

PLAUSIBLE METRUMSANNOTATION FÜR MONOPHONE RHYTHMEN

Klaus Frieler

Hochschule für Musik „Franz Liszt“ Weimar



Überblick

- **Ziel:** Eine Folge von Einsatzzeitpunkten (Onsets) mit einer vollständigen **metrischen Annotation** zu versehen, die sinnvollen Notensatz und weitere Analysen erlaubt.
- **Anwendung:** Z. B. einstimmige Melodien, deren Tonhöhen und Onsets mit Tony [3] extrahiert wurden, metrisch zu annotieren.
- **Methode:** Kombination aus **Beatometer** [1] und **FlexQ** [2].
- **Weitere Anwendung:** Vergleich intrinsischer Metren zu metrischem Kontext.

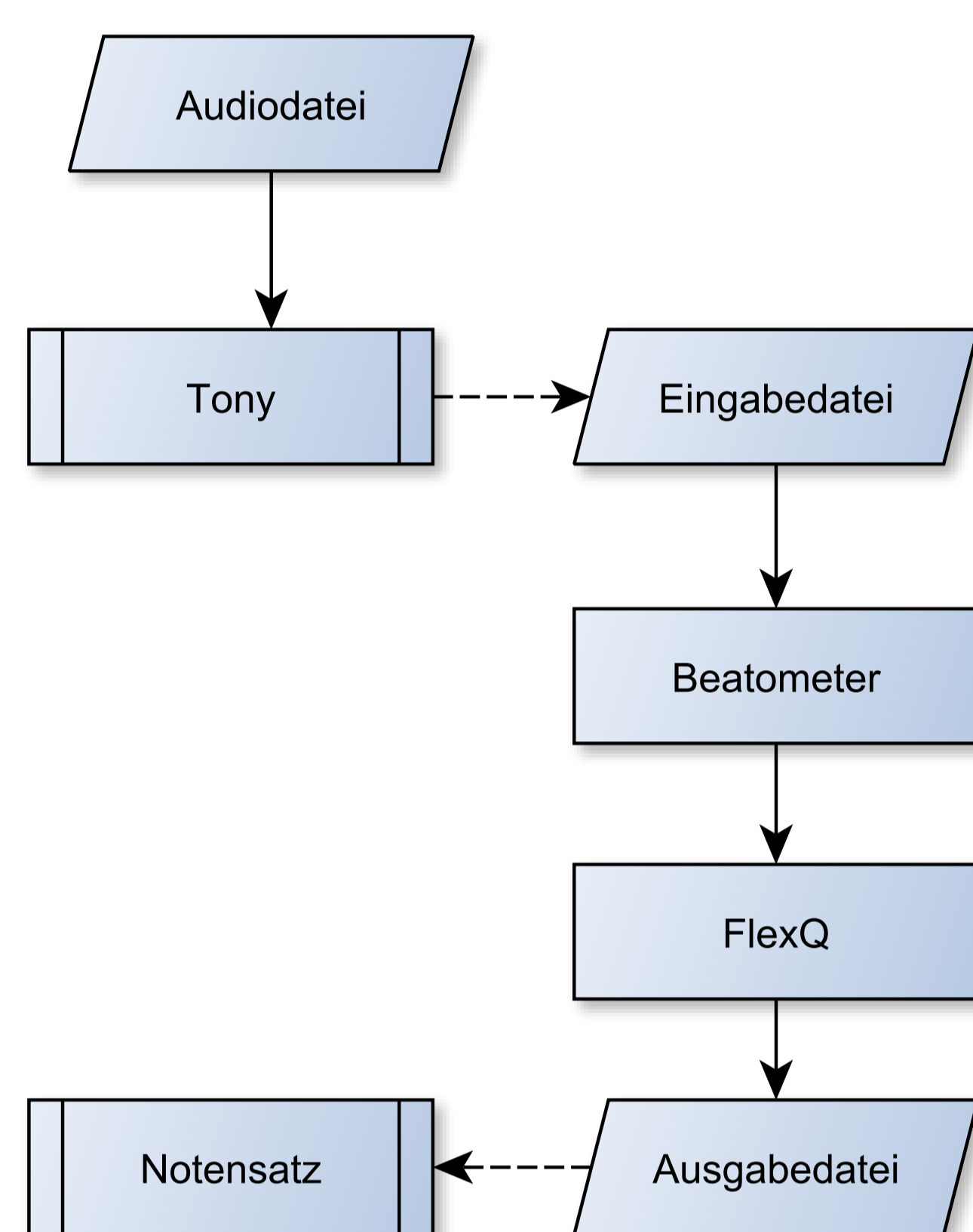


FIGURE 1: Überblick über die Verarbeitungskette.

Der Beatometer-Algorithmus

- Ein Rhythmus wird mit **Zeitfenstern** überdeckt (z. B. in der Länge der subjektive Präsenzzeit), um auch Tempo und Taktwechsel zu finden.
- Für jedes Fenster wird mit dem Gaussbeat-Algorithmus **Beatzeit (Tempo)**, **Metrum** und **Phasenlage** bestimmt.
- Die einzelnen Beattracks werden zu einem Gesamt-Beattrack nach bestimmten Regeln **fusioniert**.
- Jeder Schritt ist vollständig **parametrisierbar**, sinnvolle Voreinstellungen, großer Parameterraum.

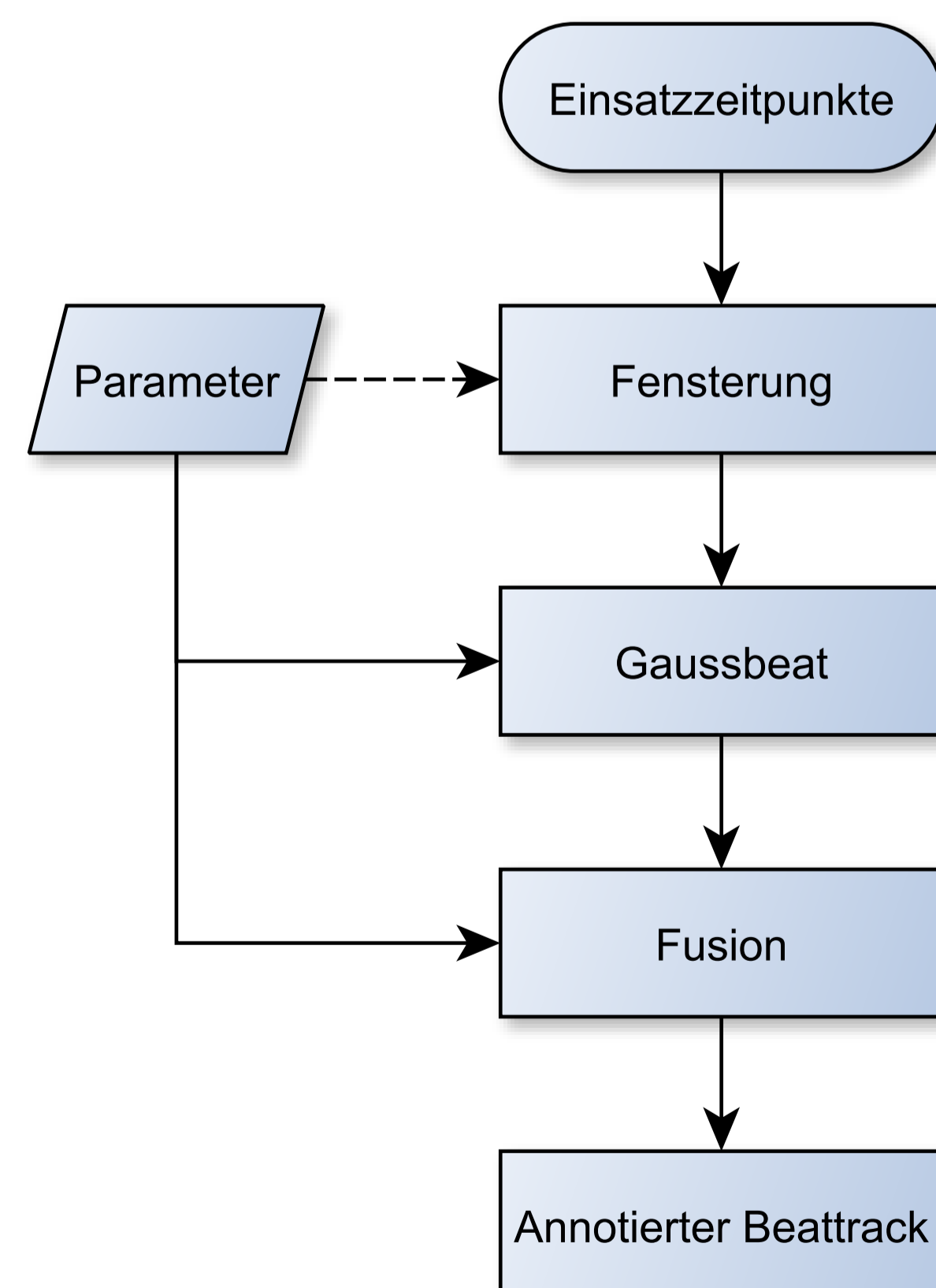


FIGURE 2: Der Beatometer-Algorithmus.

Der Gaussbeat-Algorithmus

- Onsets werden mit **Gaußfunktionen gefaltet** → Gaußifizierung.
- Gewichtet mit perzeptuellen **Akzentregeln** (vgl. [4]).
- Beatzeit und Metrumperiode werden durch Maxima der **Autokorrelationsfunktion** ermittelt.
- Autokorrelationsfunktion gewichtet mit **Temporäferenzkurve** für Beatzeit (s. [1]).
- Metrumskandidaten werden mit **A-priori-Metrums-Wahrscheinlichkeiten** gewichtet.
- Phasenlage bestimmt durch Maxima der **Kreuzkorrelationen** mit gaußifizierten Beattracks.

Definition 1 (Gaussifizierung) Sei $\mathcal{R} = \{t_i\}_{1 \leq i \leq N}$ eine Menge von Onsets (ei **Rhythmus**) und $\{\psi_i\}_{1 \leq i \leq N}$ ein Satz (reeller) Koeffizienten. Dann ist die Funktion

$$G_{\mathcal{R}}(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} \sum_{i=1}^N \psi_i e^{-\frac{(t-t_i)^2}{2\sigma^2}} \quad (1)$$

eine **Gaußifikation** von \mathcal{R} .

Die Autokorrelationsfunktion $A_G(\tau)$ einer Gaußifikation G ist dann gegeben durch:

$$A_G(\tau) := \frac{1}{2\sigma\sqrt{\pi}} \sum_{i,j=1}^N \psi_i \psi_j e^{-\frac{(\Delta t_{ij}^2 - \tau)^2}{4\sigma^2}}$$

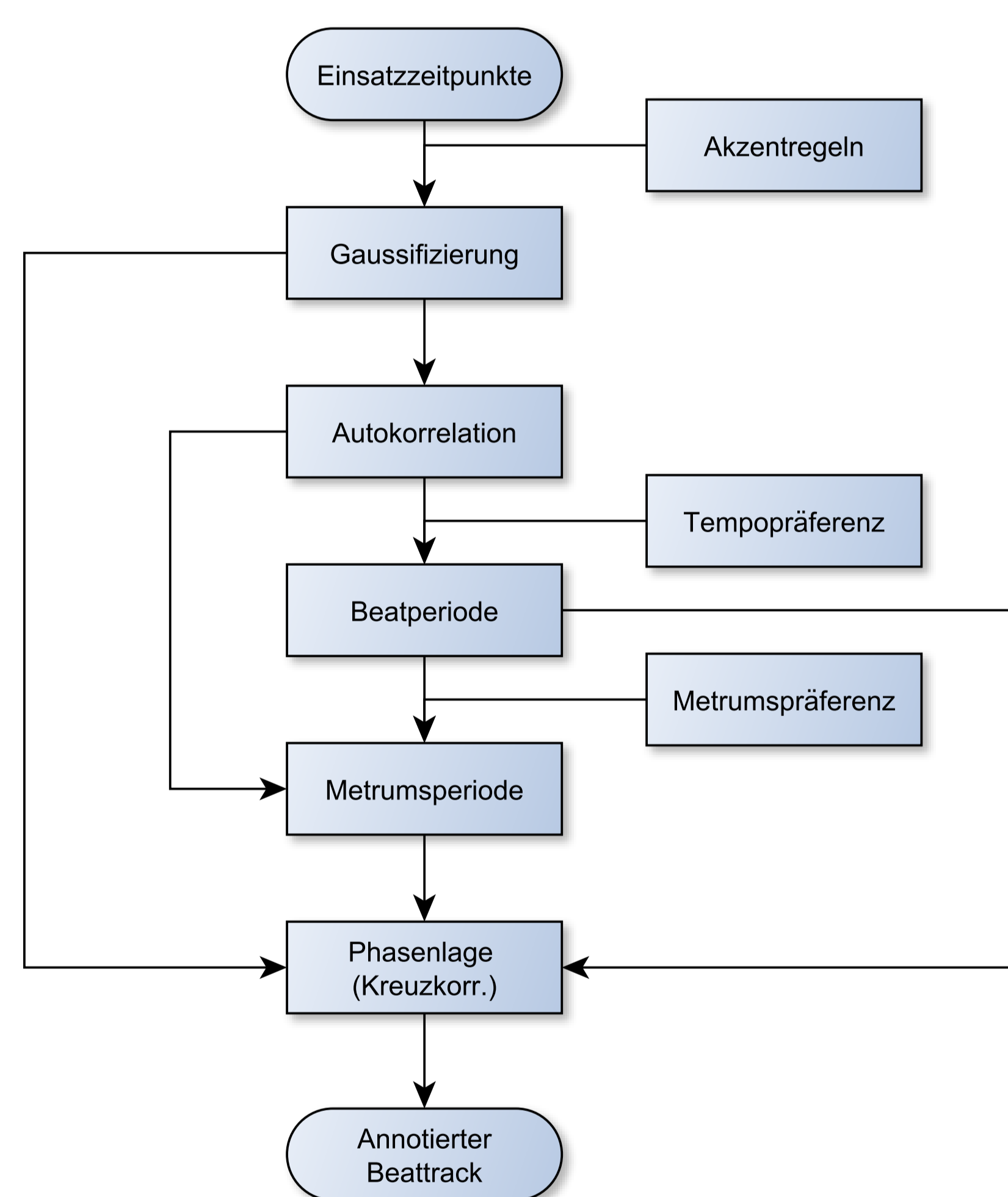


FIGURE 3: Der Gaussbeat-Algorithmus.

Flexible Quantisierung

- Zu jedem Interbeat-Interval, das Onsets enthält, wird ein **optimales Tatum-Gitter** ermittelt.
- Zu jeder sinnvollen Gitterteilung wird eine lineare **Kostenfunktion** berechnet und das Gitter mit den **minimalen Kosten** ausgewählt.
- Regeln:
 - Bevorzuge Gitter mit **kleiner Teilungszahl**.
 - Bevorzuge Gitter mit **geradzahligem oder Drei-Teilung**.
 - Bevorzuge Gitter mit **geringen Abständen** der Onsets von den Gitterpunkten.
 - Bevorzuge Gitter mit **gleichmäßigen Abständen** der Onsets von den Gitterpunkten.
- Ordne jedem Onset eine Koordinate auf dem lokal-optimalen Gitter zu.

Ein (extremes) Beispiel

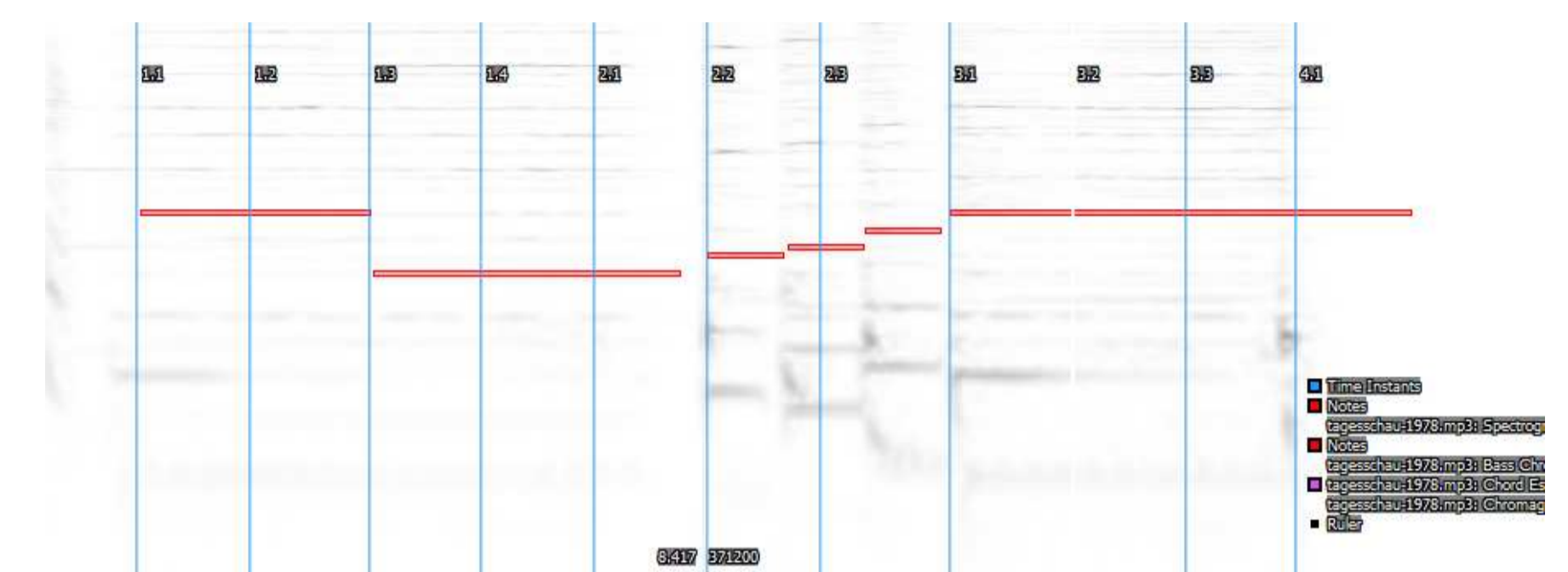


FIGURE 4: Tagesschaufanfare 1978 (Carste). Manuelle Annotation mit Beats und Noten im Sonic Visualiser.

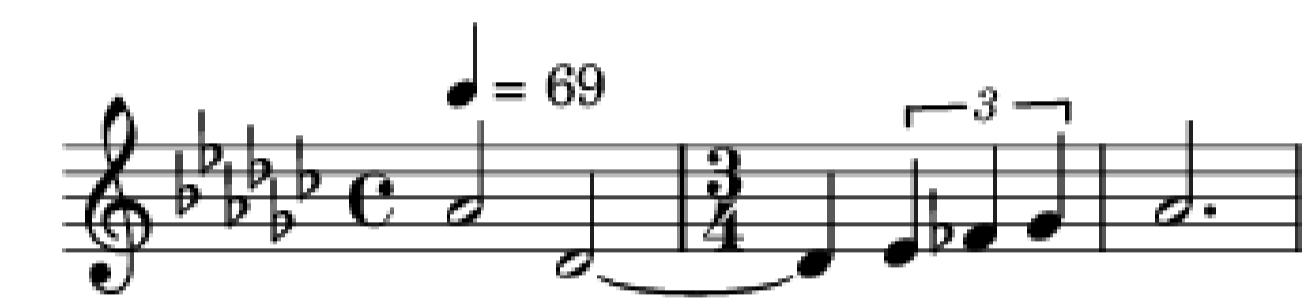


FIGURE 5: Tagesschaufanfare 1978. Transkription (KF).

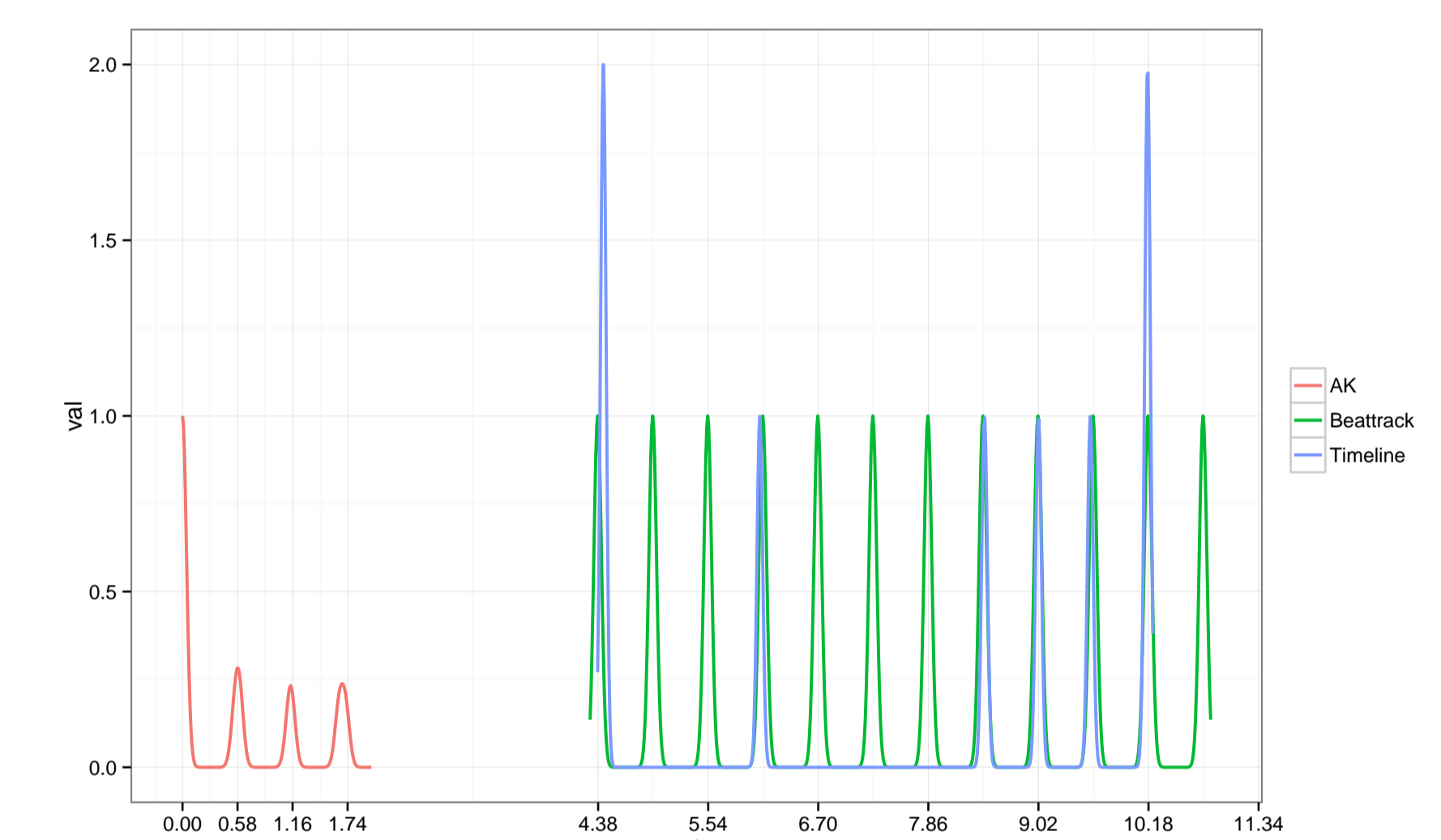


FIGURE 6: Tagesschaufanfare 1978. Gaußifikation (blau), extrahierter Beattrack (grün) und Autokorrelation (rot).



FIGURE 7: Tagesschaufanfare 1978. Transkription (Beatometer-FlexQ).

Diskussion

- Plausible Annotation bei allen Tests mit Onsetfolgen gefunden.
- Systematische Evaluation steht noch aus.
- FlexQ liefert sehr gute Ergebnisse bei Jazzsolitranskriptionen (vgl. [2]).

Danksagung

Das Verfahren wurde im Rahmen des DFG-Projekts „Melodisch-rhythmische Gestaltung von Jazzimprovisationen. Rechnerbasierte Musikanalyse einstimmiger Jazzsoli“ (DFG-PF 669/7-1) entwickelt.

Literatur

- [1] Frieler, K. (2004). Beat and meter extraction using gaussified onsets, *IS-MIR Proceedings Barcelona 2004*
- [2] Frieler, K. (2014). Elastische Quantisierung mit FlexQ. Ein neuer Algorithmus zur metrischen Annotation. Vortrag auf dem Treffen der Fachgruppe Systematische Musikwissenschaft der Gesellschaft für Musikforschung (GM), Kassel 2014.
- [3] Mauch, M. & Dixon, S. (2014). pYIN: A Fundamental Frequency Estimator Using Probabilistic Threshold Distributions. In: *Proceedings of the IEEE International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing (ICASSP 2014)*.
- [4] Müllensiefen, D., Pfeleiderer, M. & Frieler, Klaus (2009). The Perception of Accents in Pop Music Melodies. *Journal of New Music Research*, 38(1), 19-44.