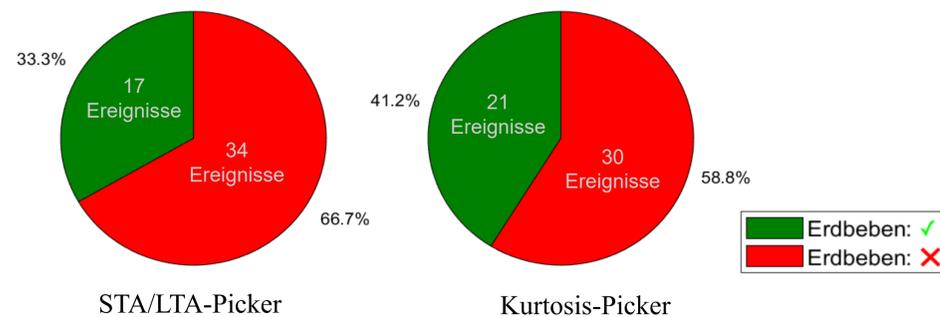


## Motivation

Für die automatische Detektion von Erdbebenphasen in seismologischen Daten haben sich STA/LTA-Picker bewährt (Allen, R.V., 1978). Wir wenden einen alternativen Ansatz an, der von Baillard et al. (2014) vorgestellt wurde und der die statistischen Eigenschaften des aufgezeichneten Signals nutzt. Der Beginn eines Signals wird mit Hilfe einer charakteristischen Funktion bestimmt, die auf dem zentralen Moment 4. Ordnung (Wölbung oder Kurtosis) basiert. Dieser Kurtosis-Picker wird mit einer Polarisationsanalyse kombiniert, um die getriggerten Ereignisse automatisch Einsätzen von P- und S-Wellen zuzuordnen. Die Ergebnisse beider Verfahren werden im Hinblick auf die Zuverlässigkeit der Detektion und die Zuordnung der Phasen sowie die Genauigkeit der automatisch ermittelten Einsatzzeiten untersucht. Als Vergleichsdatensatz dient die manuelle Auswertung der Tagesregistrierung vom 26.11.2019 an der Breitbandstation BRG des Deutschen Seismologischen Regionalnetzes.

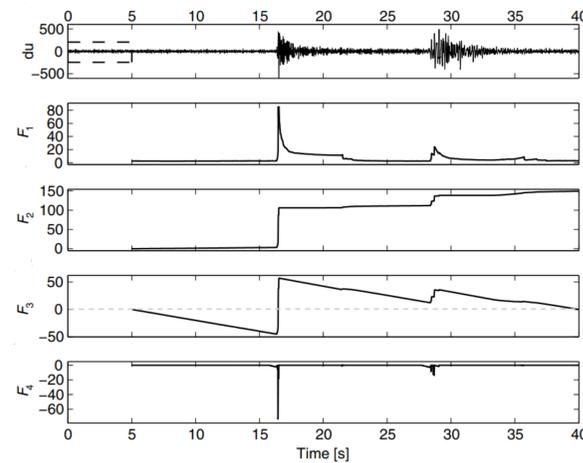
## Zuverlässigkeit der Detektion

Der Datensatz vom 26.11.2019 enthält sowohl teleseismische Ereignisse als auch nahe Erdbeben (Herdgebiet in der Grenzregion Westböhmen / Vogtland) sowie induzierte Beben im Zusammenhang mit dem Kupferschieferbergbau bei Lubin (PL) und dem Kohlebergbau in Oberschlesien (PL) / Mährisch Schlesien (CZ). Sprengungen wurden für die Bewertung der Zuverlässigkeit nicht berücksichtigt. Es zeigt sich, dass der Kurtosis-Picker besser als der STA/LTA-Picker in der Lage ist, schwache oder überlagerte Signale zu detektieren.



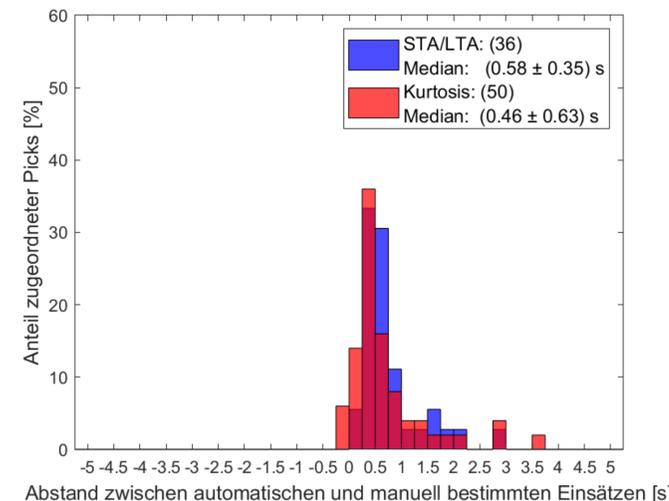
## Kurtosis-Picker

Zur Detektion der Ereignisse wird die Kurtosis in einem gleitenden Zeitfenster über das registrierte Signal ( $du$ ) bestimmt. Die Kurtosis ( $F_1$ ) nimmt zu, sobald das Zeitfenster den Beginn einer Erdbebenphase beinhaltet. Für eine möglichst genaue Bestimmung der Einsatzzeit wird die Ausgangsfunktion in mehreren Schritten transformiert ( $F_2, F_3, F_4$ ). Die lokalen Minima der charakteristischen Funktion ( $F_4$ ) markieren die Einsätze möglicher Ereignisse.



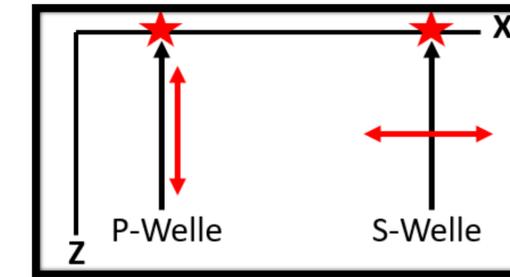
## Genauigkeit der Einsatzzeit

Sowohl der STA/LTA- als auch der Kurtosis-Picker detektieren die Ereignisse später als die manuell bestimmte Einsatzzeit. Trotzdem bestimmt der Kurtosis-Picker die Einsatzzeiten mit einer höheren Genauigkeit als der STA/LTA-Picker. Für wenige Ereignisse liefert der Kurtosis-Picker große Abweichungen von der tatsächlichen Einsatzzeit. Dabei handelt es sich um Ereignisse mit geringer Amplitude, die der STA/LTA-Picker nicht detektiert.



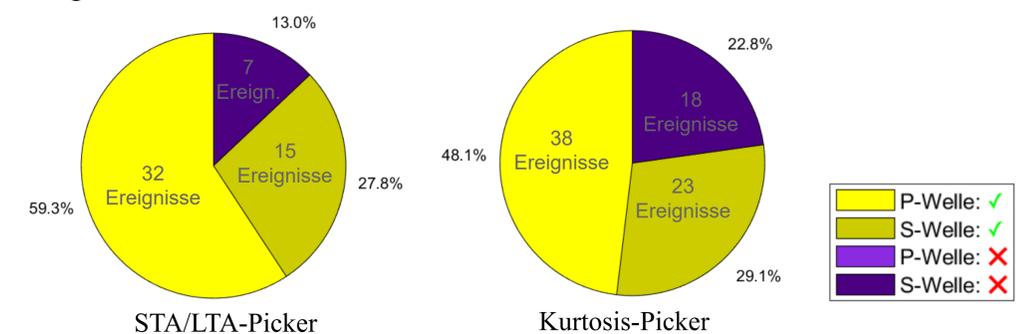
## Polarisationsanalyse

Der Polarisationsanalyse liegt ein Optimierungsproblem zugrunde, das aus der Dreikomponentenaufzeichnung der Verschiebung für ein gegebenes Zeitfenster die Richtung einer linear polarisierten Welle ermittelt, die das Verschiebungssignal am besten erklärt. Der Eigenvektor zum größten Eigenwert der Kovarianzmatrix für die drei Komponenten im Zeitfenster gibt die Polarisationsrichtung an. Da insbesondere Phasen von teleseismischen Ereignissen am Beobachtungsort steil auftauchen, wird ein Winkel der Polarisationsrichtung gegenüber der Vertikalen zwischen  $0^\circ$  und  $45^\circ$  als P-Welle und zwischen  $45^\circ$  und  $90^\circ$  als S-Welle gedeutet.



## Zuverlässigkeit der Phasenzuordnung

Sowohl der STA/LTA-Picker als auch der Kurtosis-Picker erkennen vor allem Einsätze von P-Wellen mit großer Sicherheit korrekt. Dabei handelt es sich sowohl um teleseismische als auch um lokale Ereignisse. Die Zuordnung von S-Wellen erfolgt dagegen nicht immer korrekt. Bei den S-Wellen handelt es sich überwiegend um nahe Ereignisse (Sprengungen, tektonische und bergbauinduzierte Erdbeben), für die die Annahme eines steilen Auftauchens der S-Wellen nicht immer erfüllt ist. Die Auswertung zeigt, dass der Kurtosis-Picker deutlich mehr S-Wellen detektiert.



## Referenzen

- Allen, R.V. (1978). Automatic earthquake recognition and timing from single traces. *Bulletin of the Seismological Society of America* 68, S. 1521–1532.
- Baillard, C. et al. (2014). An Automatic Kurtosis-Based P- and S-Phase Picker Designed for Local Seismic Networks. *Bulletin of the Seismological Society of America* 104. DOI: 10.1785/0120120347.
- Greenhalgh, S. et al. (2018). Chapter Two - Single-station polarization analysis applied to seismic wavefields: A tutorial. *Advances in Geophysics*. Bd. 59. Kap. 2, S. 123–170.
- Kühne, N. (2020). Implementierung und Bewertung einer auf statistischen Momenten basierenden Methode zur automatischen Bestimmung der Einsatzzeiten von P- und S-Phasen. Unveröffentlichte Masterarbeit, TU Bergakademie Freiberg.