

Faserintegriertes Laufzeitspektrometer

Zeitaufgelöste spektrale Charakterisierung von Lichtpulsen im Nanosekundenbereich

Tobias Tiess¹, Manfred Rothhardt¹, Matthias Jäger¹, Hartmut Bartelt^{1,2}

1) Institut für Photonische Technologien Jena, Albert-Einstein-Straße 9, 07745 Jena

2) Abbe Center of Photonics, Friedrich-Schiller-Universität Jena, Max-Wien-Platz 1, 07743 Jena

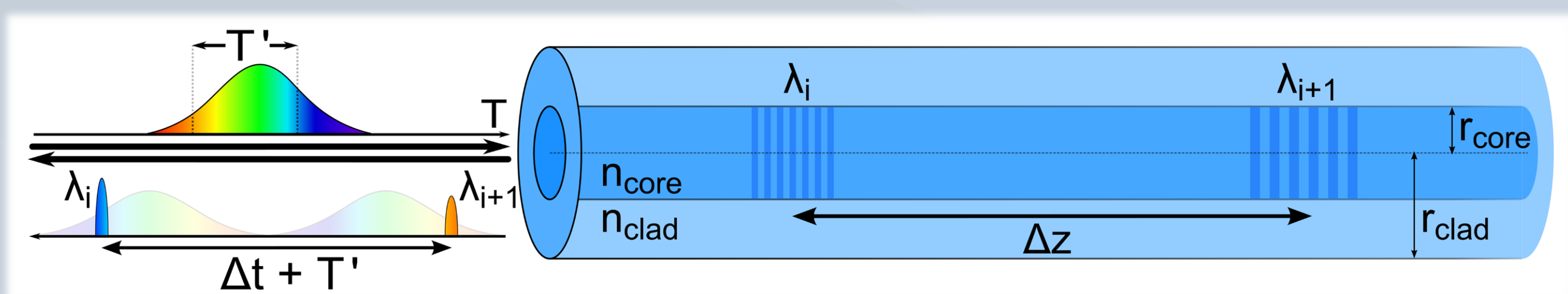


Einleitung

Optische Fasern bieten vielfältige Möglichkeiten zur Realisierung neuartiger Mess- und Charakterisierungsverfahren, die u.a. die Basis für eine Weiterentwicklung diverser Technologien in der Optik bilden. Bei der Erforschung **gepulster Lichtquellen** stehen besonders das **Emissionsspektrum** sowie der **zeitliche Pulsverlauf** im Vordergrund. Für **Lichtpulse im Nanosekundenbereich** mangelt es bisher an Möglichkeiten, Spektren einzelner Pulse zu untersuchen. Basierend auf der Idee eines **faserintegrierten Laufzeitspektrometers** realisiert mit **Faser-Bragg-Gitter (FBG) Arrays** wird eine einfache Methode vorgestellt, die eine **simultane Charakterisierung des Zeit- und Frequenzbereiches** für **einzelne Lichtpulse** erlaubt.

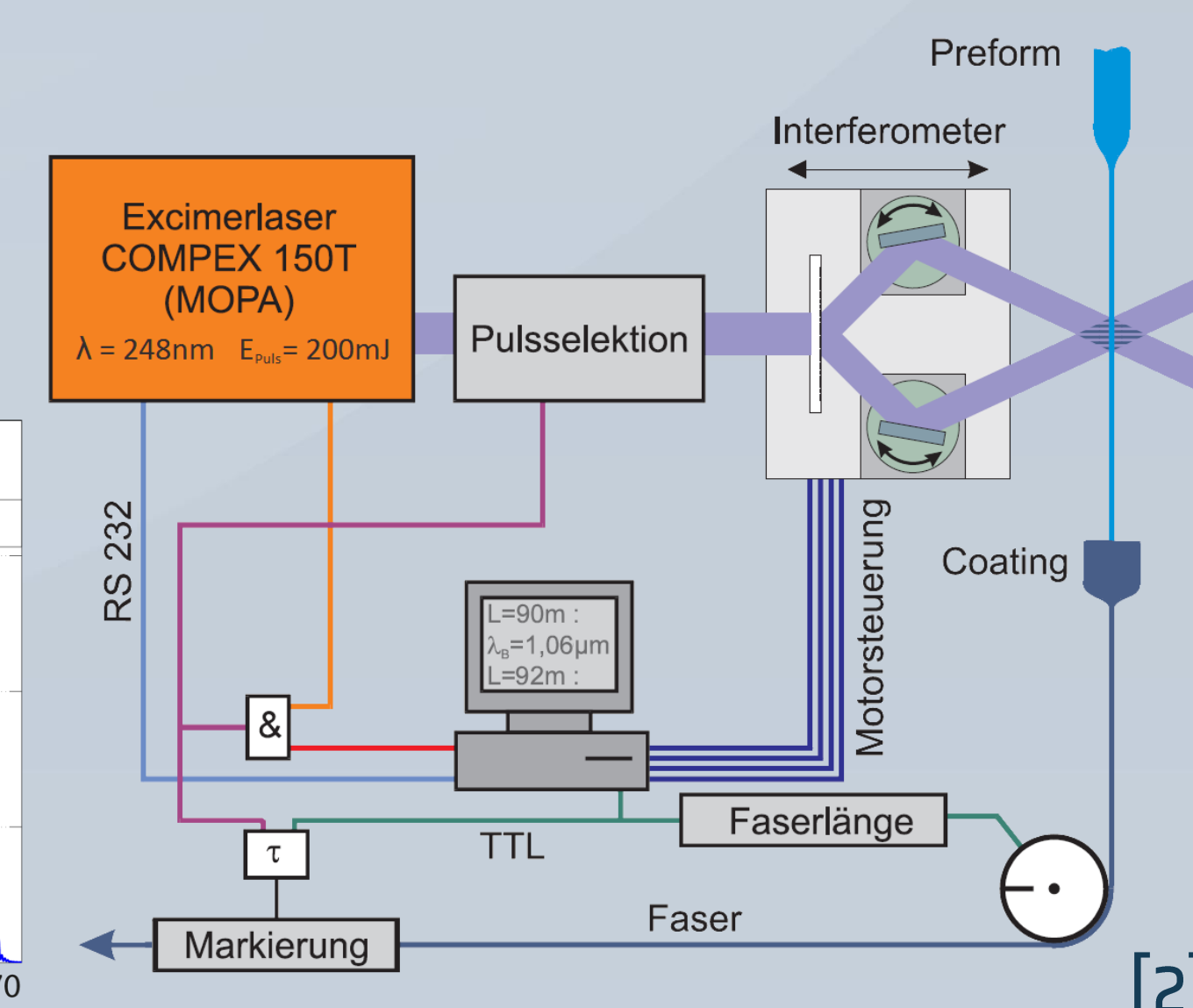
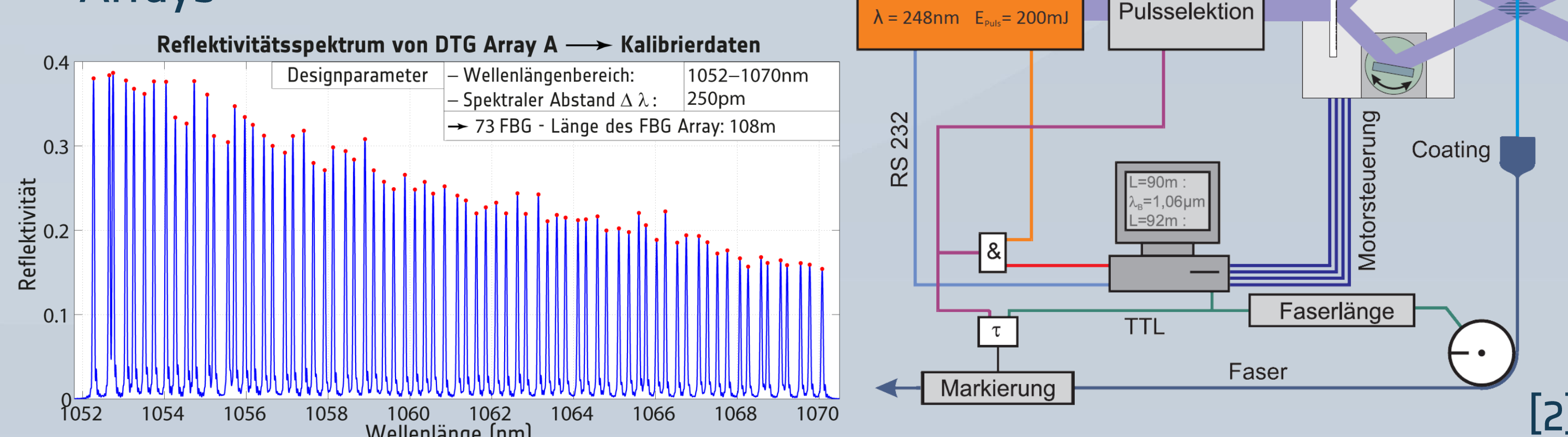
Prinzip

- Dekodierung der spektralen Charakteristik des Eingangspulses in ein zeitabhängiges Signal unter Verwendung eines stufengechirpten FBG Arrays (diskretes Sampling): $I(\lambda) \rightarrow I(t)$
- Weiterentwicklung: zusätzlicher Freiheitsgrad für eine zeitliche Analyse der spektralen Komponenten durch vergrößerte Gitterabstände im FBG Array



Ziehturmgritter (DTG)

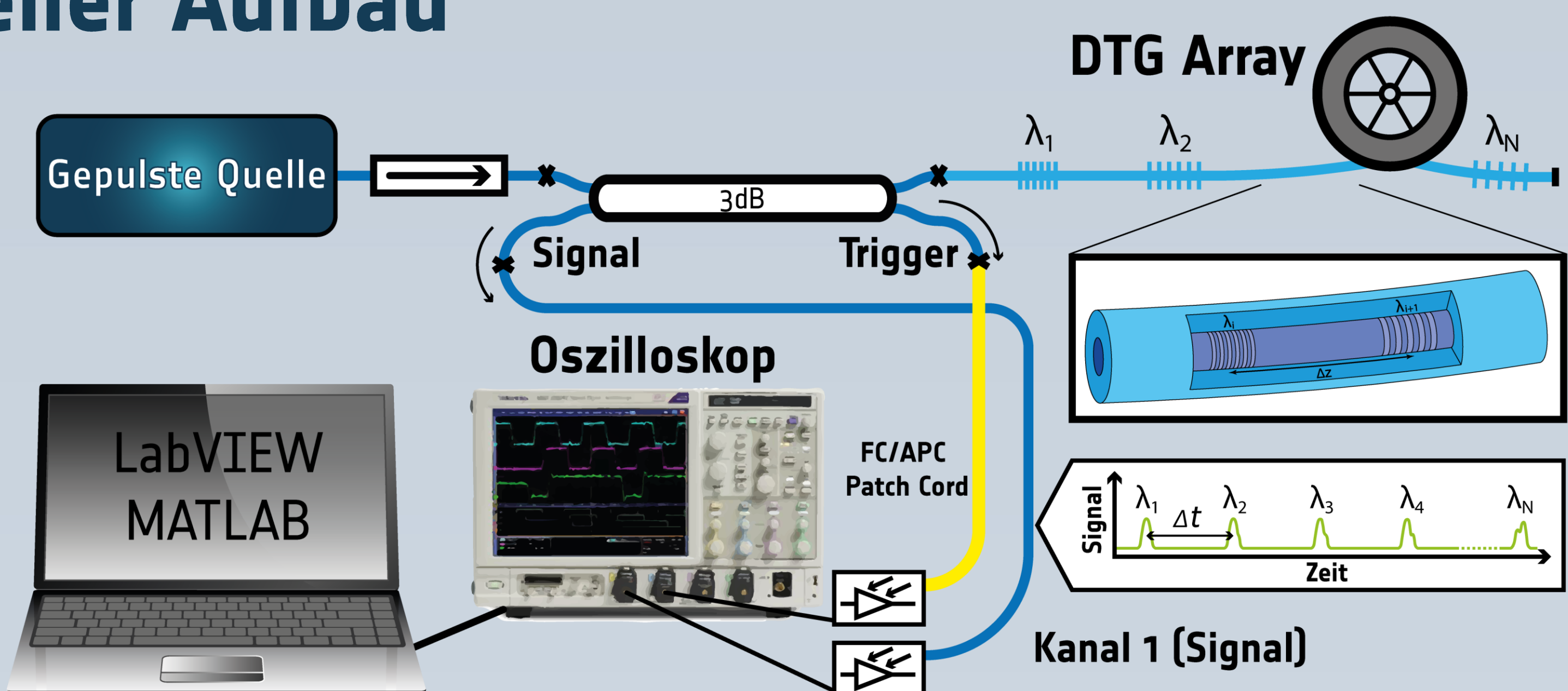
- DTG = FBG eingeschrieben während des Faserziehens
- Ideale Methode zur Herstellung langer stufengechirpter FBG Arrays



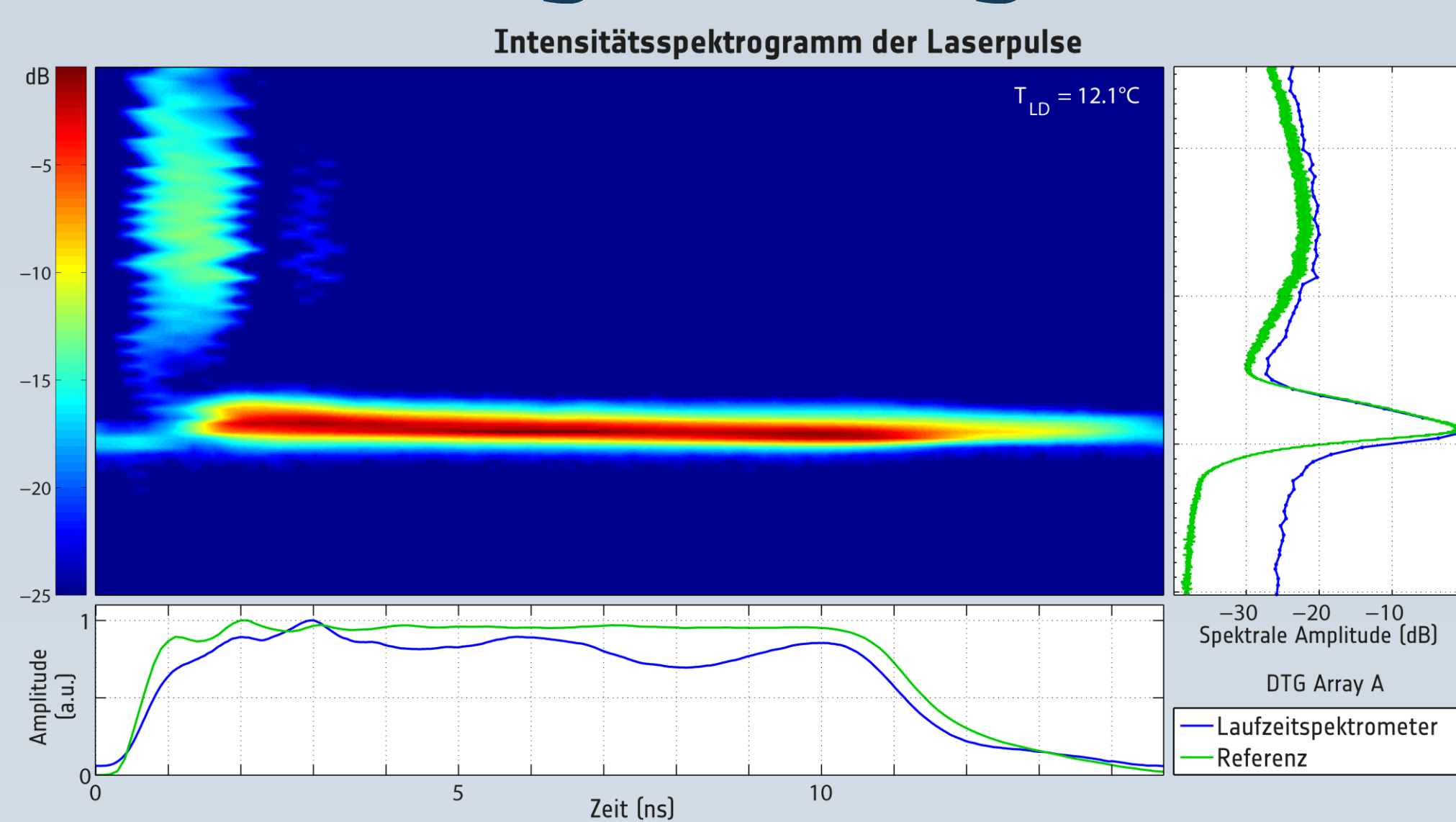
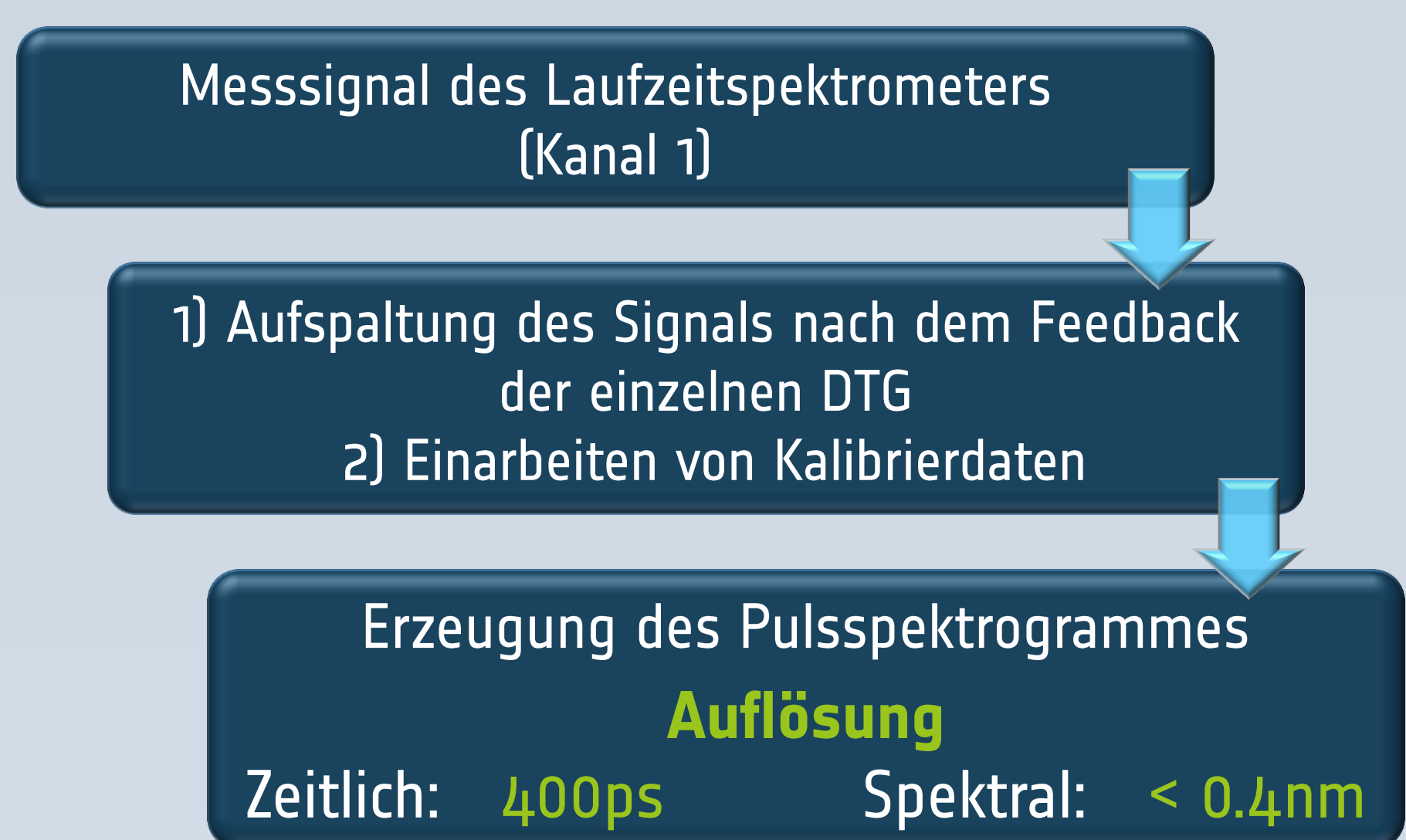
Experimenteller Aufbau

- **Gepulste Quelle:** Laserdiode von Lumics
 - Pulsdauer/Schussrate: 10ns/100kHz $\rightarrow P_{out} = 450\mu W$
 - Wellenlängenstabilisiert bei $\lambda = 1064\text{ nm}$
- **Oszilloskop:** Tektronix TDS7254 (2.5GHz, 20 GSamples/s)

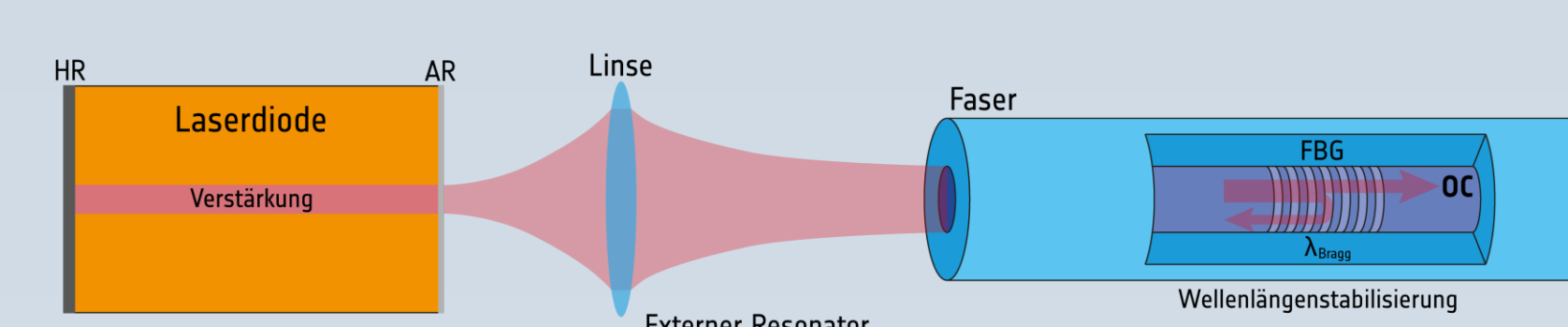
DTG Array Design Parameter	DTG Array A	DTG Array B
Wellenlängenbereich [nm]	1052 - 1070	1061 - 1067
FBG Anzahl N	73	61
Spektraler Gitterabstand [pm]	100	250
Räumlicher Gitterabstand Δz (Laufzeit Δt)	1.5m (15ns)	2m (20ns)



Auswertung und Ergebnisse

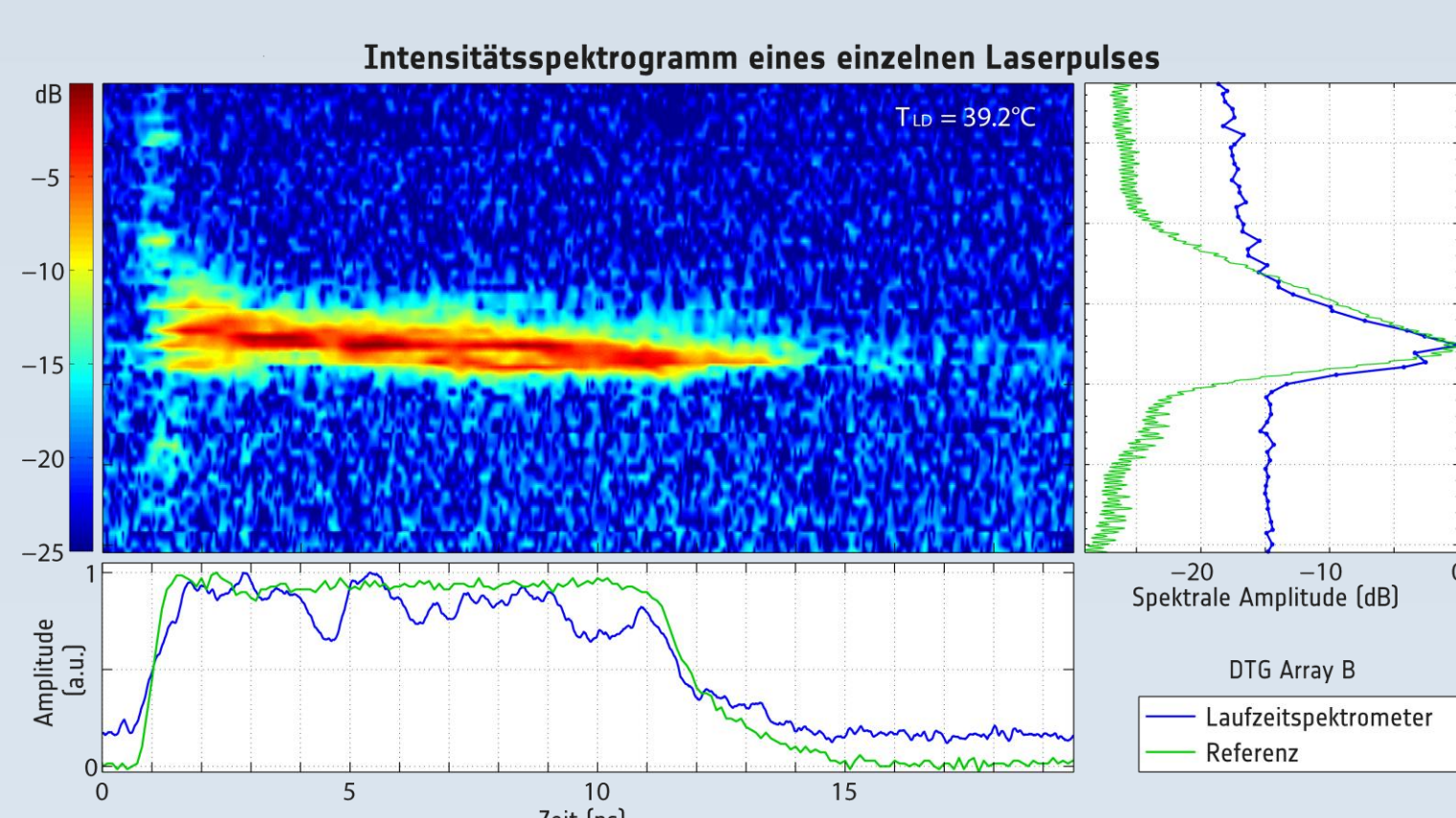


- **Pulsanfang:** spektral breite Emission \rightarrow Anschwingen des Lasers über den Chipresonator der Diode
- **Pulsrumpf:** schmalbandige Emission \rightarrow Wellenlängenstabilisierung über externen Resonator

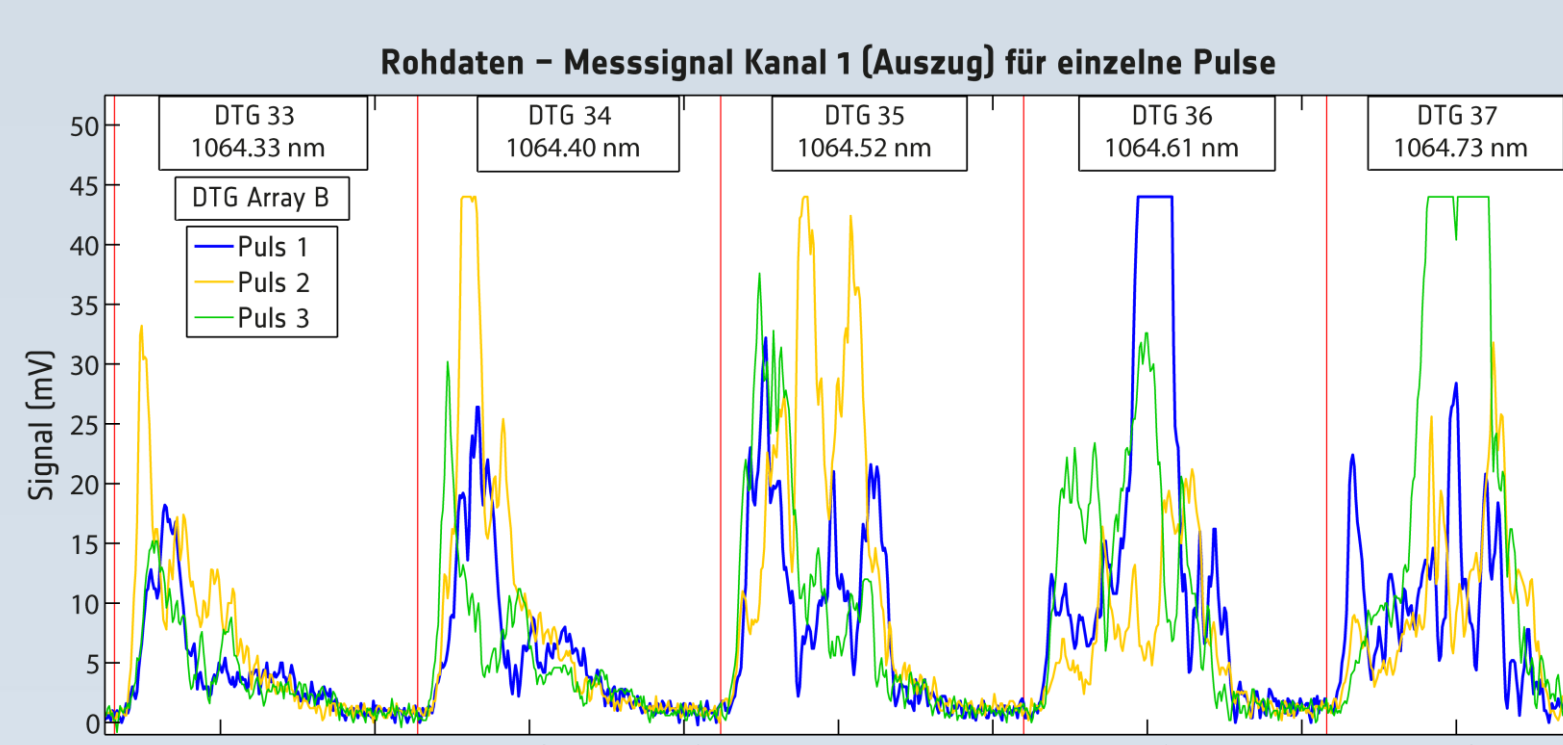


Anwendungsgebiete

- Eigenschaften des Laufzeitspektrometers
 - Einzelpulsanalyse simultan im Zeit- und Spektralraum
 - Flexibel einsetzbar durch austauschbares DTG Array
 - Faserintegriert \rightarrow robustes Setup & einfache Handhabung
- \rightarrow Besondere Eignung für die Charakterisierung gepulster Laserquellen

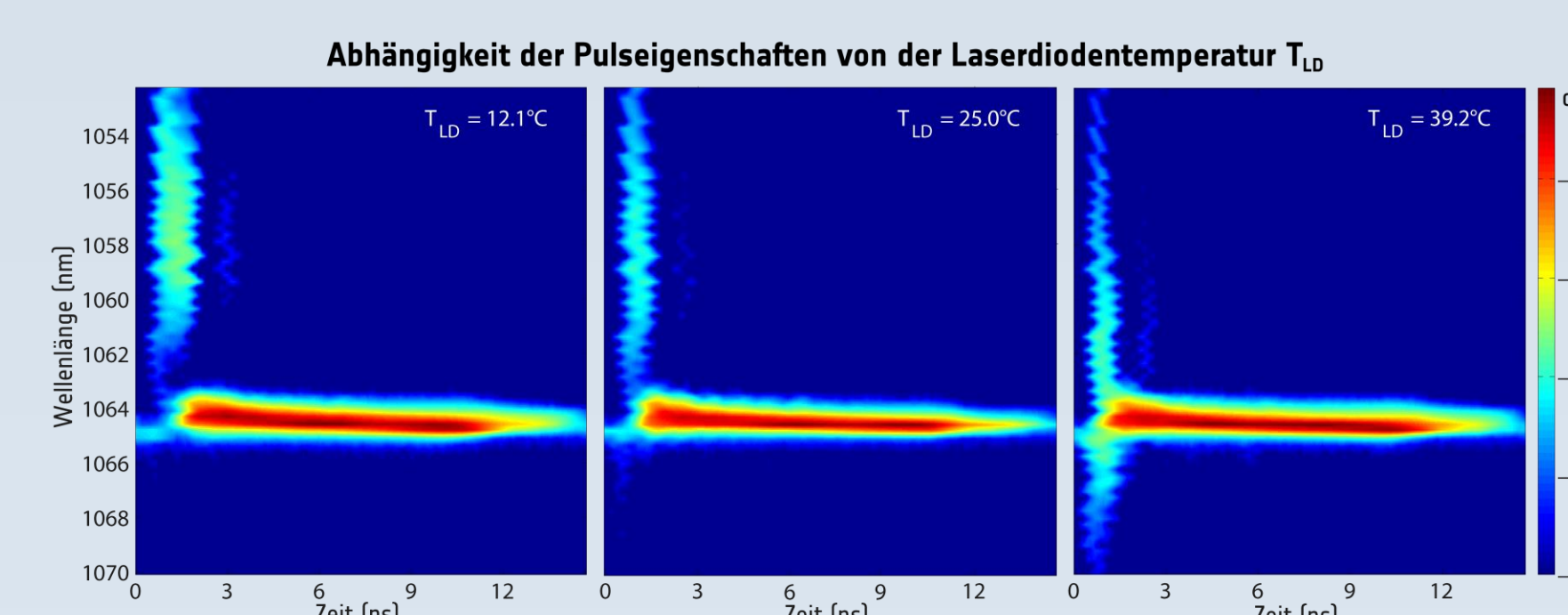


Gleichzeitige Charakterisierung einzelner Laserpulse im Zeit- und Frequenzraum (Einzelpulsspektren!)



Untersuchung von spektralen und zeitlichen Puls-zu-Puls Schwankungen

Einfluss verschiedener Laserparameter auf das Emissionsverhalten



Literatur

- [1] T. Tiess et al., Applied Optics 52(6), p. 1161-1167 (2013)
- [2] V. Hagemann, Dissertation, Friedrich-Schiller-Universität Jena (2000)