

KOLLOQUIUM

ENTWICKLUNG EINES SYSTEMS ZUR ENTFERNUNGSABSCHÄTZUNG FÜR
PHASEN BASIERTES UHF RFID TRACKING DURCH VERWENDUNG
EVOLUTIONÄRER BERECHNUNGSVERFAHREN

Christoph Gnip

23. Oktober 2013



1 EINLEITUNG

- Motivation
- System der amedo STS
- Grundlagen

2 LÖSUNG

- Modellierung
- Implementation

3 ERGEBNISSE

- Reale Messwerte

4 SCHLUSS

MOTIVATION

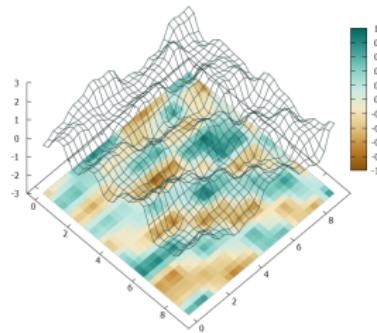
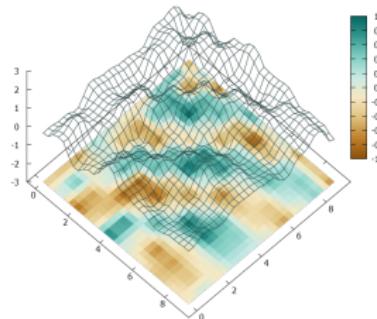
MOTIVATION

Technologieübersicht verschiedener Tracking-Methoden.

Arbeitsweise	Optisch	Magnetisch	Ultraschall	Funk (UHF)
Genauigkeit	gut	ausreichend	gut	sehr gut
Frequenz	mittel	hoch	gering	hoch
Volumen	mittel	klein	mittel	groß
LOS	Ja	Ja	Nein	Nein
In Vivo	Nein	Nein	Nein	Ja

PROBLEME BEI FUNKSYSTEMEN

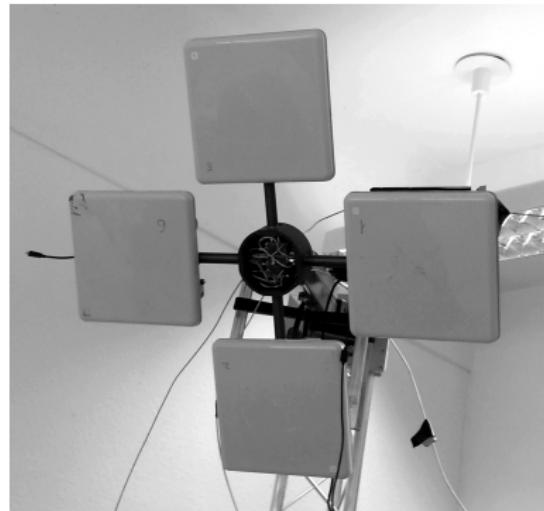
- Tag Orientierung
- Lesefehler
- Signalauslöschung
- Reflektionen



MESSYSTEM

PRPS

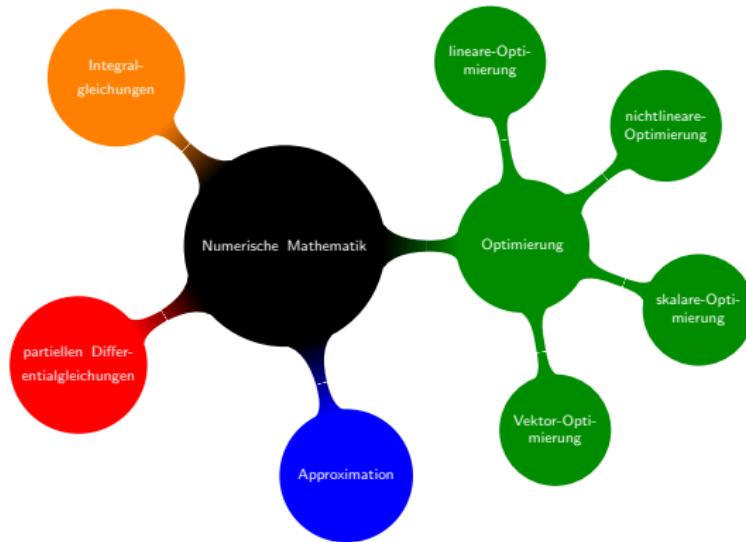
Passive RFID Positioning System



MESSYSTEM



MATHEMATISCHE GRUNDLAGEN I



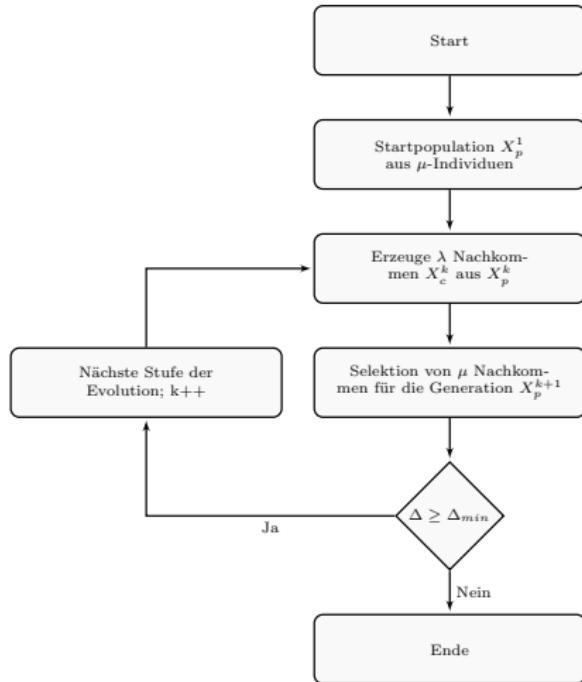
Evolutionäre Verfahren sind Teilgebiet der **nichtlinearen Optimierung**

MATHEMATISCHE GRUNDLAGEN II

ZIEL

$$y = \min\{f(\mathbf{x})\} = -\max\{-f(\mathbf{x})\}$$

- Nichtlineare Optimierung
- Ableitungsfrei



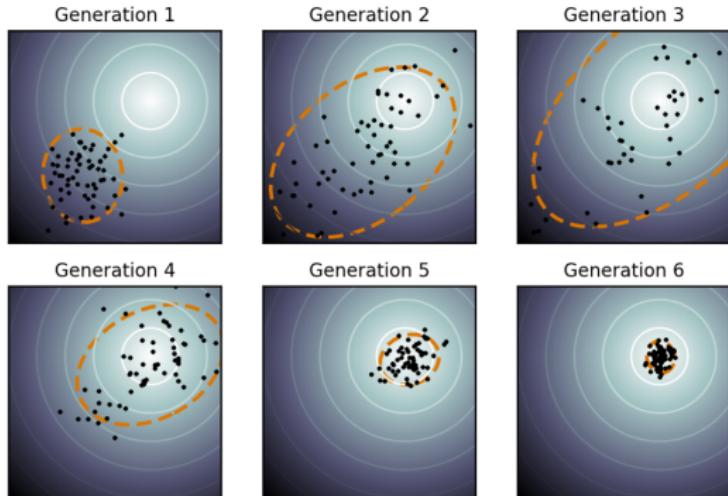
MATHEMATISCHE GRUNDLAGEN III

CMA-ES

Covariance Matrix Adaption

$$x_{k+1} \sim m_k + \sigma_k \times \mathcal{N}(0, C_k)$$

- Kovarianz Matrix steuert Entwicklung der Population
- Anpassung an die Höhenlinien der Objektfunktion



1

¹Grafik entnommen aus http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=File:Concept_of_directional_optimization_in_CMA-ES_algorithm.png&oldid=532567533



BEISPIELE

VIDEO INTERMEZZO

Videos zur Veranschaulichung...

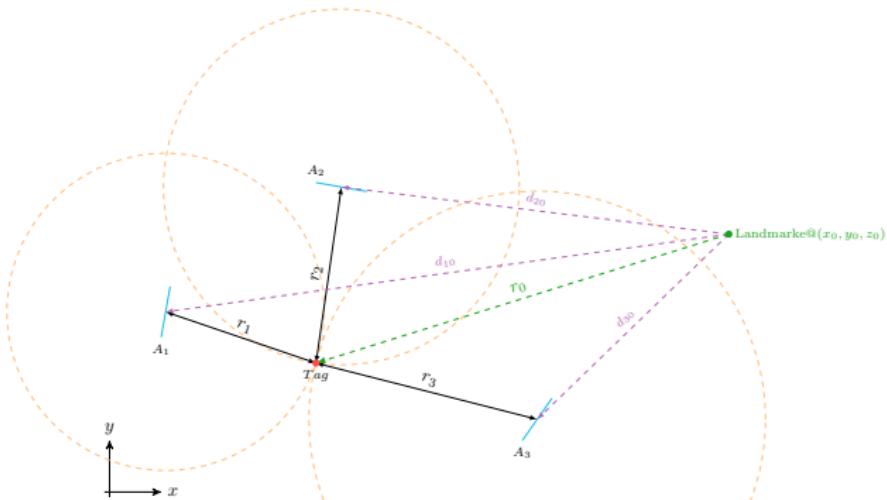
ANFORDERUNGEN

ANFORDERUNGEN

- Auf der Basis der Trilateration
- Lineares Modell zur Entfernungs berechnung
- Einsetzbar als Objektfunktion

MODELLIERUNG 1

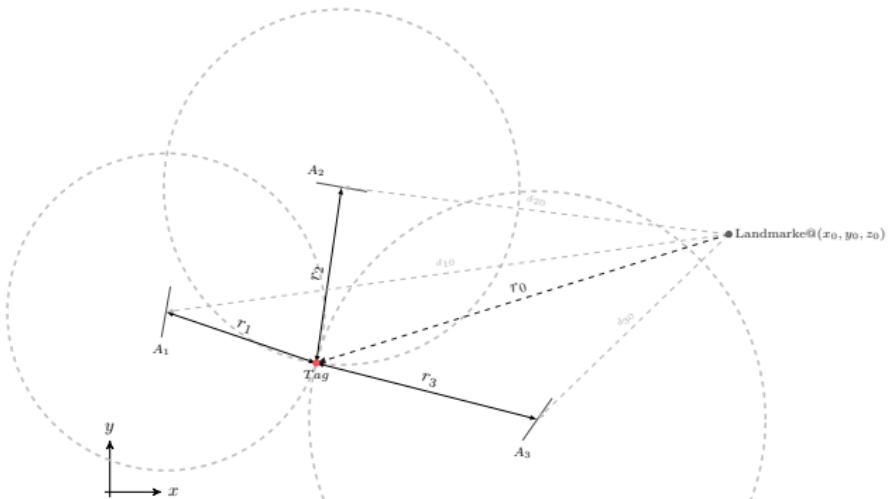
Skizze der Szene mit einem Tag und drei Antennen. Als Referenzpunkt dient eine Landmarke, später eine Antenne.



$$r_k^2 = (x_k - x)^2 + (y_k - y)^2 + (z_k - z)^2$$

MODELLIERUNG 1

Skizze der Szene mit einem Tag und drei Antennen. Als Referenzpunkt dient eine Landmarke, später eine Antenne.



$$r_k^2 = (x_k - x)^2 + (y_k - y)^2 + (z_k - z)^2$$

MODELLIERUNG 3

Gleichung der Form:

$$\mathbf{A}\mathbf{x} = \mathbf{b}$$

, wobei:

$$\mathbf{A} =$$

$$\begin{pmatrix} x_1 - x_0 & y_1 - y_0 & z_1 - z_0 & -a_1 & 0 & 0 & -a_2\Theta_0 & a_2\Theta_1 & 0 & 0 \\ x_2 - x_0 & y_2 - y_0 & z_2 - z_0 & 0 & -a_1 & 0 & -a_2\Theta_0 & 0 & a_2\Theta_2 & 0 \\ x_3 - x_0 & y_3 - y_0 & z_3 - z_0 & 0 & 0 & -a_1 & -a_2\Theta_0 & 0 & 0 & a_2\Theta_3 \end{pmatrix}$$

und

$$\mathbf{x} =$$

$$\left(\begin{array}{ccccccccc} x - x_0 & y - y_0 & z - z_0 & n_0^2 - n_1^2 & \dots & n_0^2 - n_3^2 & n_0 & n_1 & \dots & n_3 \end{array} \right)^T$$

$$\mathbf{b} =$$

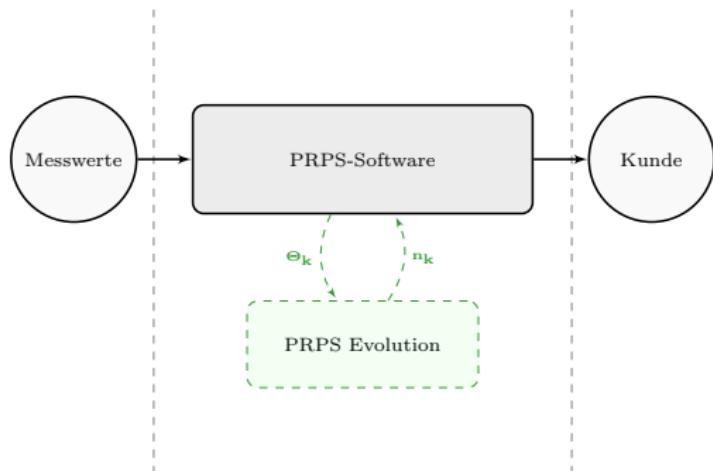
$$\left(\begin{array}{c} a_{0k} - a_{3kj} \end{array} \right)^T = c'_{kj}$$

MODELL - ZUSAMMENFASSUNG

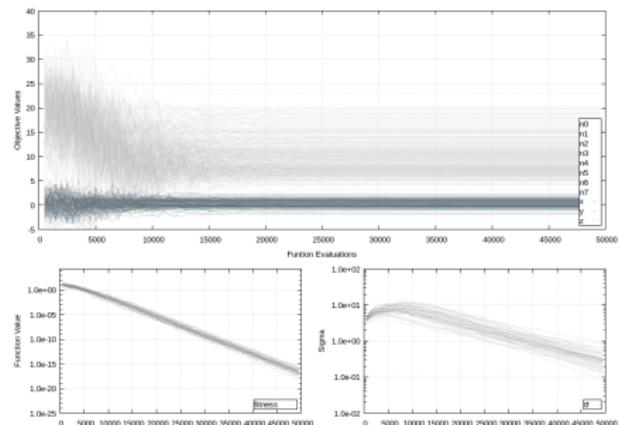
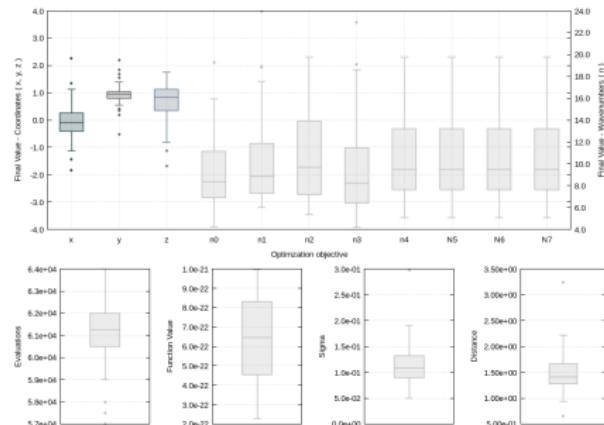
- Ermöglicht Positions berechnung durch vier beliebige Antennen
- Kann eine eindeutige Lösung liefern
- Als Objektfunktion für evol. Optimierung geeignet*
- 'Vertauschen' erlaubt Bestimmung der Antennenposition

IMPLEMENTATION

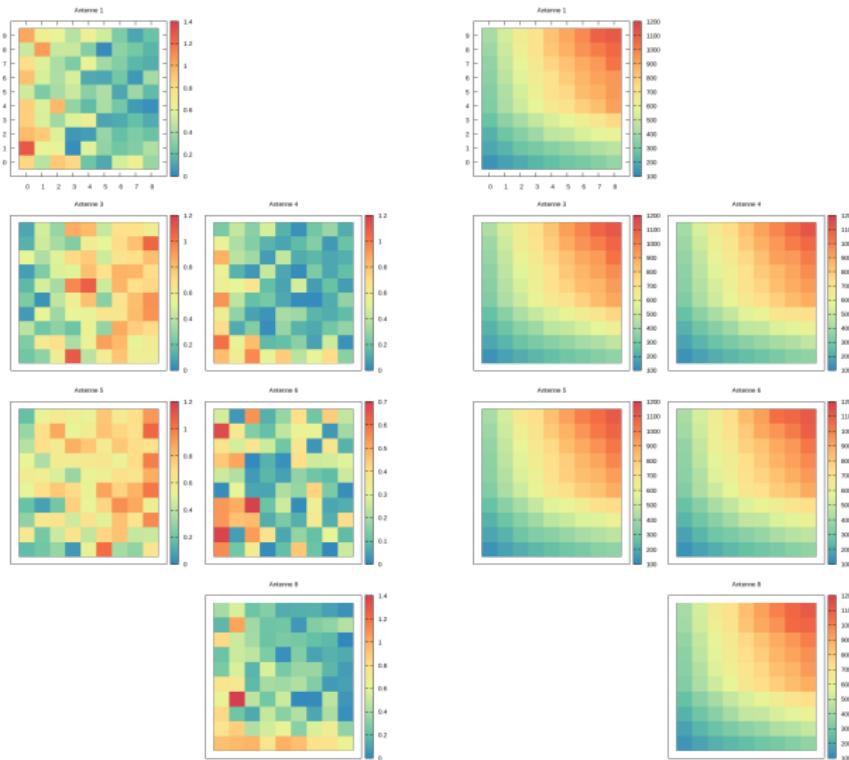
- Parallel zur PRPS-Software
- Plattformunabhängig
- Einfaches Interface
- Nahtlose Implementation



OPTIMIERUNGSVERLAUF



ERGEBNISSE



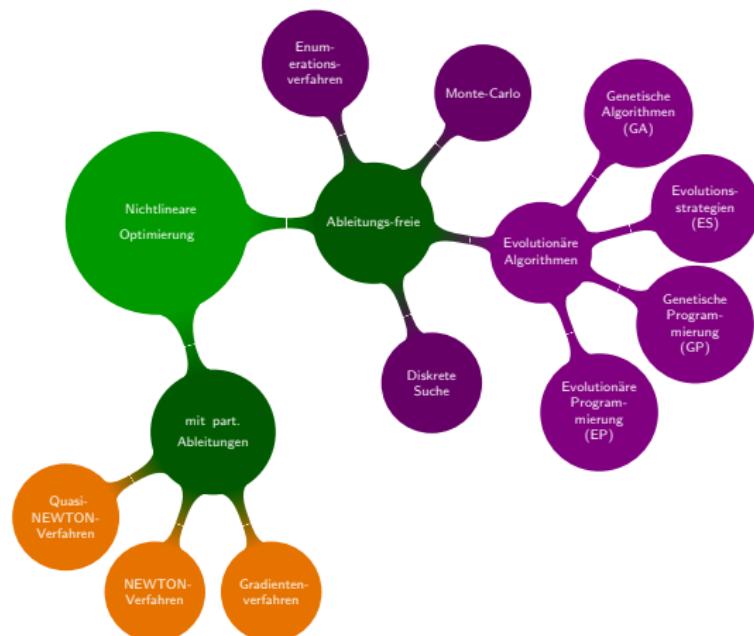
FAZIT

FAZIT

- Mehrzweck Modell auf Basis der gemessenen Phasenwerte
- Hochperformante Softwarelösung auf dem Stand der Technik
- Nahtlose Integration in bestehende Software
- Einfache Schnittstelle
- Implementation der Shark-Library ins Software Ökosystem

Vielen Dank... Zeit für Fragen...

APPENDIX I



APPENDIX II

Wir notieren:

$$r_1^2 = (x_1 - x)^2 + (y_1 - y)^2 + (z_1 - z)^2 \quad (1)$$

$$r_2^2 = (x_2 - x)^2 + (y_2 - y)^2 + (z_2 - z)^2 \quad (2)$$

$$r_3^2 = (x_3 - x)^2 + (y_3 - y)^2 + (z_3 - z)^2 \quad (3)$$

$$r_0^2 = (x_0 - x)^2 + (y_0 - y)^2 + (z_0 - z)^2 \quad (4)$$

$$r_{0k}^2 = (x_0 - x_k)^2 + (y_0 - y_k)^2 + (z_0 - z_k)^2 \quad (5)$$

$$r(\Theta_k, n_k) = \frac{\lambda}{2} (\Theta_k + n_k) \quad (6)$$

APPENDIX III

Linearisierung des Modells.

$$\begin{aligned} r_k^2 &= (x - x_k)^2 + (y - y_k)^2 + (z - z_k)^2 \\ &= (x - x_k + x_0 - x_0)^2 + (y - y_k + y_0 - y_0)^2 + (z - z_k + z_0 - z_0)^2 \\ &= (x - x_0)^2 - 2(x - x_0)(x_k - x_0) + (x_k - x_0)^2 \underbrace{+ \dots + \dots}_{y\text{-\& } z\text{-Terme analog}} \end{aligned} \quad (7)$$

Durch Umstellen erhalten wir:

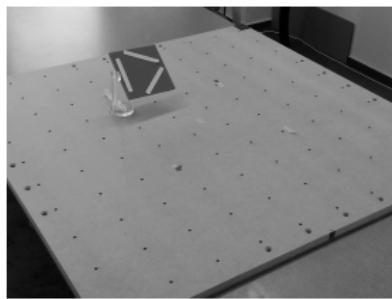
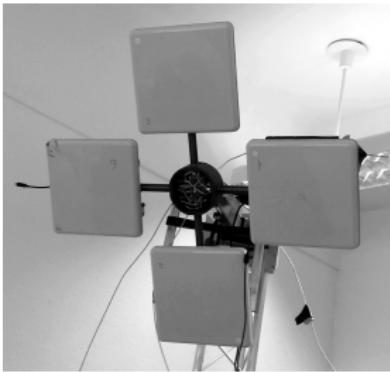
$$(x - x_0)(x_k - x_0) + \dots + \dots = \frac{1}{2}[(x_k - x_0)^2 + (x - x_0)^2 + \dots + \dots - r_k^2]$$

$$\begin{aligned} (x - x_0)(x_k - x_0) + (y - y_0)(y_k - y_0) + (z - z_0)(z_k - z_0) &= \\ \frac{1}{2}[\underbrace{(x_k - x_0)^2 + (z_k - z_0)^2 + (y_k - y_0)^2}_{d_{kj}^2} &+ \underbrace{(x - x_0)^2 + (y - y_0)^2 + (z - z_0)^2}_{r_j^2} - r_k^2] \end{aligned} \quad (8)$$

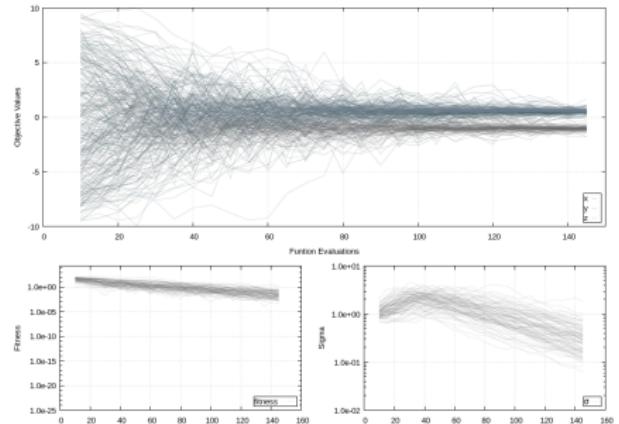
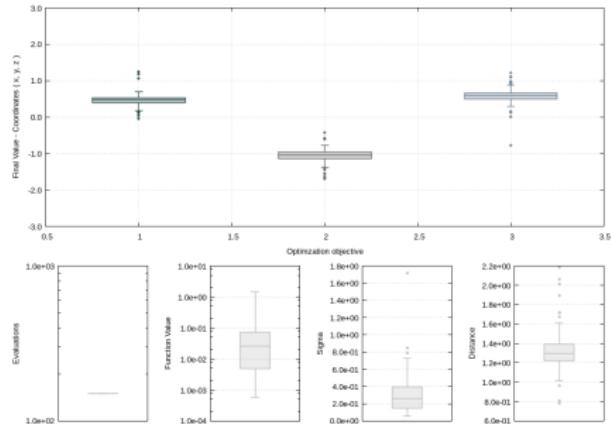
APPENDIX IV

$$\begin{aligned}a_{0k} &:= \frac{1}{2} d_{kj}^2 \\a_1 &:= \frac{\lambda^2}{8} \\a_2 &:= a_1 \frac{1}{\pi} \\a_{3kj} &:= a_1 \frac{1}{(2\pi)^2} (\Theta_j^2 - \Theta_k^2)\end{aligned}$$

APPENDIX V



UNTERBROCHENE Evol. KALIBRIERUNG



VOLLSTÄNDIGE EVOL. KALIBRIERUNG

