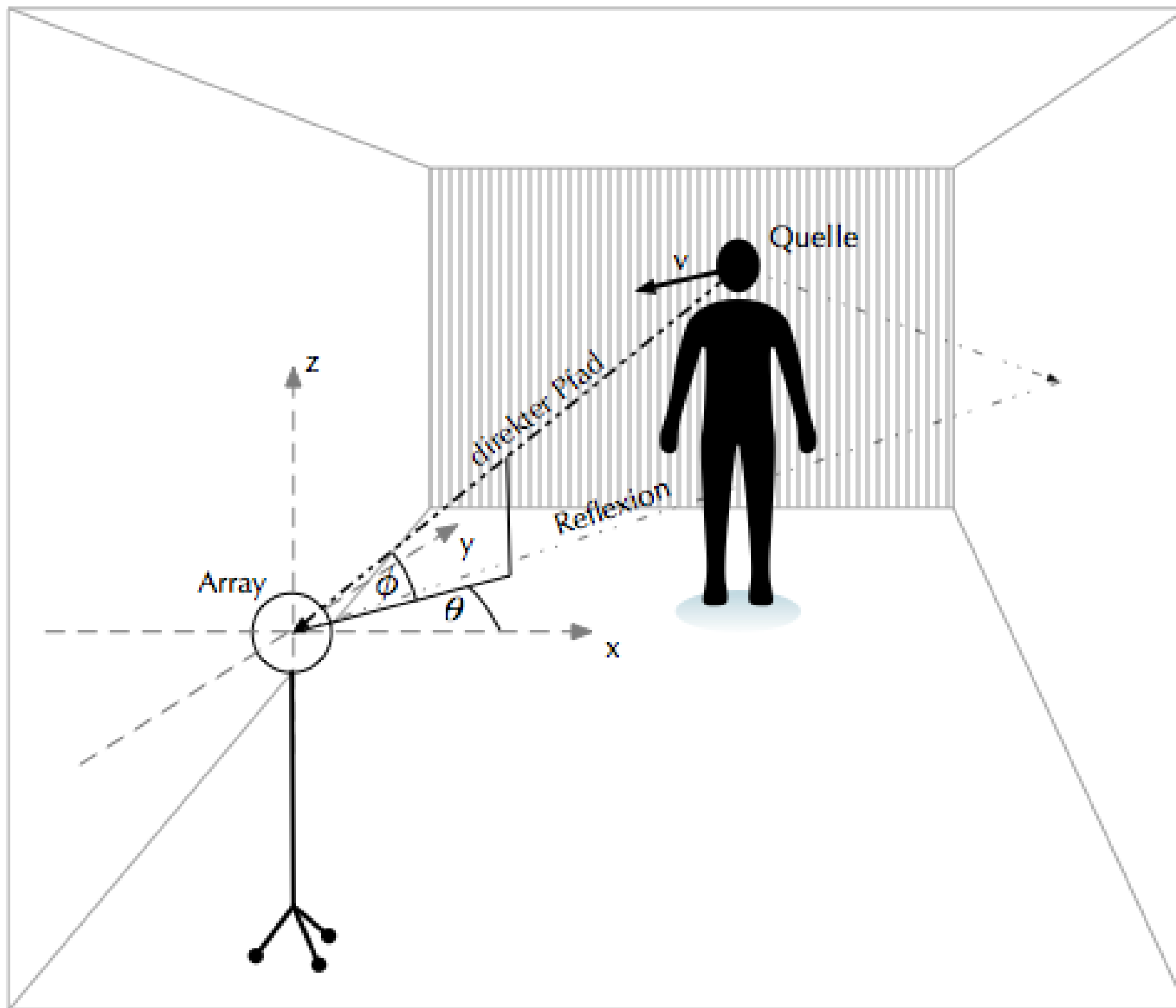
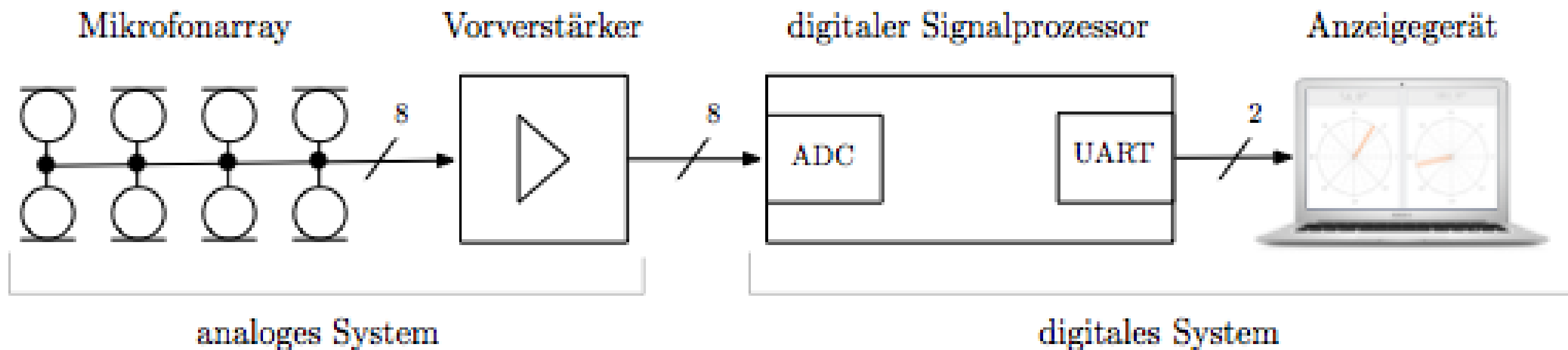


Acoustic localisation of a speaker source in a reverberant environment

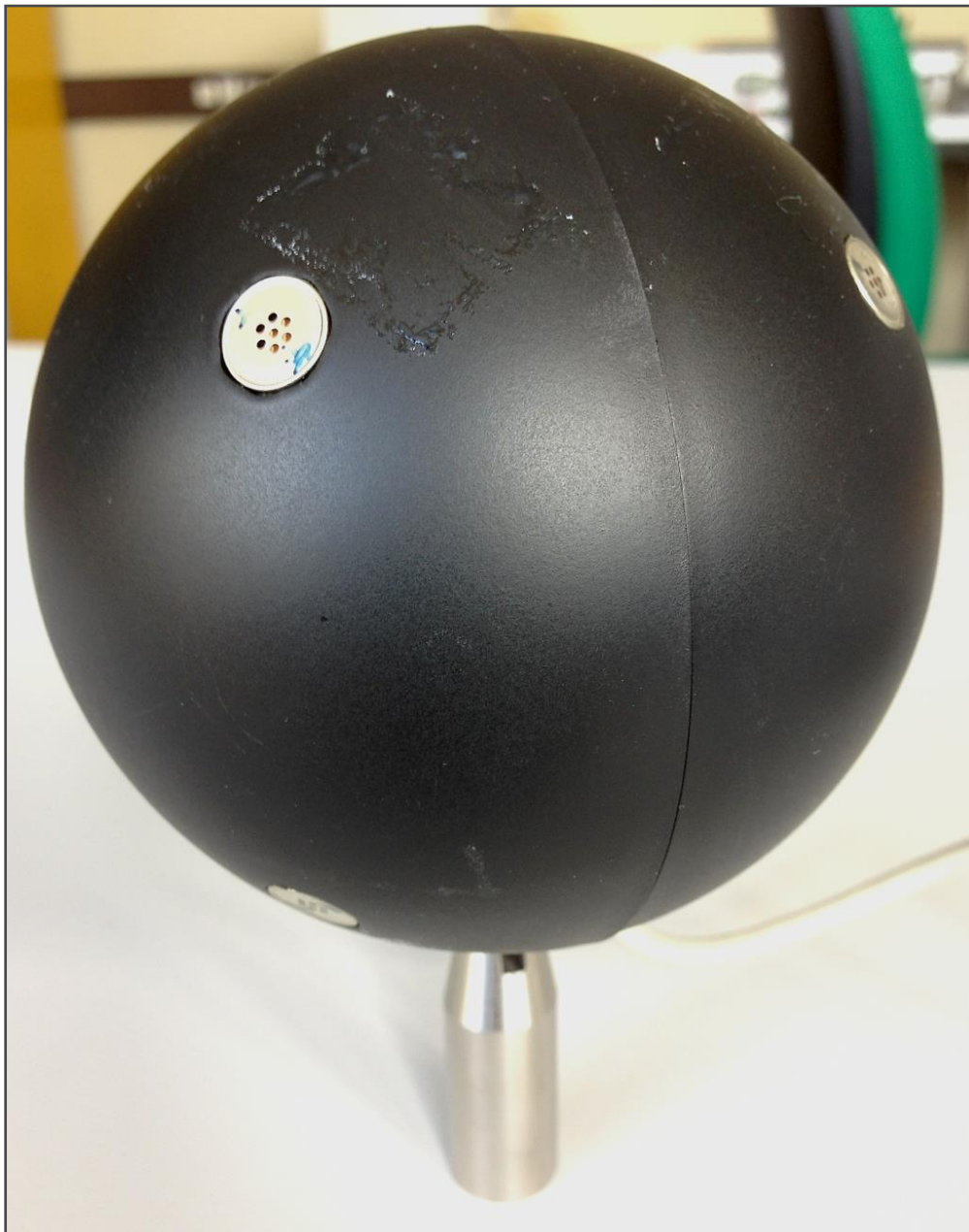
Mathias Buder

1. Einführung
2. Mikrofonarray
3. Schätzverfahren
4. Suchverfahren
5. Untersuchung des Mikrofonarrays
6. Alternative Arraygeometrie
7. Algorithmus
8. Anzeigegerät (GUI)

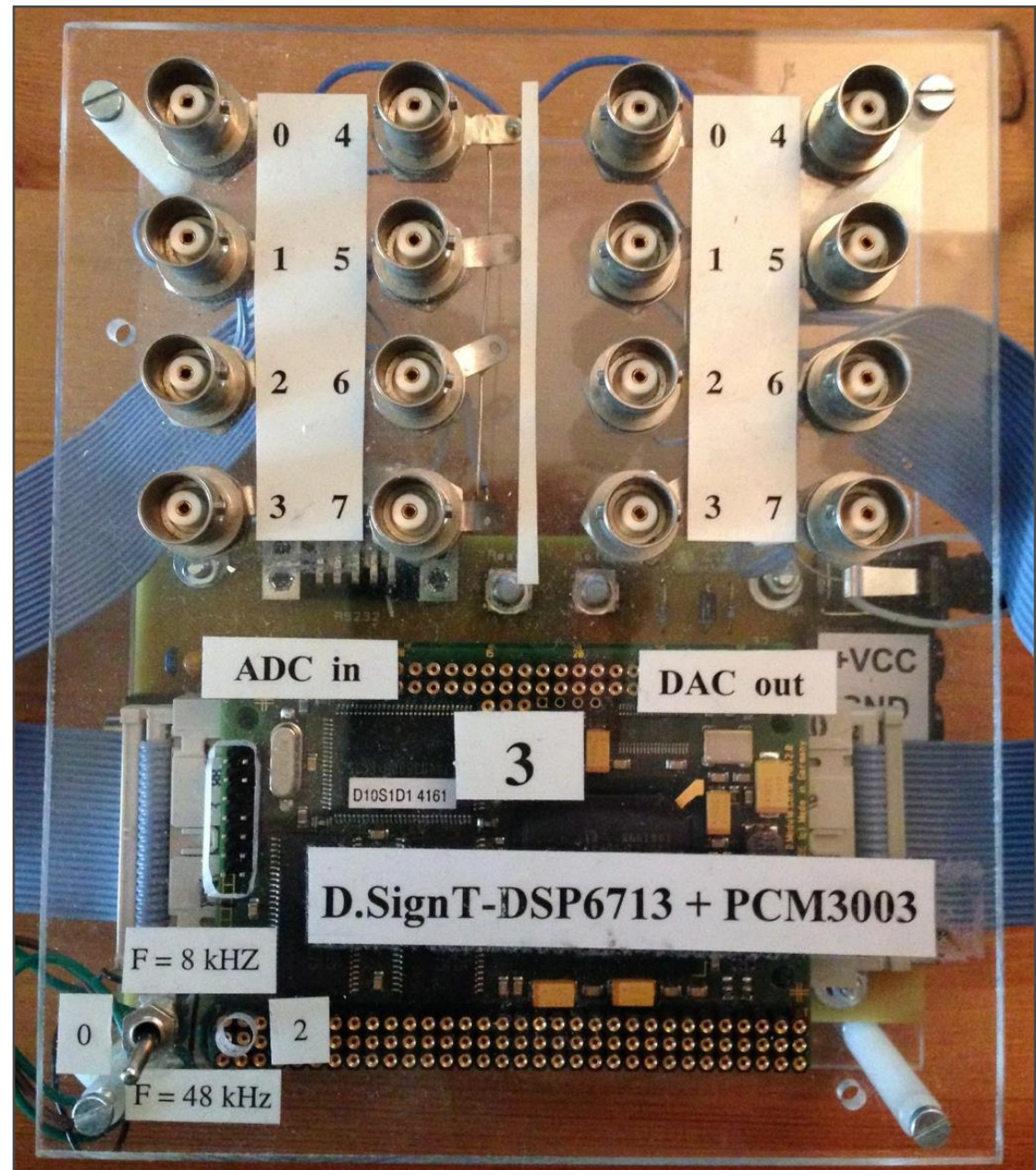




kugelförmiges
Mikrofonarray

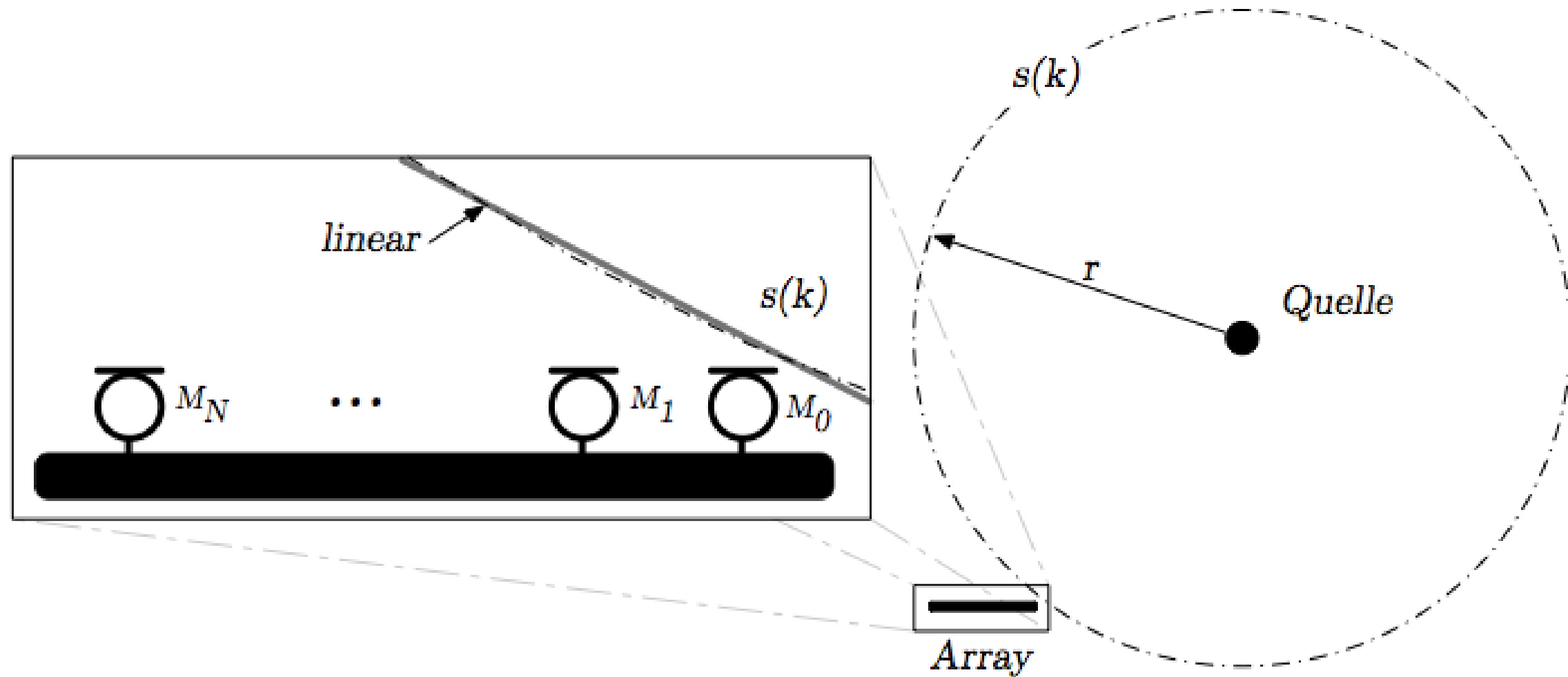


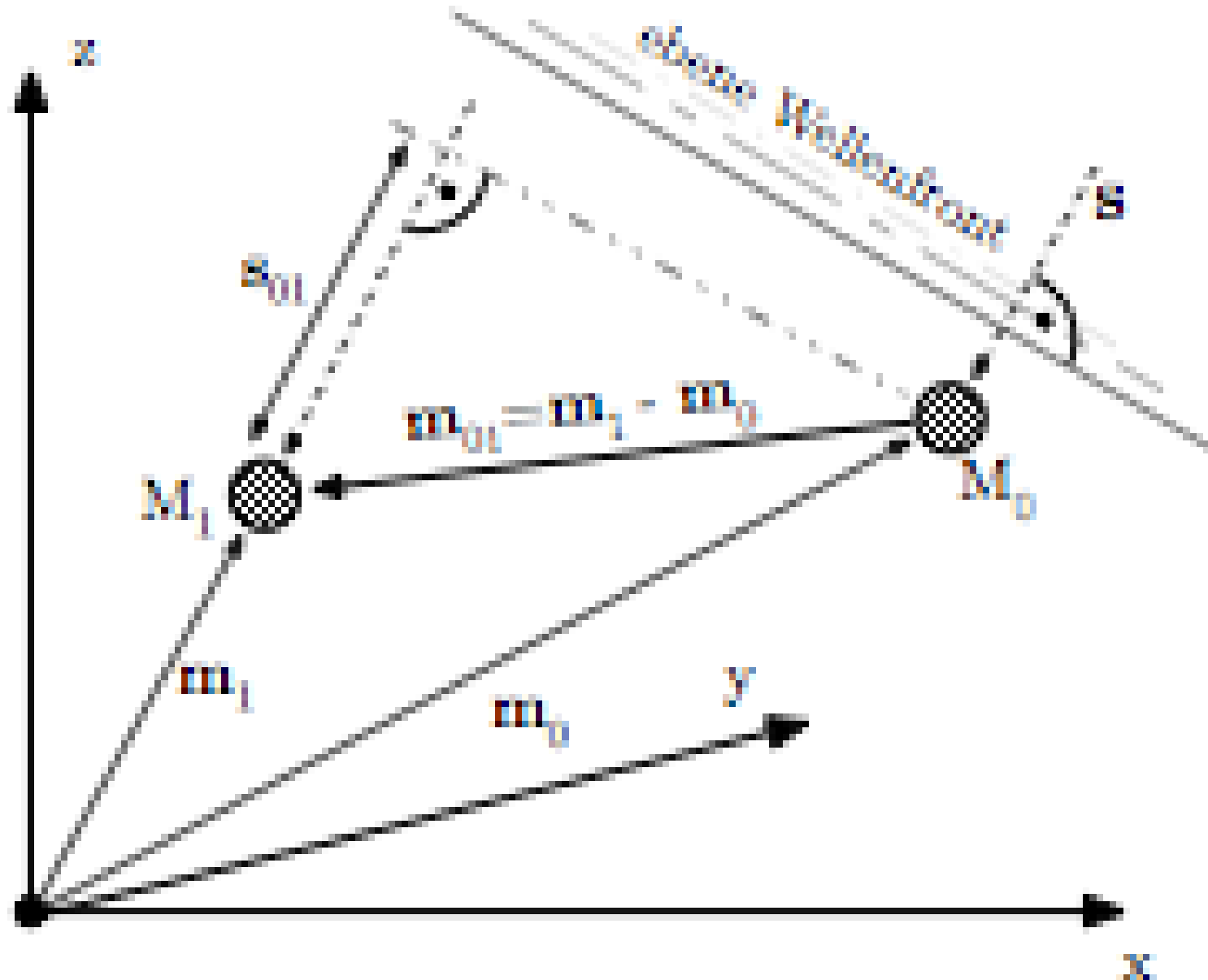
digitaler
Signalprozessor



Parameter	Wert
Winkelauflösung	7,1°
Winkelbereich für φ	-90° bis 90°
Winkelbereich für θ	0° bis 359°
Richtungen	1326
Datenblocklänge	512
Abtastfrequenz	48kHz
Rechenzeit	10,7 ms

Echtzeit!





$$\mathbf{s}_{3 \times 1} = \begin{bmatrix} s_x \\ s_y \\ s_z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos(\phi) \cos(\theta) \\ \cos(\phi) \sin(\theta) \\ \sin(\phi) \end{bmatrix}$$

$$s_{01} = \mathbf{m}_{01}^T \mathbf{s}$$

$$\tau_{01} = [\mathbf{m}_{01}^T \mathbf{s}] \cdot c^{-1}$$

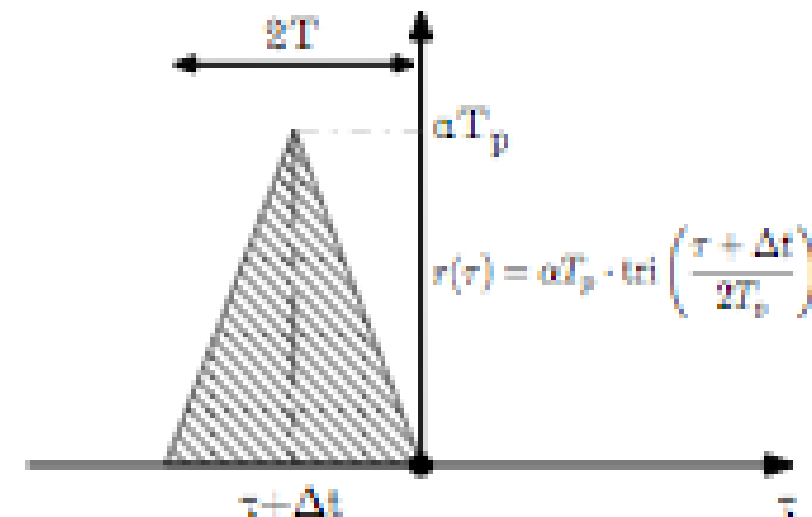
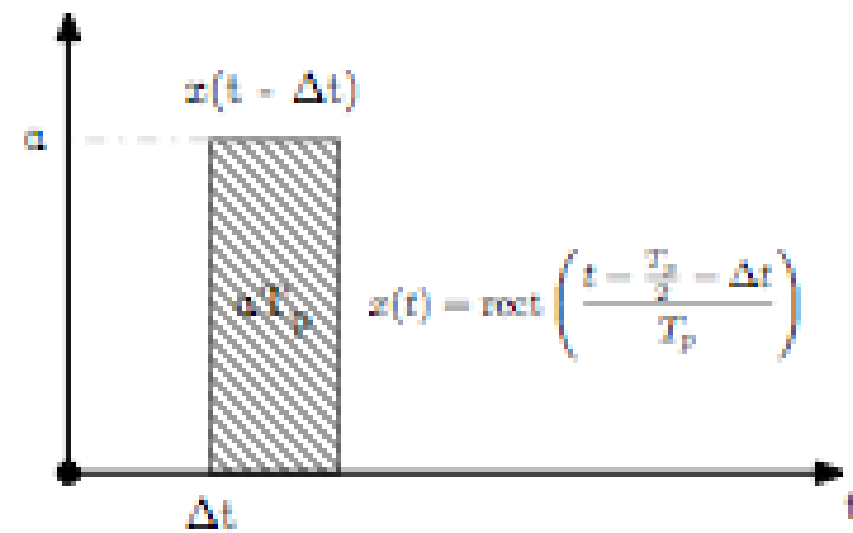
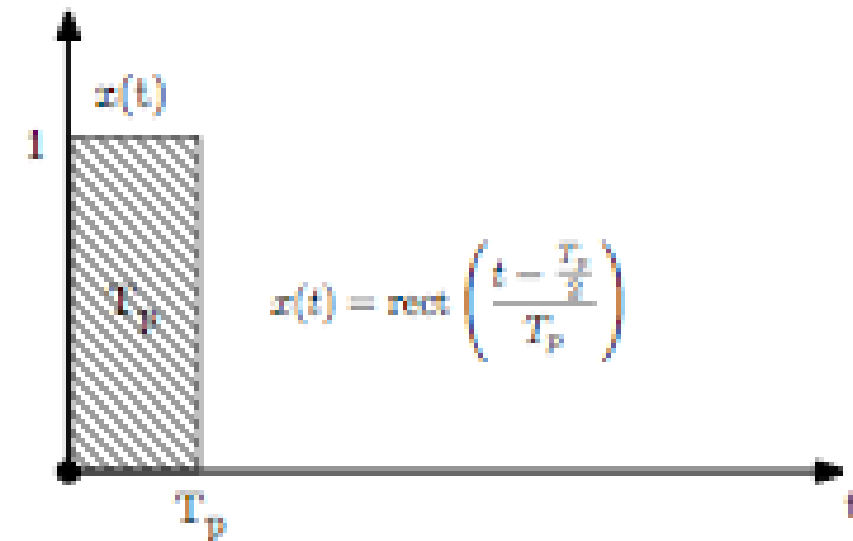
$$\begin{aligned} \tau(\phi, \theta)_{N \times 1} &= \left[\left(\mathbf{A}^T \right)_{N \times 3} \cdot \mathbf{s}(\phi, \theta)_{3 \times 1} \right]_{N \times 1} \cdot c^{-1} \\ &= f_n(\phi, \theta) \quad \text{mit } n = 1, 2, \dots, N \end{aligned}$$

Mikrofonfunktion $f_n(\phi, \theta)$

Kreuzkorrelationsfunktion $r_{xy}(\tau)$

$$r_{xy}(\tau) = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \int_0^T x(t) \cdot y(t + \tau) dt$$

$$\Delta \hat{t} = \arg \max_{\tau} [\hat{r}_{xy}(\tau)]$$



Mehrkanal-Kreuzkorrelationskoeffizient (MCCC)

Signale werden zeitlich zueinander ausgerichtet:

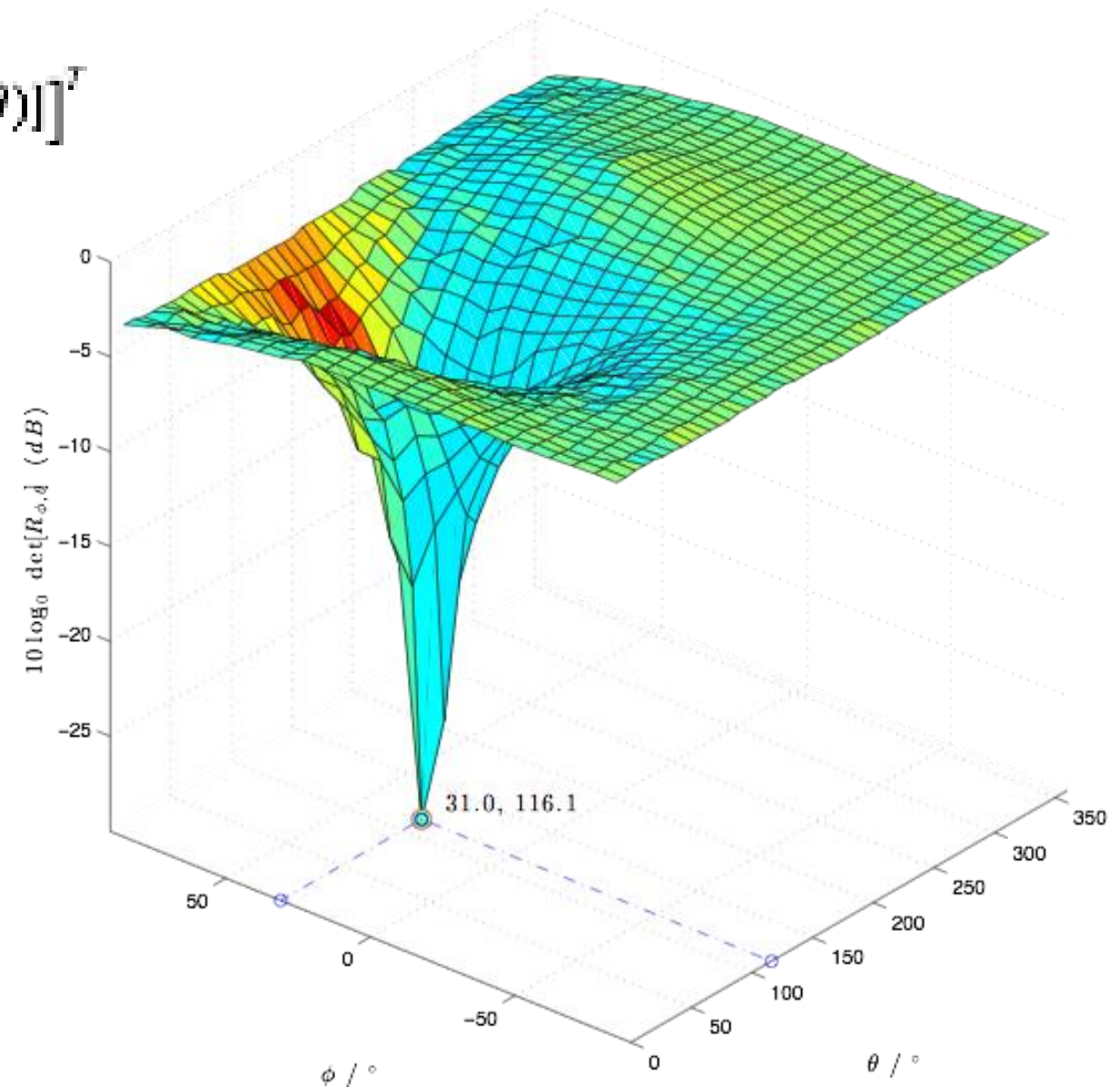
$$\mathbf{y}_{\phi,\theta}(k) = [y_0(k) \ y_1[k + f_1(\phi, \theta)] \ \dots \ y_N[k + f_N(\phi, \theta)]]^T$$

$$\mathbf{R}_{\phi,\theta} = \mathbf{E}\{\mathbf{y}_{\phi,\theta}(k)\mathbf{y}_{\phi,\theta}^T(k)\}$$

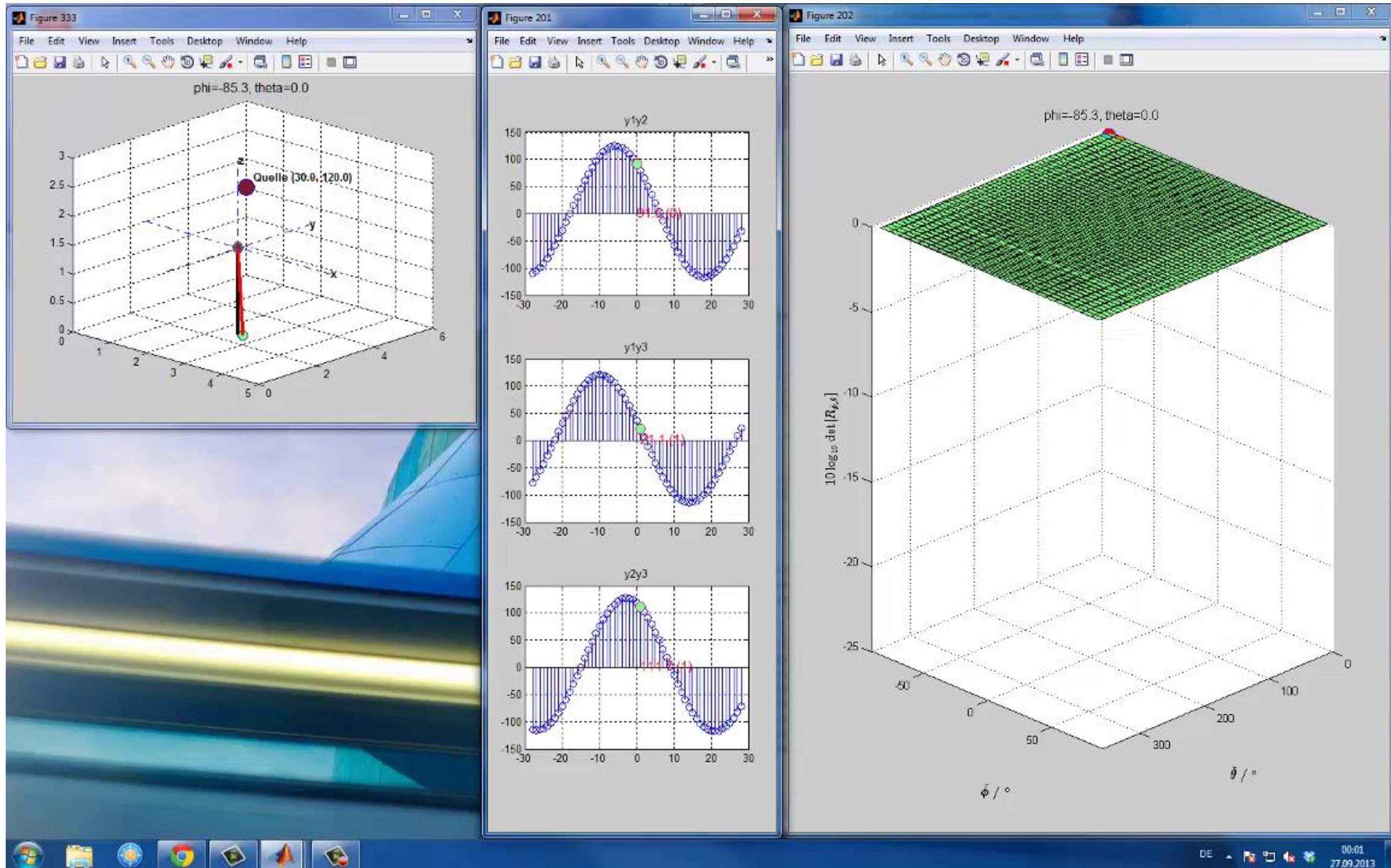
$$= \begin{bmatrix} \sigma_{y_0}^2 & r_{\phi,\theta;y_0y_1} & \dots & r_{\phi,\theta;y_0y_N} \\ r_{\phi,\theta;y_1y_0} & \sigma_{y_1}^2 & \dots & r_{\phi,\theta;y_1y_N} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{\phi,\theta;y_Ny_0} & r_{\phi,\theta;y_Ny_1} & \dots & \sigma_{y_N}^2 \end{bmatrix}$$

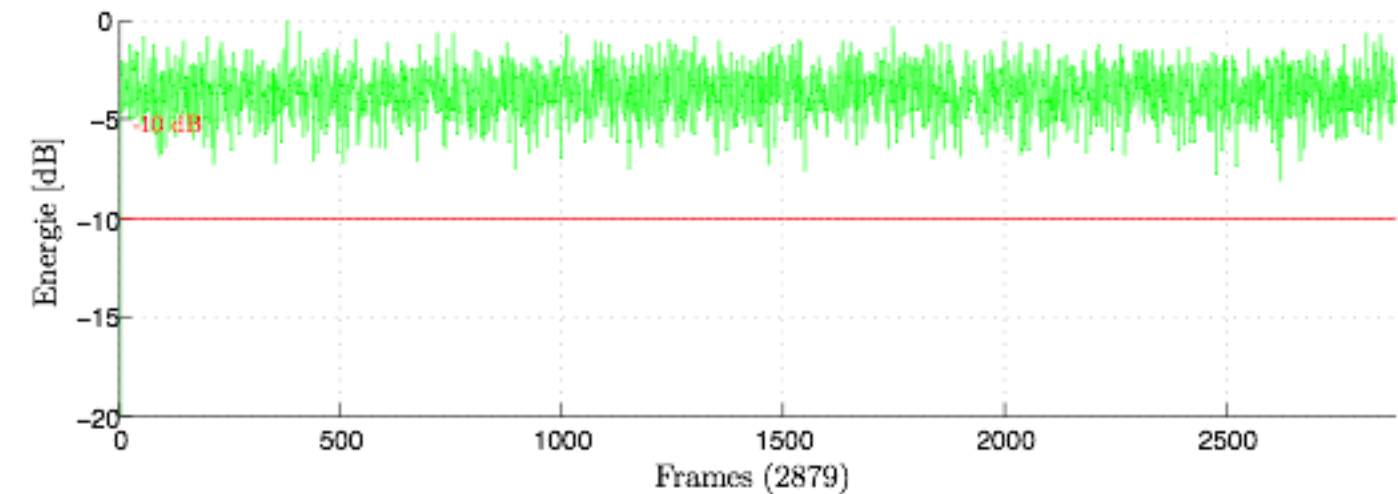
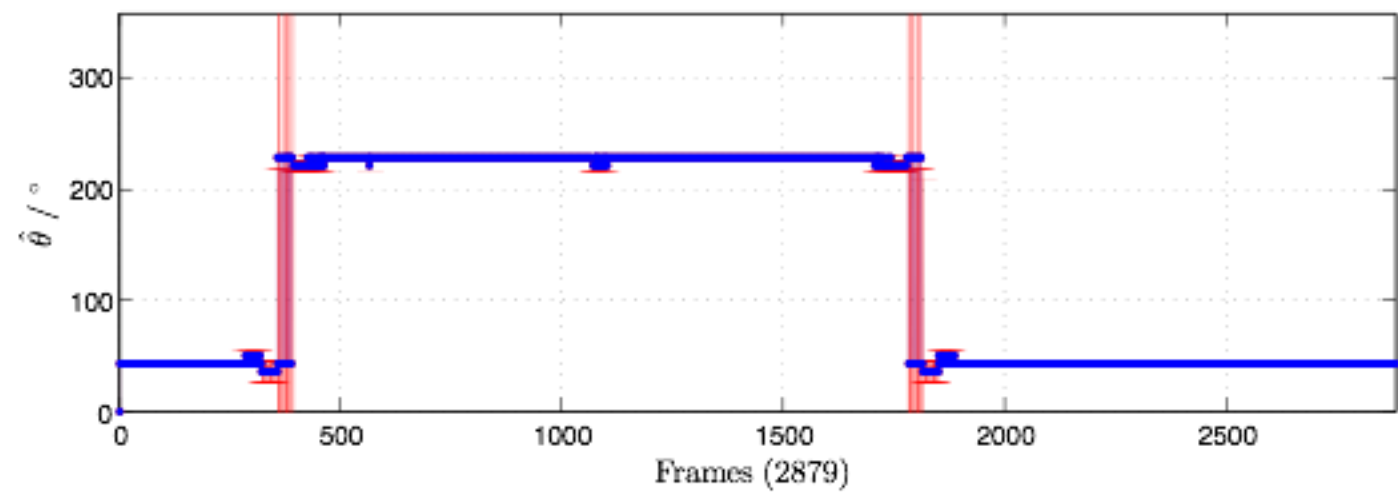
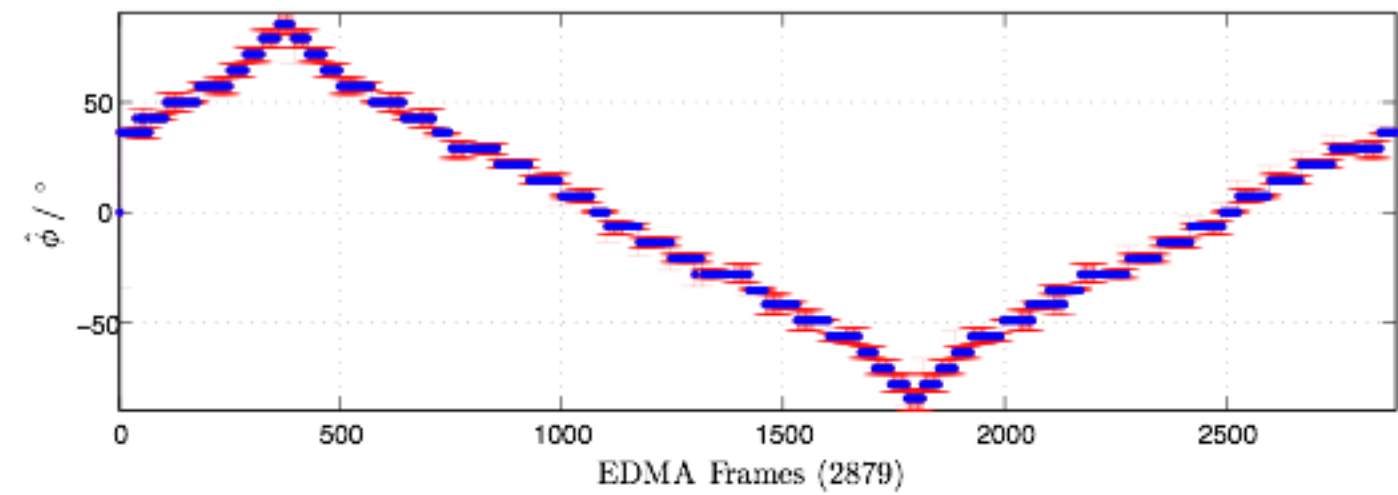
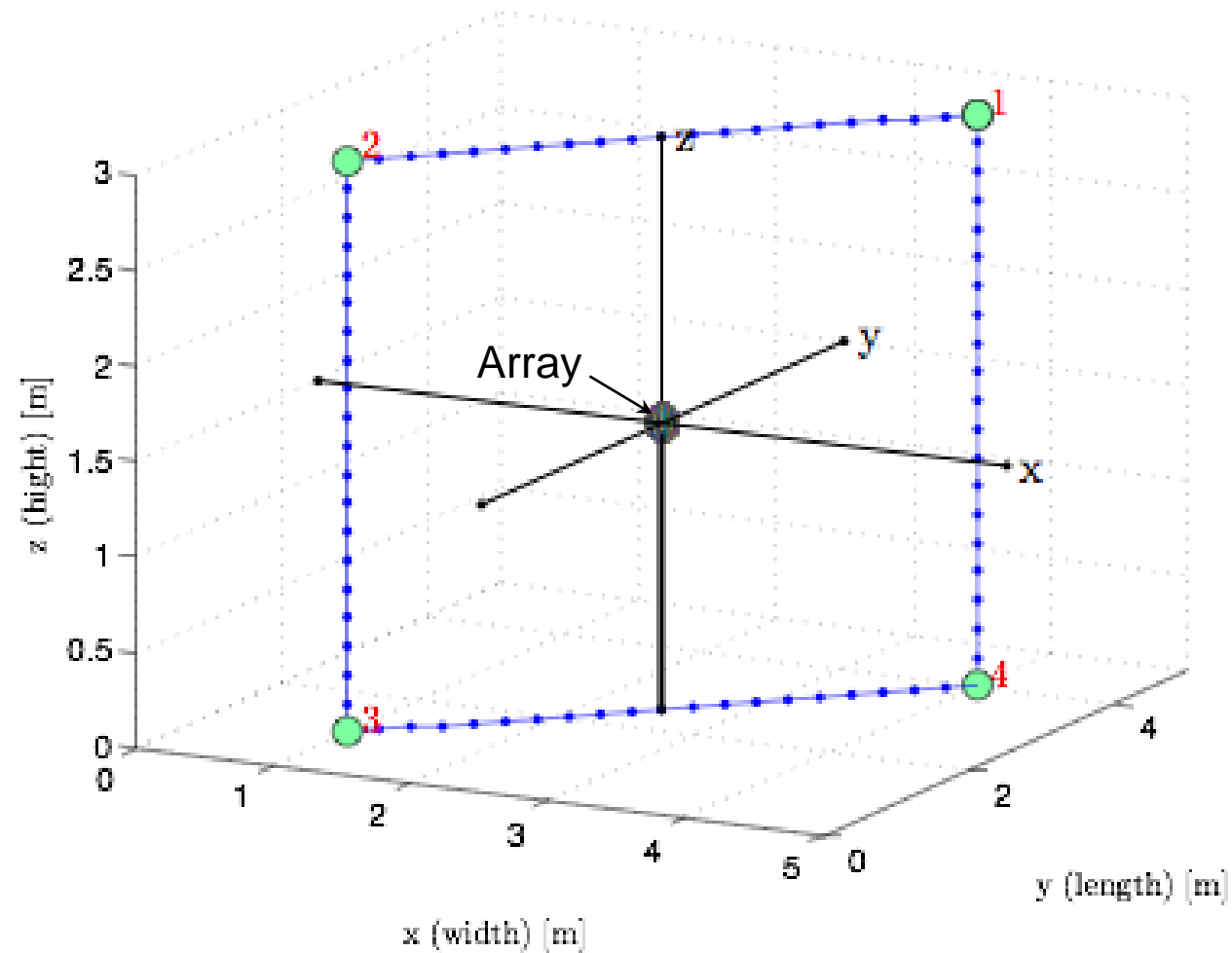
$$\det[\mathbf{R}_{\phi,\theta}]$$

$$\tau_{\phi,\theta}^{\text{MCCC}} = \arg \min_{\phi,\theta} \det[\mathbf{R}_{\phi,\theta}]$$



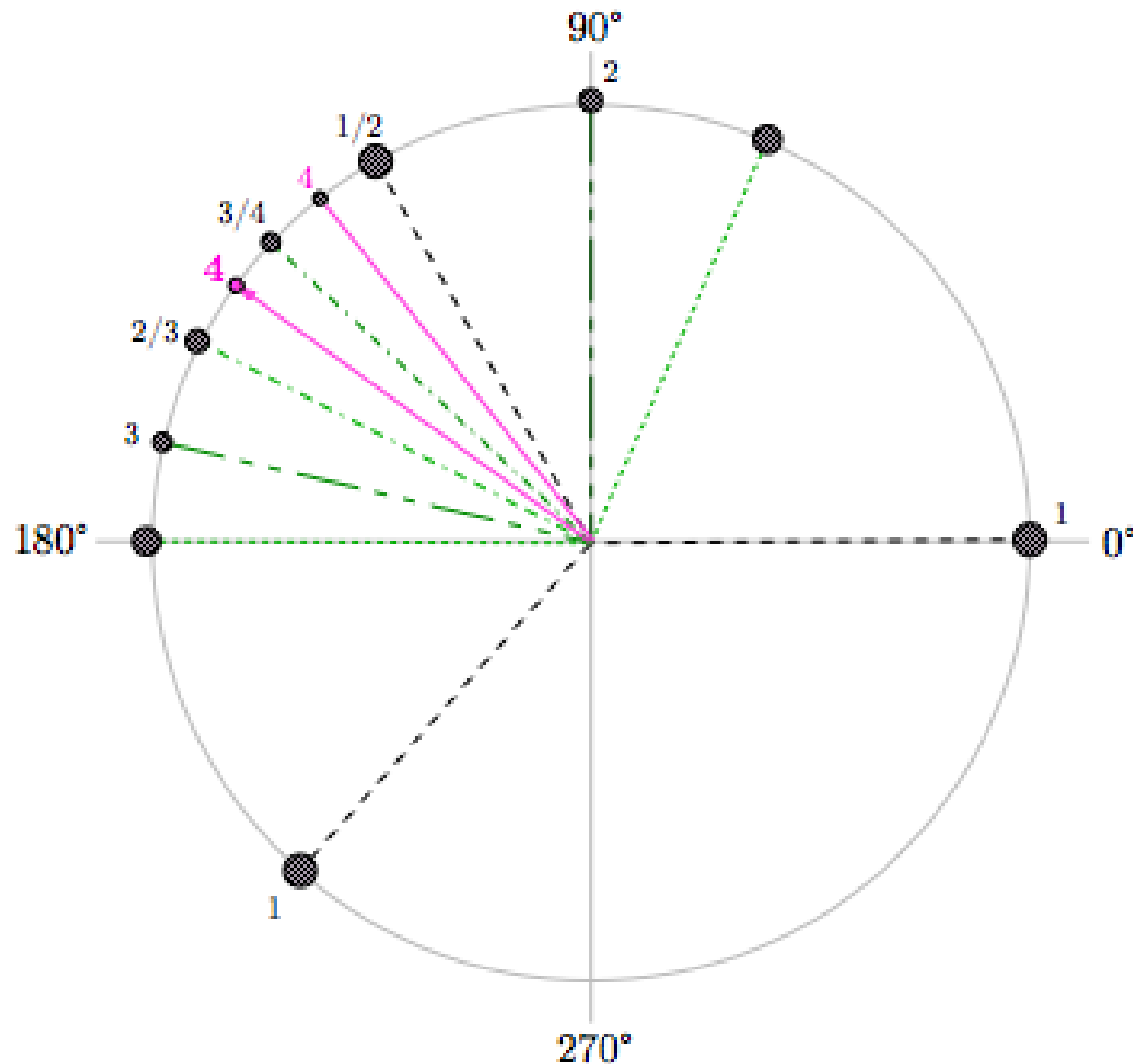
Muss für 1326 Richtungen durchgeführt werden!





4 Suchverfahren

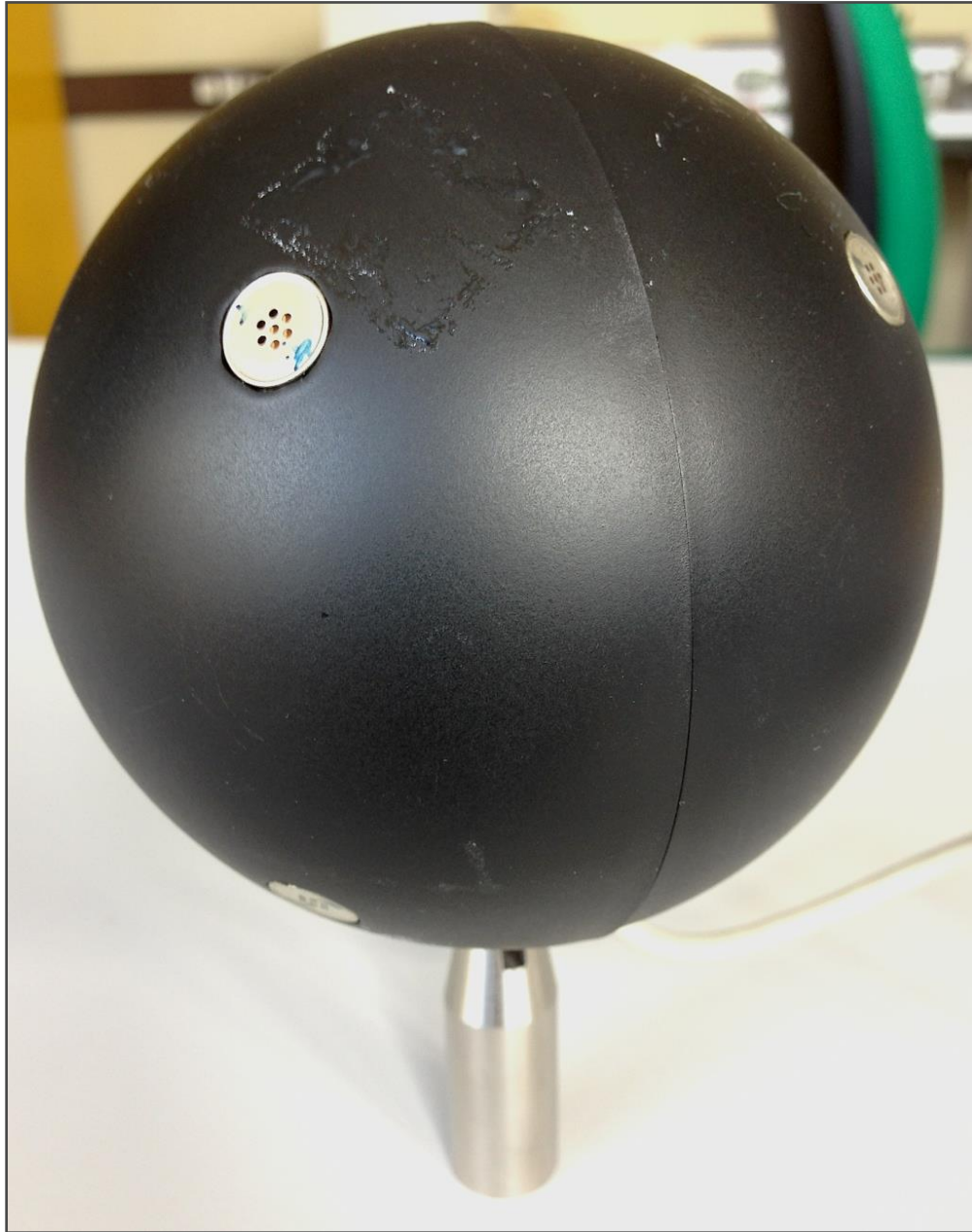
Optimierung des Suchverfahrens mit Hilfe variabler
Winkelschrittgrößen.



- Drei Berechnungen pro Iteration
- Halbierung des Suchbereichs nach jeder Iteration
- Endet, wenn kleinste Winkelschrittweite erreicht ist

Reduktion der Suchdurchläufe von 1326 auf 30!

5 Untersuchung des Mikrofonarrays



1. Messung der Laufzeitunterschiede mit einem Oszilloskop aus einer definierten Schalleinfallrichtung
2. Vergleich mit theoretisch berechneten Laufzeitunterschieden

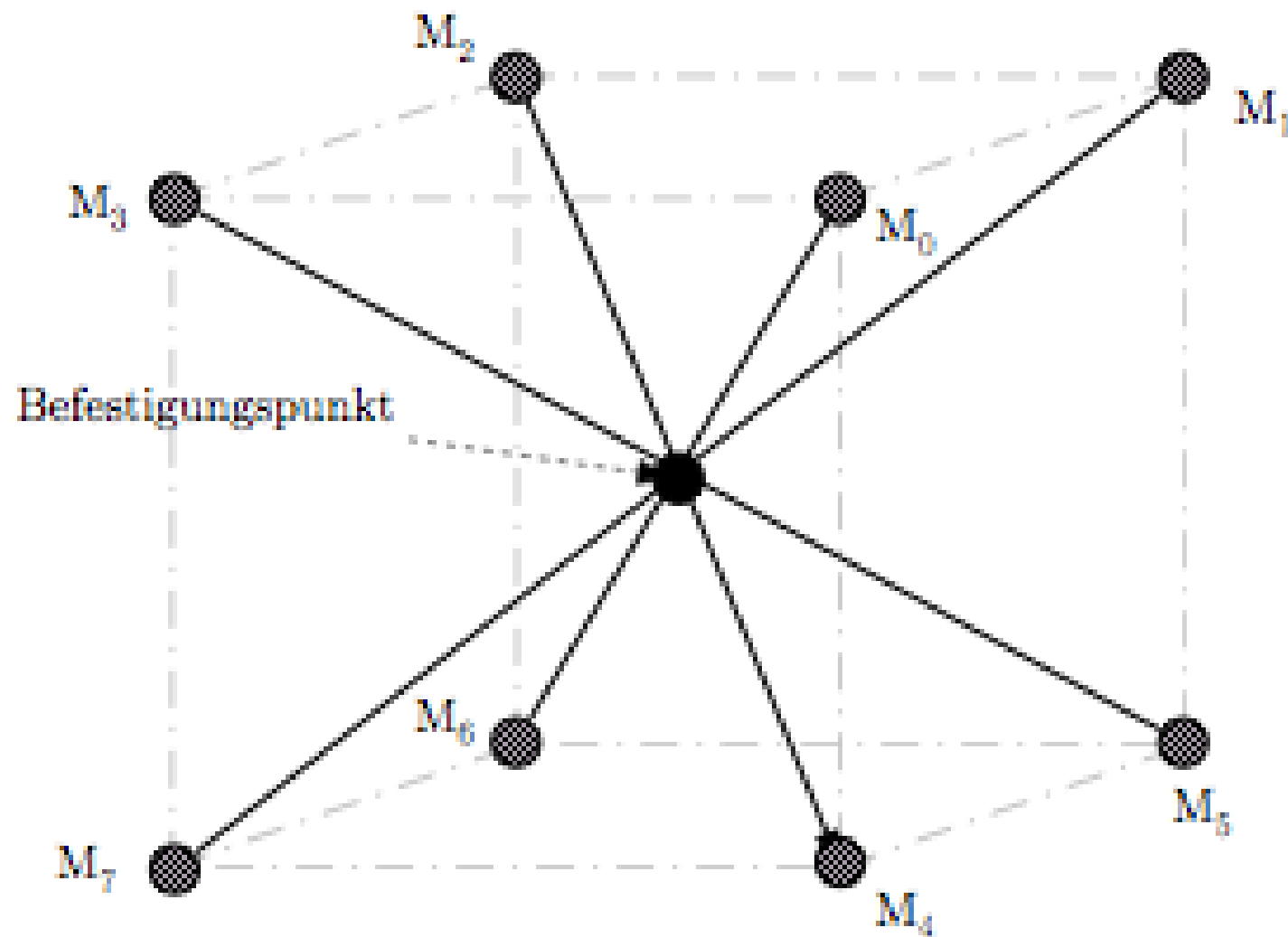
Feststellung:

Die Größe der Fehler sind nicht tolerierbar.

Lösung:

Entwurf einer alternativen Arraygeometrie.

Konzept



Prototyp



Grundkörper

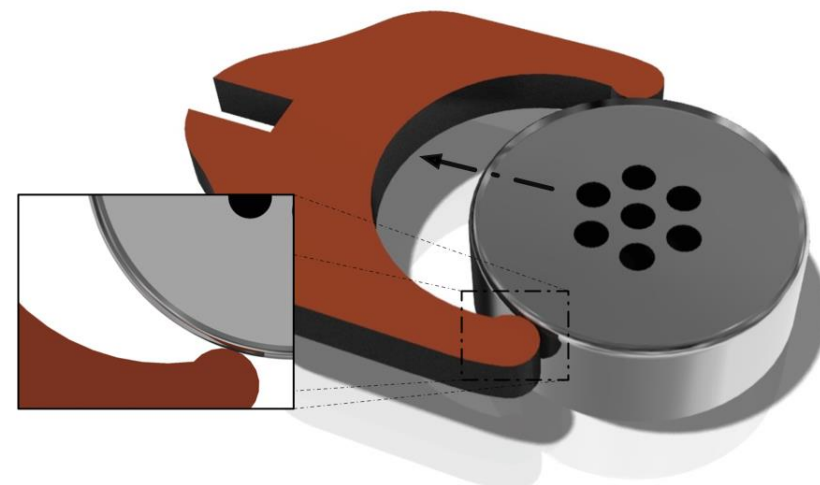


Verlängerung +
Kapselhalterung



Schnappmechanismu

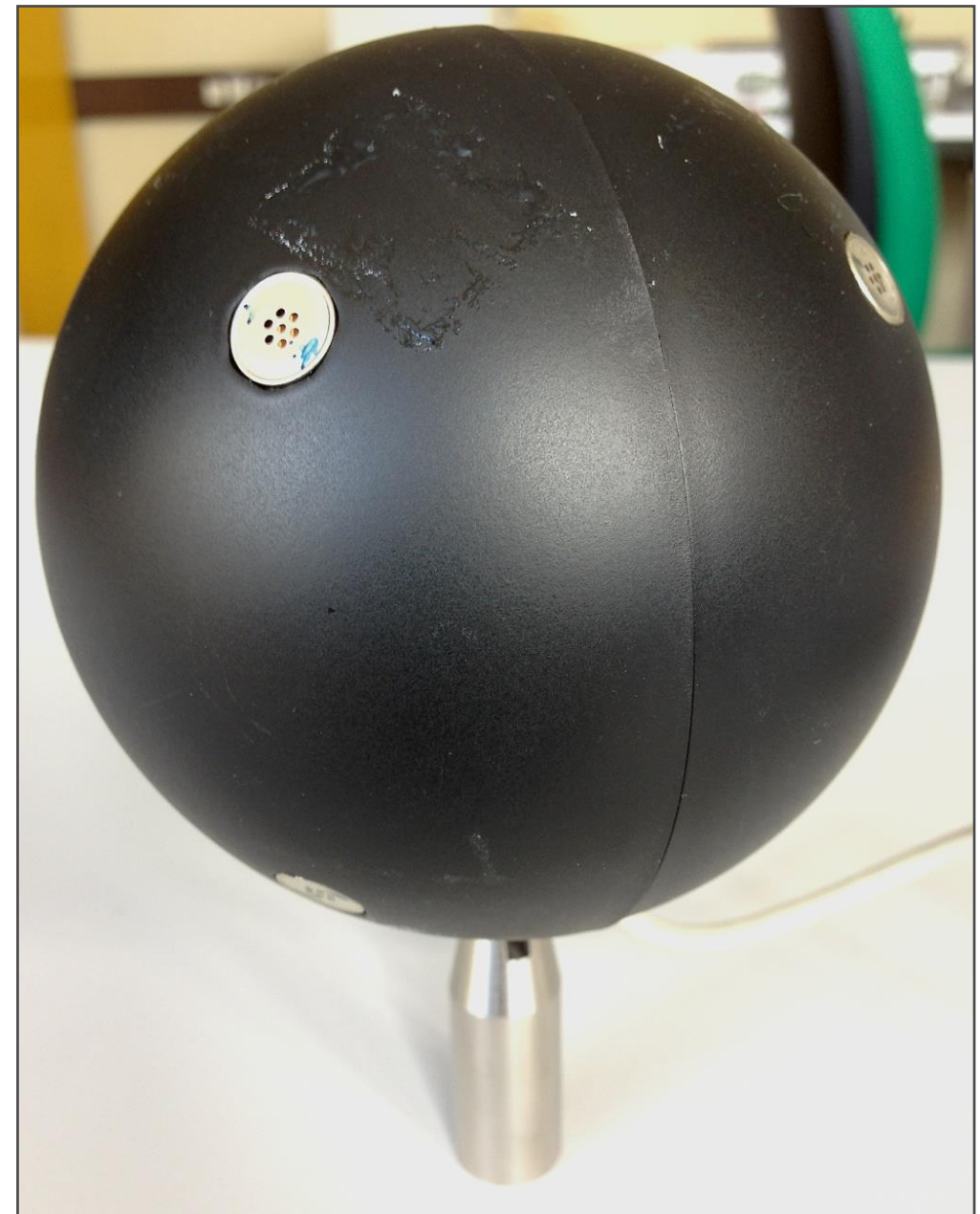
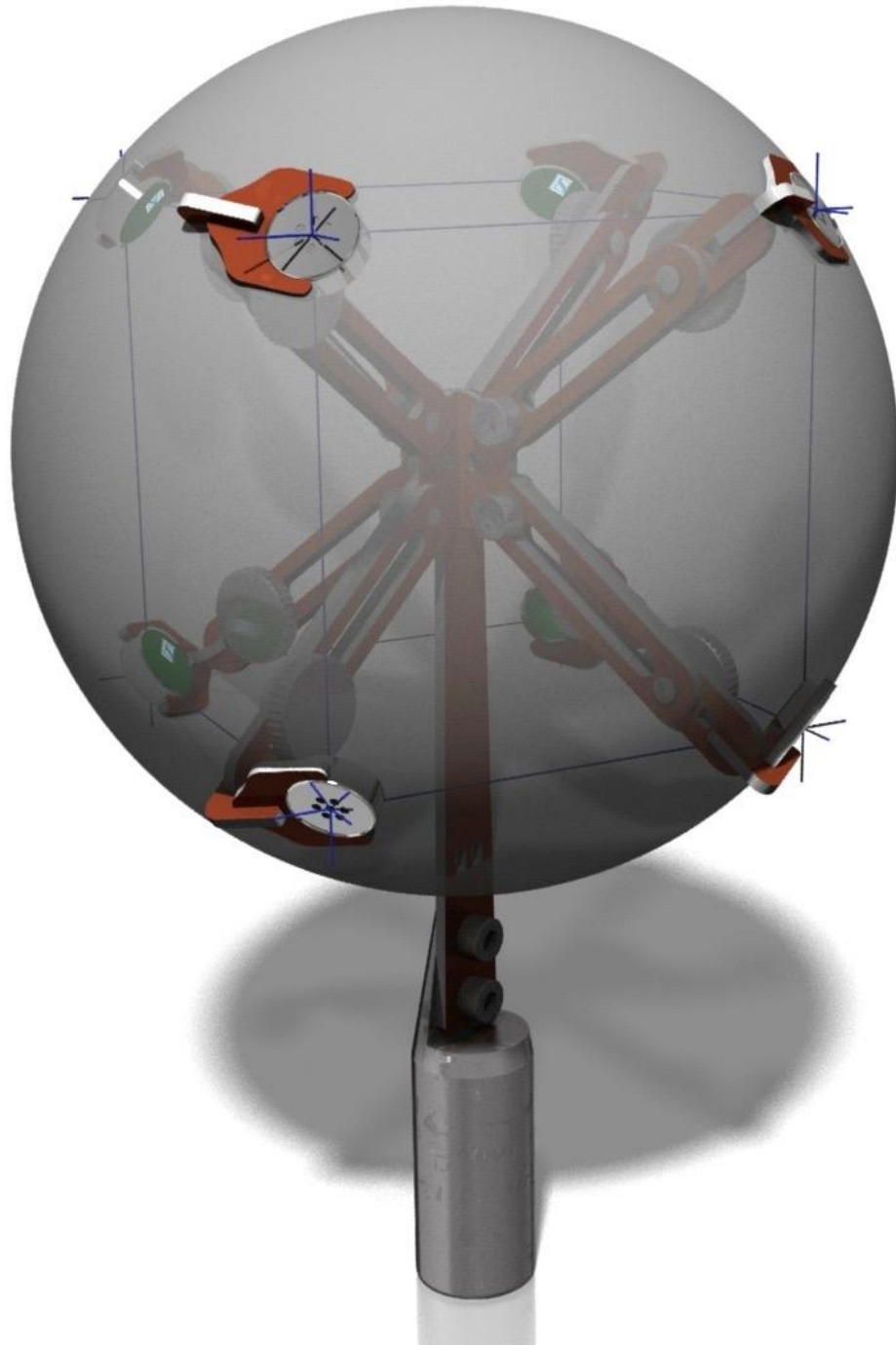
S



variabel verstellbare Mikrofonabstände



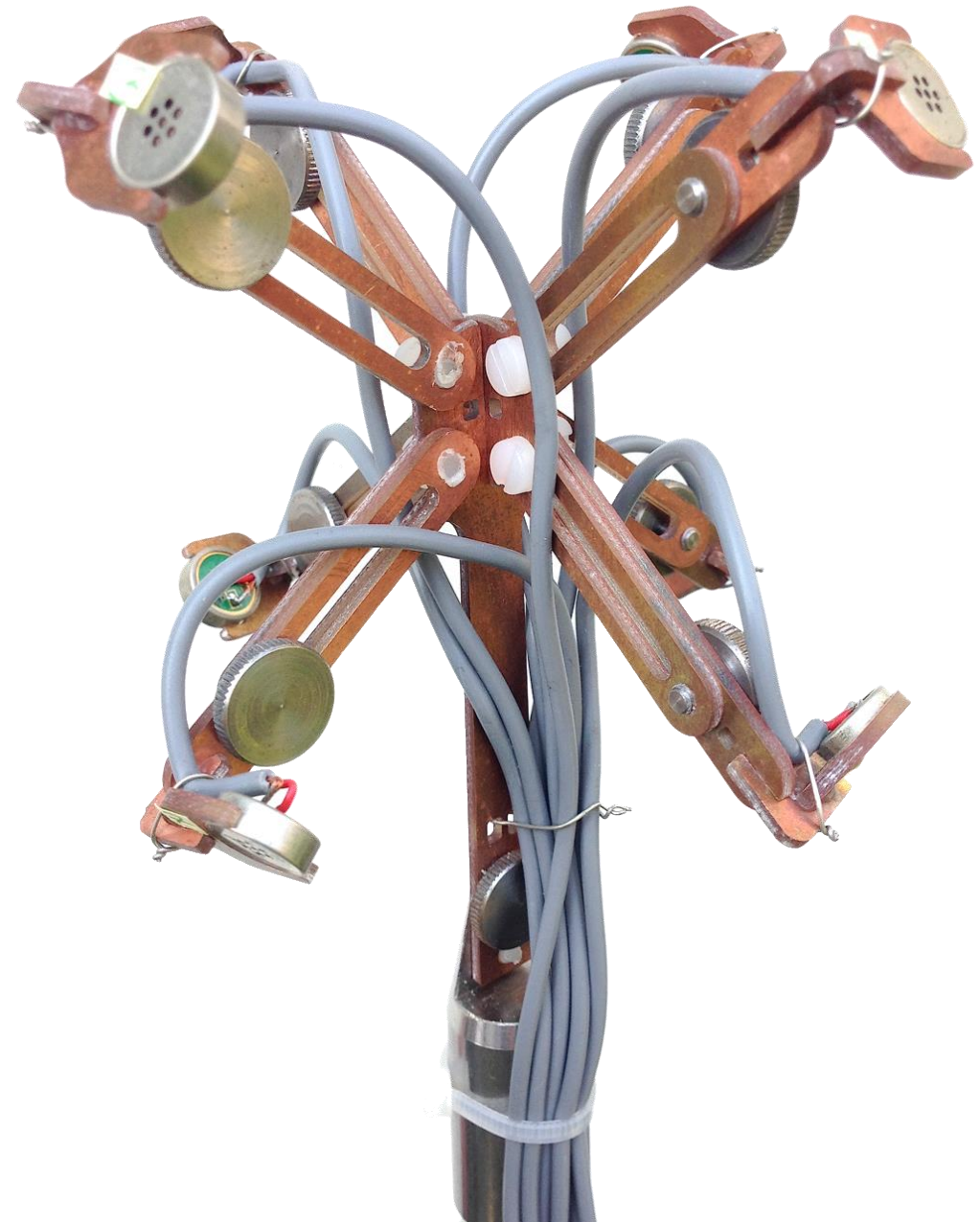
Vergleich zwischen beiden Mikrofonarrays

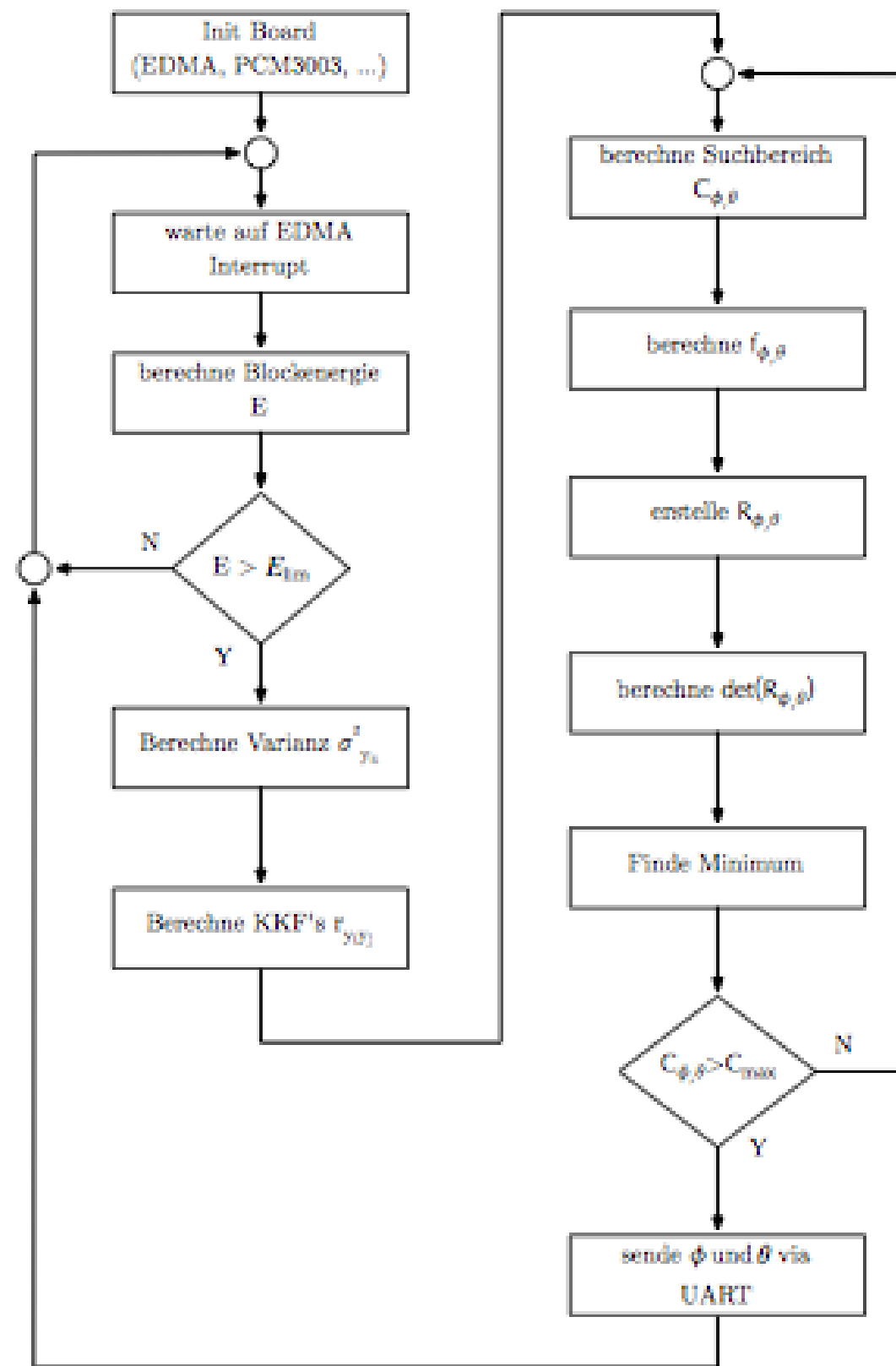


3D-Konstruktion



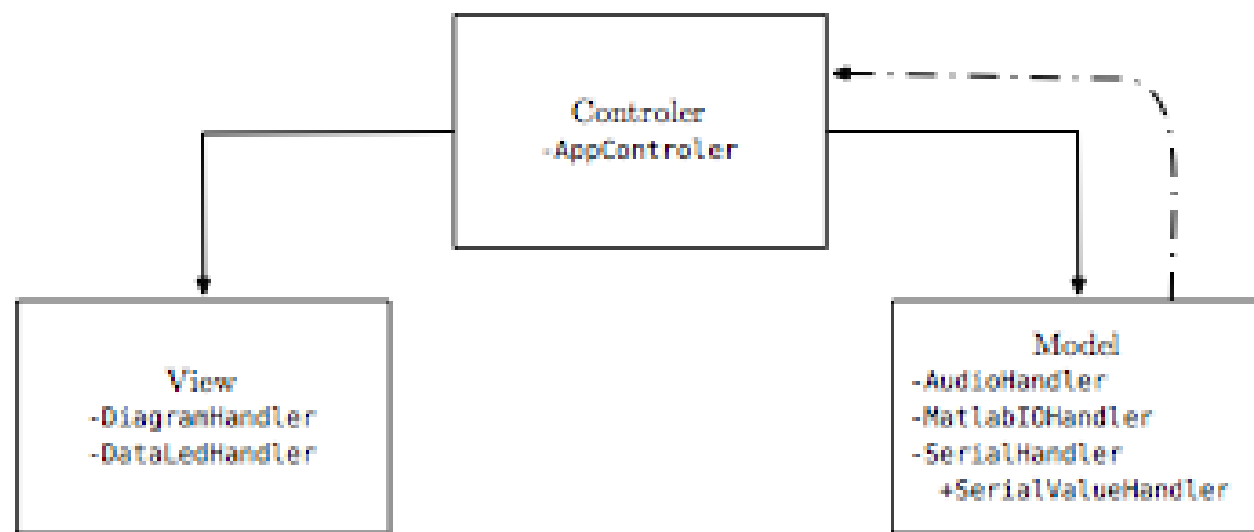
gefertigtes Array





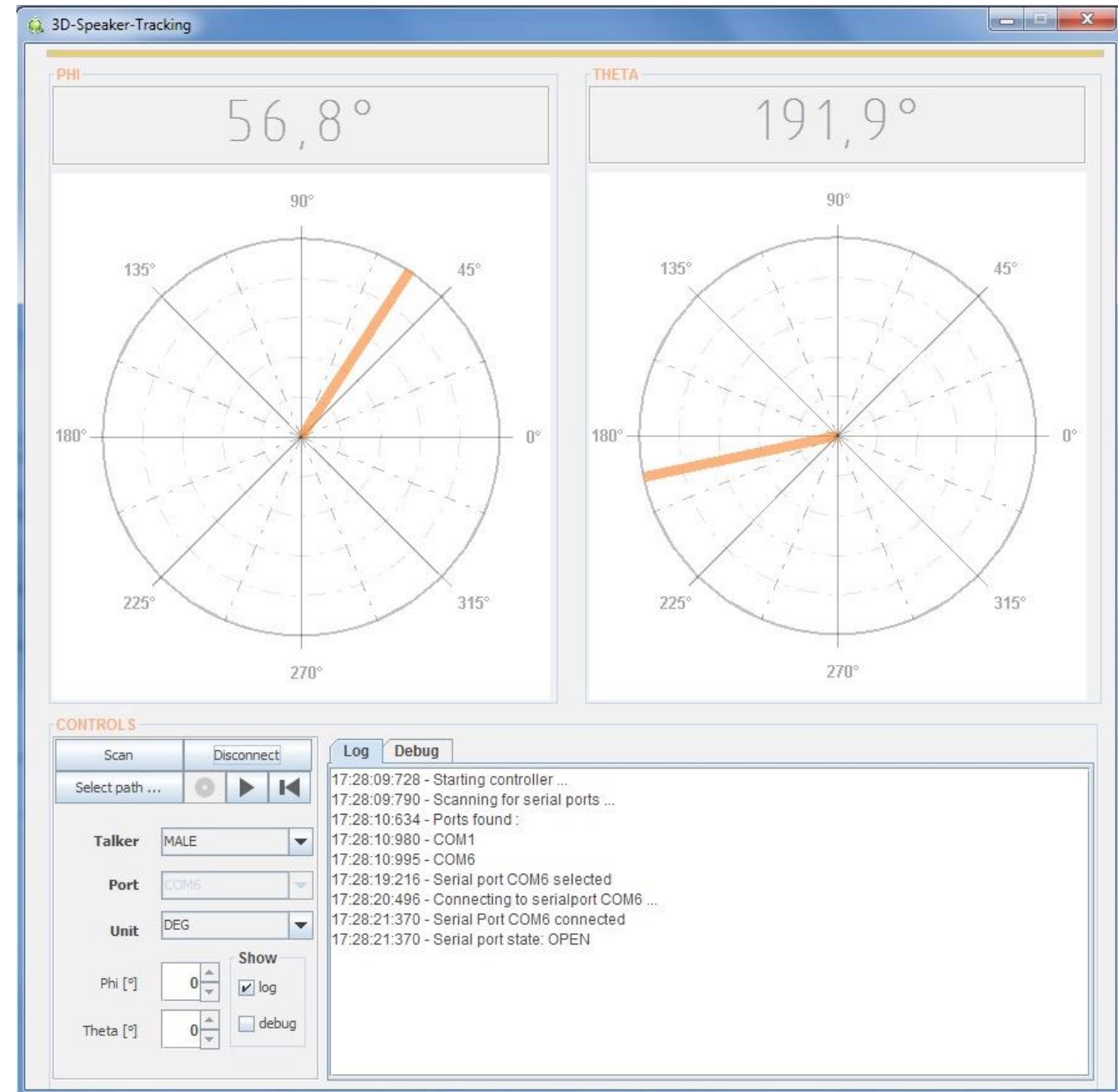
8 Anzeigegerät (GUI)

Model-View-Controller



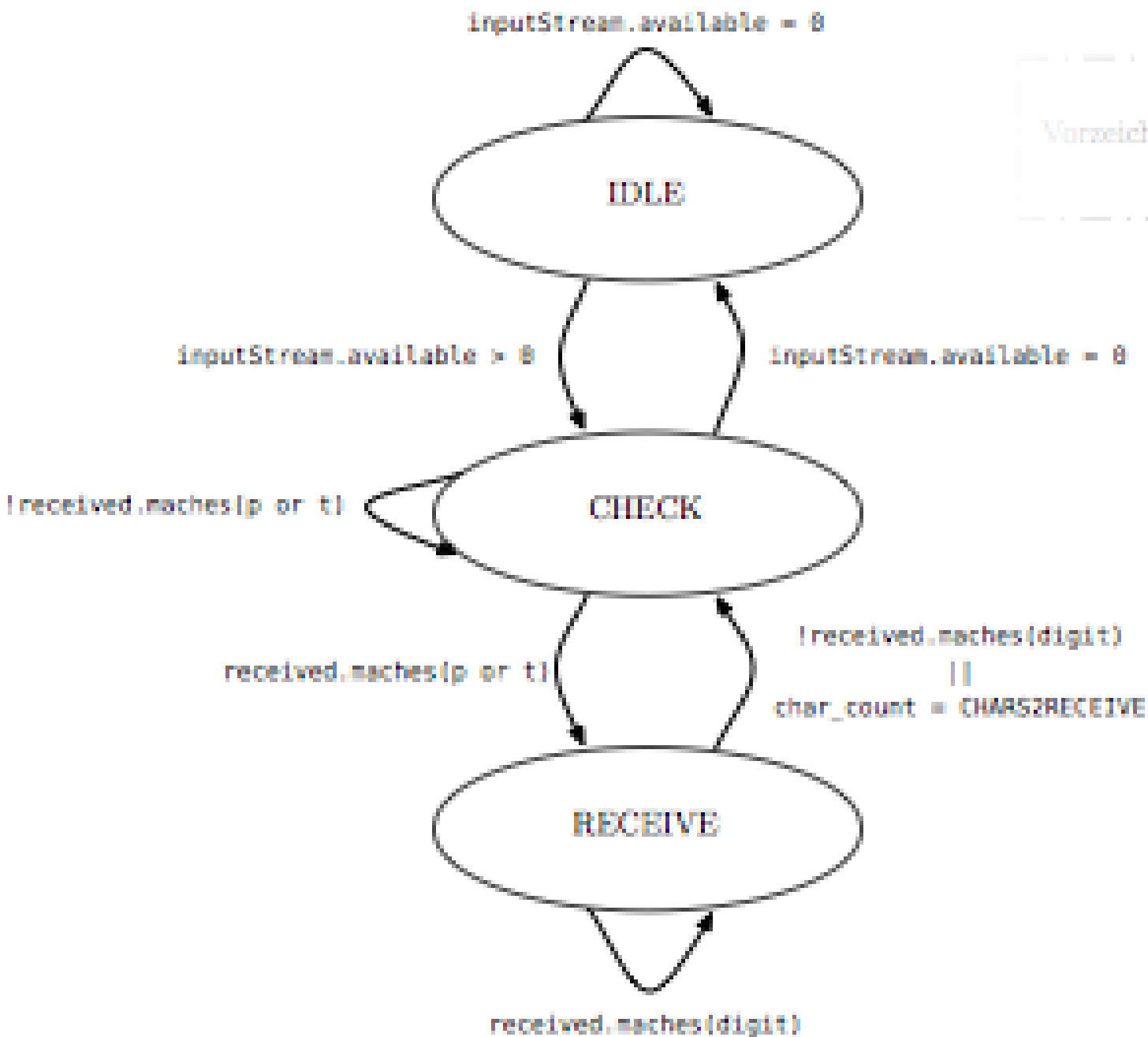
Kommunikation von Model zu Controller
unter Verwendung des Observer-Pattern
(kein Polling notwendig)

Graphical User Interface (GUI)

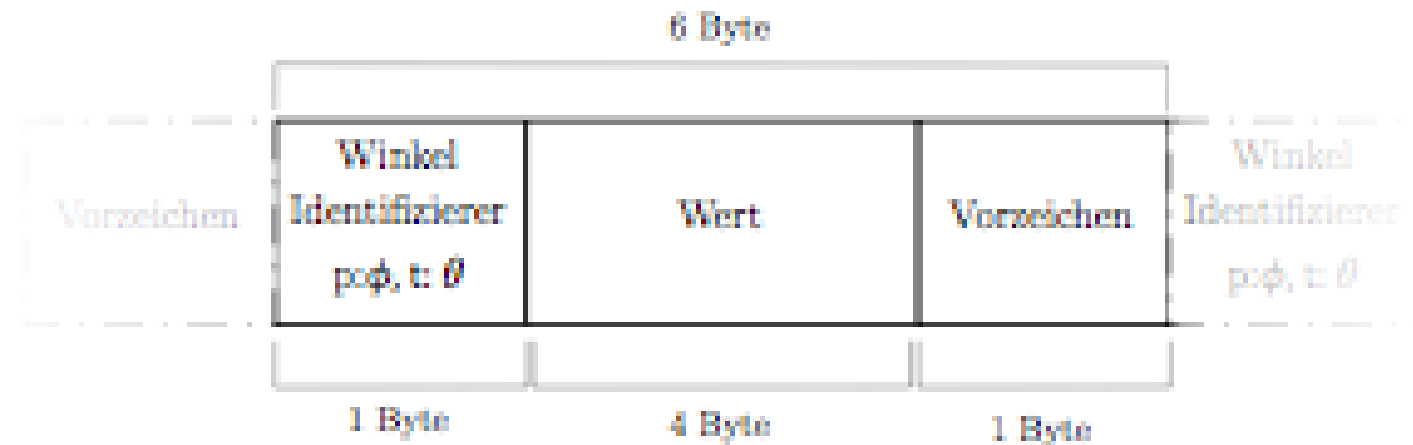


8 Anzeigegerät (GUI)

Zustandsautomat zum Empfang serieller Daten



Übertragungsprotokoll



Vielen Dank!