzt werden. Dies wird an langglasfaserverstärkten Kunststoffen mit Epoxidharzmatrix demonstriert. Weiterhin soll gezeigt werden, dass sich Terahertzstrahlung auch eignet, um Faserorientierungen von elektrisch leitfähigen kohlenstofffaserverstärkten Kunststoffen zu ermitteln, wenn es sich dabei um vergleichsweise dünne Tapes handelt. Somit könnte sich die Terahertzprüfung auch für die inline-Faserorientierungsbestimmung in der Pultrusion unidirektional kohlenstofffaserverstärkter Tapes eignen.



Universität Stuttgart  
Institut für Kunststofftechnik

**IKT** KUNSTSTOFF  
TECHNIK  
STUTTGART

# Bestimmung der Faserorientierung von Faserkunststoffverbunden mittels Terahertzstrahlung

DGZfP-Jahrestagung 2021  
Virtuell am 10./11. Mai

Dr.-Ing. Wolfgang  
Essig

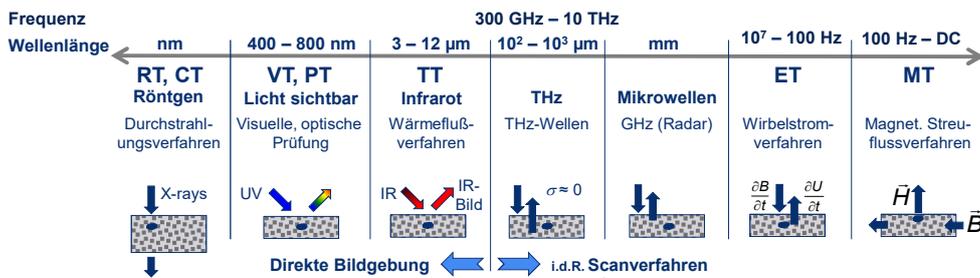
## Gliederung

- Motivation
- Stand der Technik
- Experimentelles
- Ergebnisse und Diskussion
- Fazit und Ausblick

**IKT** KUNSTSTOFF  
TECHNIK  
STUTTGART

Motivation  
Terahertzlücke

Elektromagnetische Felder und Wellen



Terahertzlücke = in der technischen Anwendung noch nicht erschlossen

Motivation  
Bildgebende Untersuchungen in der Kunststofftechnik

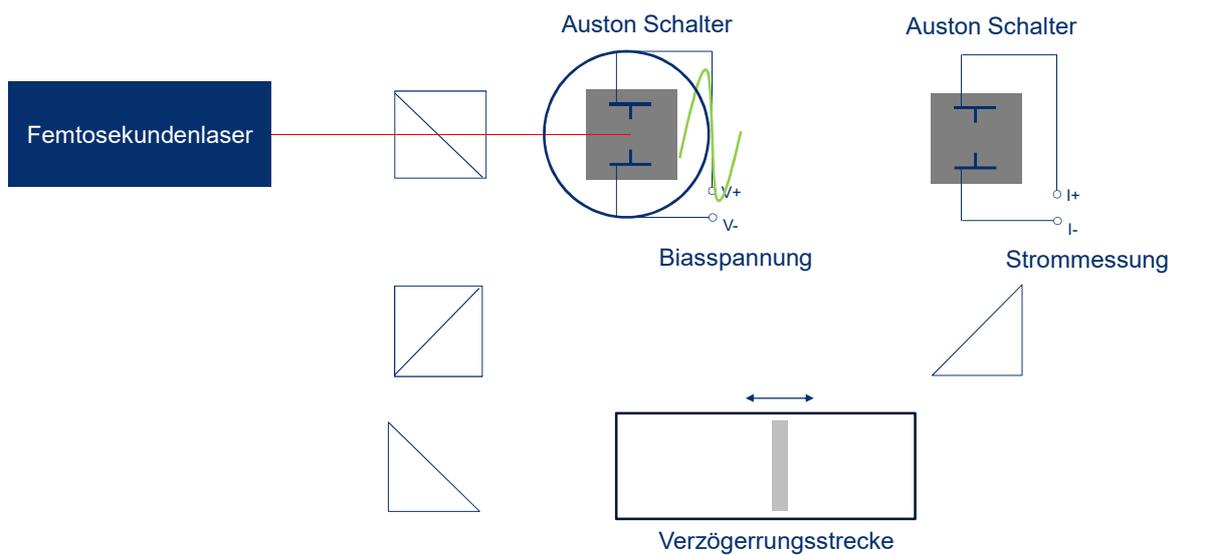


## Gliederung

- Motivation
- Stand der Technik
- Experimentelles
- Ergebnisse und Diskussion
- Fazit und Ausblick

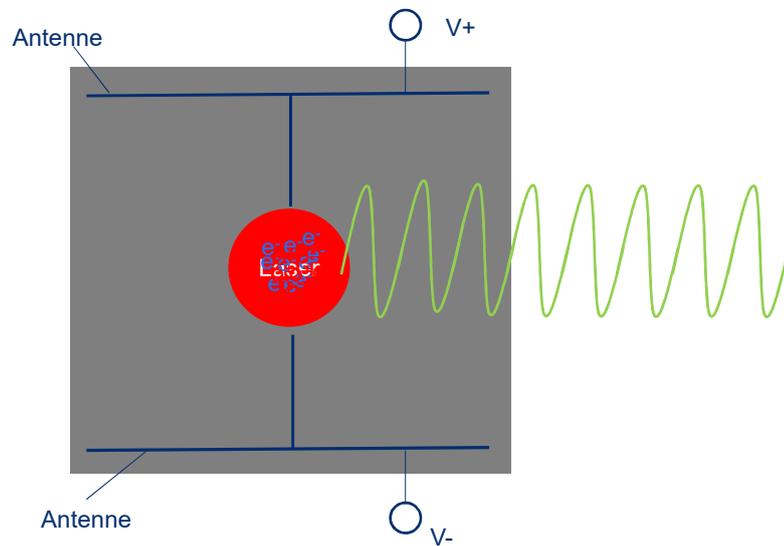
## Stand der Technik

Erzeugung von Terahertzwellen



Stand der Technik  
Erzeugung von Terahertzwellen

**IKT** KUNSTSTOFF  
TECHNIK  
STUTT GART

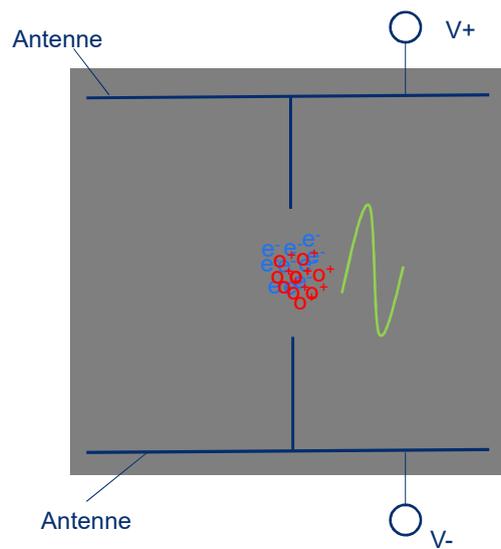


Dr.-Ing. Wolfgang Essig

7

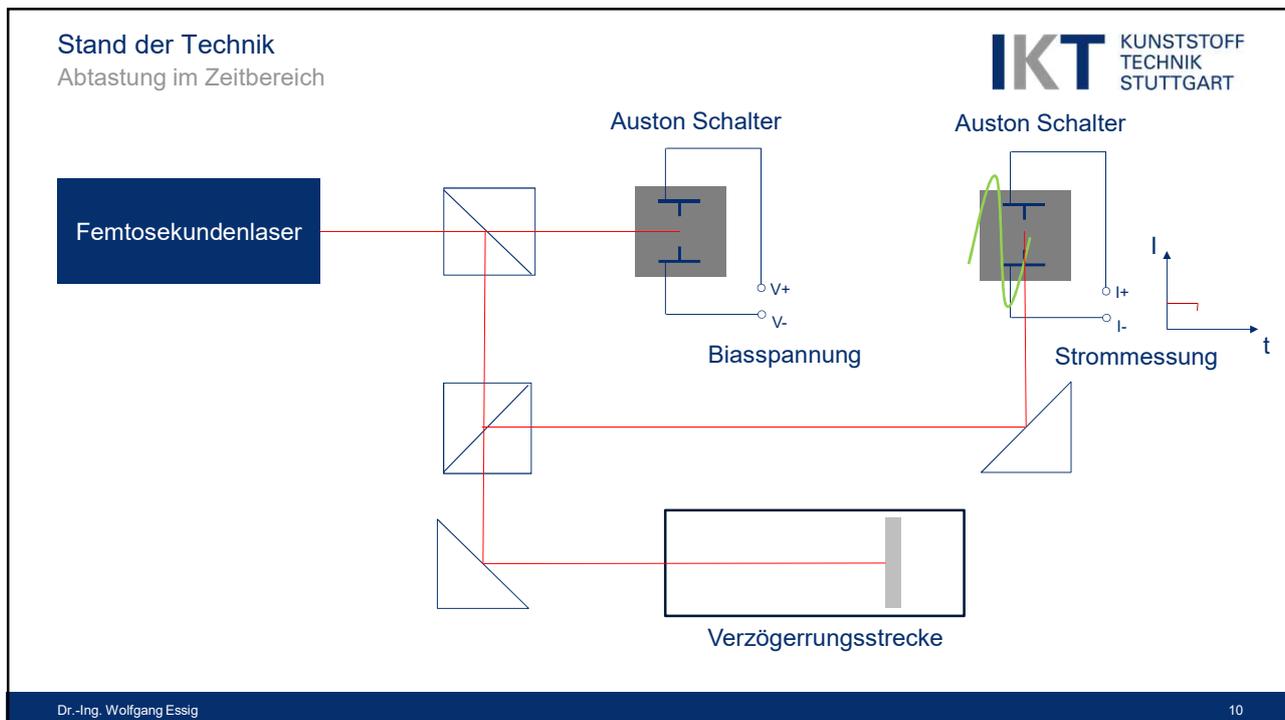
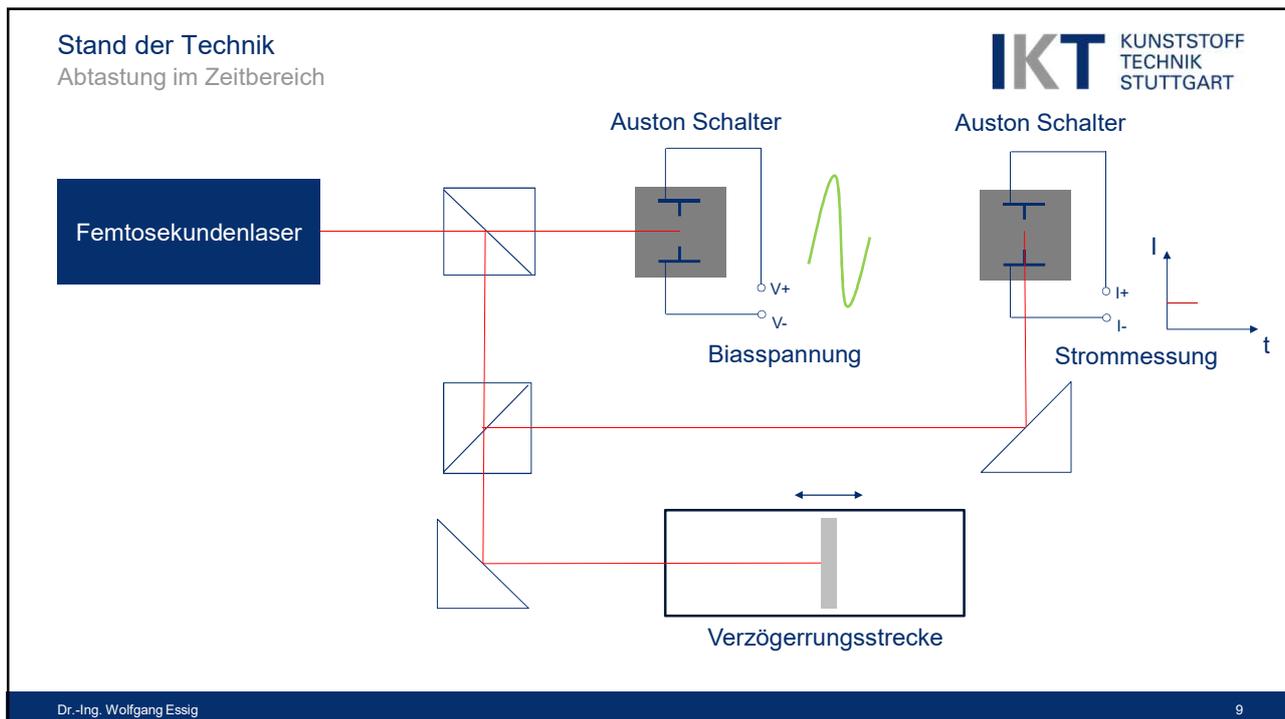
Stand der Technik  
Erzeugung von Terahertzwellen

**IKT** KUNSTSTOFF  
TECHNIK  
STUTT GART



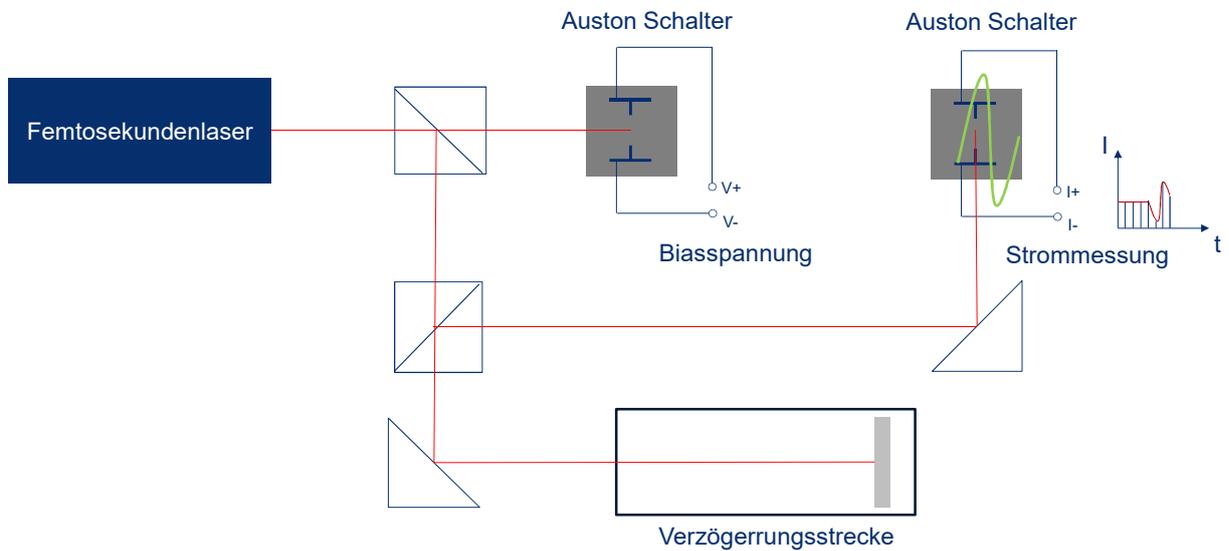
Dr.-Ing. Wolfgang Essig

8



Stand der Technik  
Abtastung im Zeitbereich

IKT KUNSTSTOFF  
TECHNIK  
STUTT GART

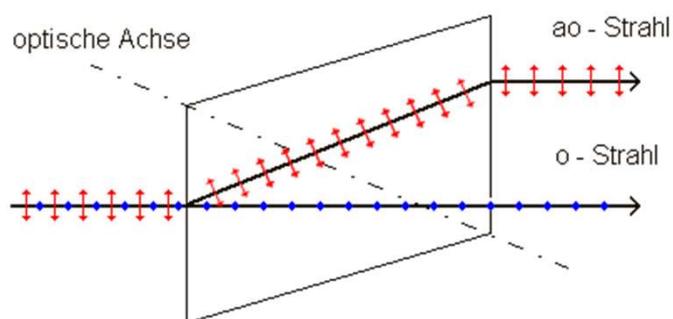


Dr.-Ing. Wolfgang Essig

11

Stand der Technik  
Doppelbrechung von polarisiertem Licht

IKT KUNSTSTOFF  
TECHNIK  
STUTT GART



Bildquelle: <http://www.chemgapedia.de>

Dr.-Ing. Wolfgang Essig

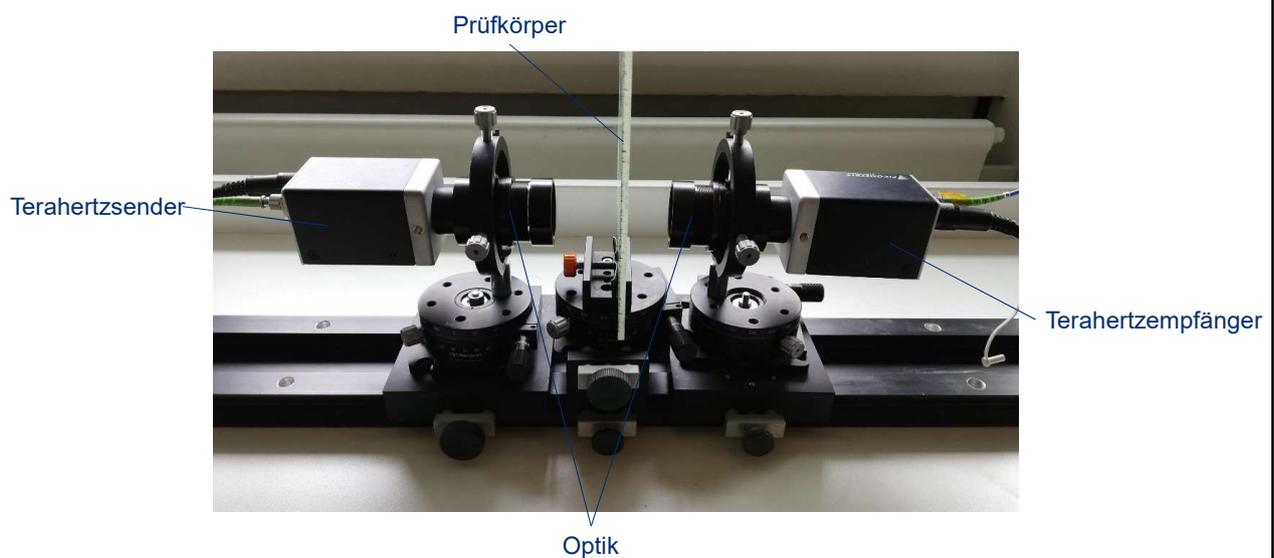
12

## Gliederung

- Motivation
- Stand der Technik
- Einsatz von Terahertz in der Kunststoffprüfung
- Ergebnisse und Diskussion
- Fazit und Ausblick

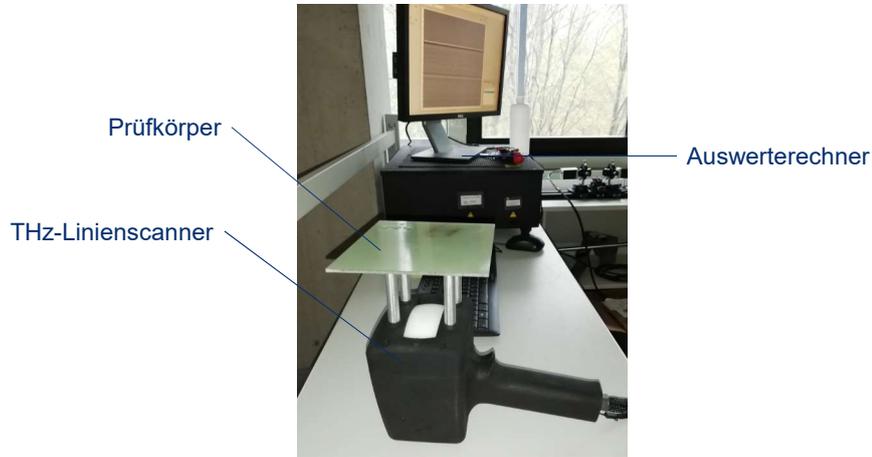
## Einsatz von Terahertz in der Kunststoffprüfung

### Transmissionsmessung



## Einsatz von Terahertz in der Kunststoffprüfung

### Reflexionsmessung mit Linienscanner



## Gliederung

- Motivation
- Stand der Technik
- Experimentelles
- Ergebnisse und Diskussion
- Fazit und Ausblick

## Ergebnisse und Diskussion

Untersuchung eines Kraftstofftanks aus Polyethylen

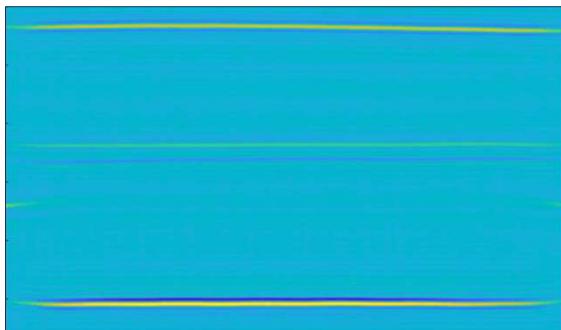
PE -Natur  
EVOH Sperrschicht  
PE gefärbt mit Carbon Black



## Ergebnisse und Diskussion

Untersuchung eines Kraftstofftanks aus Polyethylen

Terahertzscan mit Linienscanner

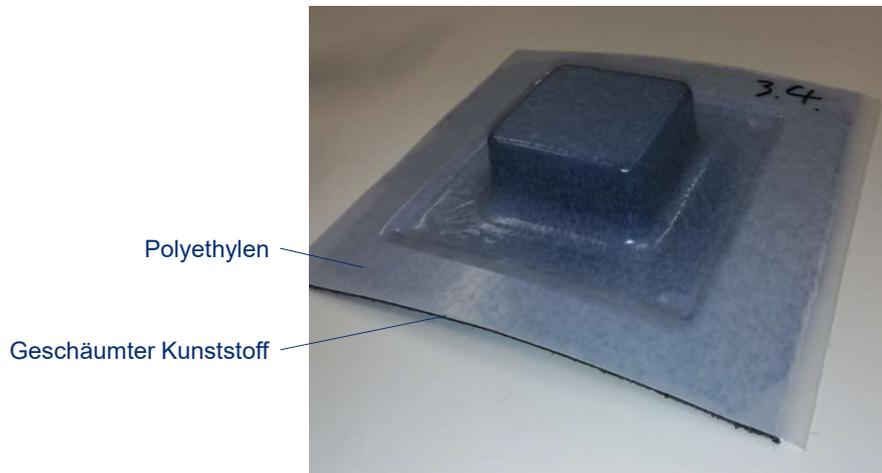


Fotographische Abbildung des Querschnitts



## Ergebnisse und Diskussion

Untersuchung von Mehrschichtverbundfolien im Thermoformprozess



## Ergebnisse und Diskussion

Untersuchung eines großen GFK Bauteils

Platzhalter für Ergebnisse der Messkampagne am 27.04.21

## Ergebnisse und Diskussion

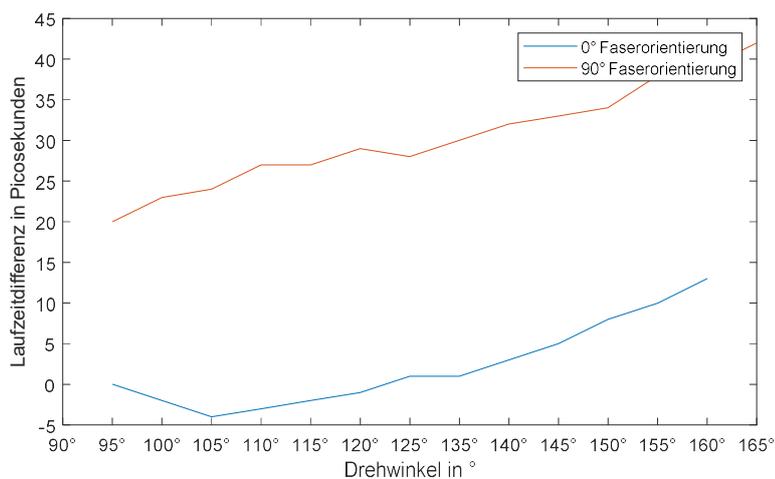
### Faserorientierungen in UD GFK



Untersuchungen mit horizontaler Faserorientierung und vertikaler Faserorientierung

## Ergebnisse und Diskussion

### Faserorientierungen in UD GFK



Untersuchungen mit horizontaler Faserorientierung und vertikaler Faserorientierung

## Gliederung

- Motivation
  
- Stand der Technik
  
- Experimentelles
  
- Ergebnisse und Diskussion
  
- Fazit und Ausblick

## Fazit und Ausblick

### Fazit

- Terahertz ist geeignet um berührungslos Materialeigenschaften zu untersuchen
- Faserorientierungen können über die Doppelbrechungswirkung der Fasern untersucht werden. Allerdings ist es nur möglich eine Hauptorientierung anzugeben und keine Orientierung in Abhängigkeit der Bauteildicke

### Ausblick

- Untersuchung weiterer Umgebungseinflüsse auf die Lichtgeschwindigkeit im Werkstoff (Feuchte, Temperatur)
- Anwendung in industrienaher Umgebung in einer Roboterzelle



Universität Stuttgart  
Institut für Kunststofftechnik

**IKT** KUNSTSTOFF  
TECHNIK  
STUTTGART

Bestimmung der  
Faserorientierung  
von Faserkunststoffverbunden  
mittels Terahertzstrahlung

DGZfP-Jahrestagung 2021  
Virtuell am 10./11. Mai

Dr.-Ing. Wolfgang  
Essig