

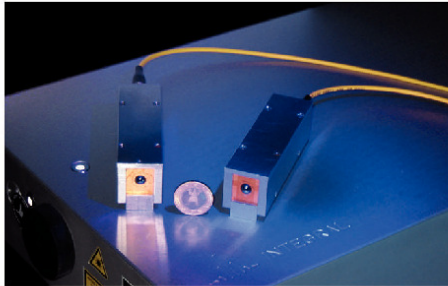


Norman Krumbholz (Autor)

# Fasergekoppelte Terahertz-Zeitbereichspektrometer: Entwicklung und Anwendung

Norman Krumbholz

Fasergekoppelte Terahertz-Zeitbereichspektrometer:  
Entwicklung und Anwendung



Cuvillier Verlag Göttingen  
Internationaler wissenschaftlicher Fachverlag

<https://cuvillier.de/de/shop/publications/711>

Copyright:

Cuvillier Verlag, Inhaberin Annette Jentsch-Cuvillier, Nonnenstieg 8, 37075 Göttingen,  
Germany

Telefon: +49 (0)551 54724-0, E-Mail: [info@cuvillier.de](mailto:info@cuvillier.de), Website: <https://cuvillier.de>

## Inhaltsverzeichnis

|          |                                                                                  |           |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>Einführung</b>                                                                | <b>1</b>  |
| <b>2</b> | <b>Grundlagen</b>                                                                | <b>4</b>  |
| 2.1      | THz-Spektroskopie . . . . .                                                      | 4         |
| 2.1.1    | Elektro-optische Detektion . . . . .                                             | 7         |
| 2.1.2    | THz-Transmissionsmessungen . . . . .                                             | 8         |
| 2.1.3    | ATR-Spektroskopie . . . . .                                                      | 10        |
| 2.2      | Konzepte zur Realisierung von Verzögerungsstrecken . . . . .                     | 12        |
| 2.2.1    | Sukzessives Abtasten mit einer Verschiebeeinheit . . . . .                       | 13        |
| 2.2.2    | Schnelle Datenaufnahme mit Hilfe einer Lautsprechermembran . . . . .             | 14        |
| 2.2.3    | Rotierende Scheiben unterschiedlicher Form . . . . .                             | 14        |
| 2.2.4    | Rotierende Retroreflektoren . . . . .                                            | 15        |
| 2.3      | Dispersion in Glasfasern und Ansätze zur Dispersionskompensation . . . . .       | 17        |
| 2.3.1    | Glasfaserdispersion . . . . .                                                    | 17        |
| 2.3.2    | Dispersionsmanagement . . . . .                                                  | 21        |
| 2.4      | Fasergekoppelte THz-Spektrometer . . . . .                                       | 26        |
| <b>3</b> | <b>Entwicklung fasergekoppelter THz-Spektrometer</b>                             | <b>27</b> |
| 3.1      | Fasergekoppelte THz-Antennen . . . . .                                           | 27        |
| 3.1.1    | Herstellung fasergekoppelter Antennen . . . . .                                  | 27        |
| 3.1.2    | Absorptionseigenschaften des Klebstoffs „NOA 68“ . . . . .                       | 32        |
| 3.1.3    | Einfluss der metallischen Dipolstruktur auf die Abstrahlcharakteristik . . . . . | 37        |
| 3.2      | Partiell fasergekoppelte THz-Spektrometer bei 800nm . . . . .                    | 41        |
| 3.2.1    | Aufbau des partiell fasergekoppelten THz-Spektrometers . . . . .                 | 41        |
| 3.2.2    | Strahlqualität des THz-Strahls . . . . .                                         | 42        |
| 3.2.3    | Überprüfung der Signalstabilität und der Messgenauigkeit . . . . .               | 47        |
| 3.3      | Fasergekoppelte Transceiver . . . . .                                            | 49        |
| 3.3.1    | Transceivereinheit nach dem Strahlteilerprinzip . . . . .                        | 50        |
| 3.3.2    | One-Chip Transceiver . . . . .                                                   | 57        |
| 3.4      | Alternative Techniken zur Pulsverzögerung . . . . .                              | 61        |
| 3.4.1    | Die Z-Scan Methode . . . . .                                                     | 61        |
| 3.4.2    | Faserstreckung als optische Pulsverzögerung . . . . .                            | 66        |
| 3.5      | Vollständig fasergekoppeltes THz-Spektrometer . . . . .                          | 77        |

---

|                                                                         |            |
|-------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>4 Überwachung von Compoundierprozessen</b>                           | <b>84</b>  |
| 4.1 Inlinekontrolle von Compoundierprozessen . . . . .                  | 85         |
| 4.1.1 Experimenteller Aufbau . . . . .                                  | 85         |
| 4.1.2 Experimentelle Daten . . . . .                                    | 87         |
| 4.1.3 Zusammenfassung der erzielten Ergebnisse . . . . .                | 92         |
| 4.2 Kontrolle der Dispergiertgüte von Kunststoffcompounds . . . . .     | 93         |
| 4.2.1 Wood Plastic Composites . . . . .                                 | 94         |
| 4.2.2 Experimentelle Daten . . . . .                                    | 94         |
| 4.2.3 Vergleich der unterschiedlichen Testmethoden . . . . .            | 100        |
| 4.2.4 Analogie zur Ultraschallmesstechnik, Fazit und Ausblick . . . . . | 101        |
| <b>5 Analyse gefährlicher und harmloser Flüssigkeiten</b>               | <b>103</b> |
| 5.1 Harmlose Flüssigkeiten . . . . .                                    | 106        |
| 5.2 Potenziell gefährliche Chemikalien . . . . .                        | 107        |
| 5.3 Messergebnisse und Klassifizierungsansatz . . . . .                 | 110        |
| <b>6 Zusammenfassung und Ausblick</b>                                   | <b>116</b> |
| <b>Literaturverzeichnis</b>                                             | <b>118</b> |
| <b>Preise, Patente und Publikationen</b>                                | <b>130</b> |