


Therapeutisches Chaos Operationalisierung mit dem Cross LLE

Priv.-Doz. Dr. Dr. Dipl.-Psych. Guido Strunk
guido.strunk@complexity-research.com
www.complexity-research.com

Leben wir in einer komplexer werdenden Welt?

+Ich **Web** Bilder Videos Maps News Google Mail Mehr ▾

Google 

Suche Ungefähr 130.000 Ergebnisse

Gibt es hier ein Muster oder sind das Zufallszahlen?

2 8 8 4 1 9 7 1 6 9 3 9 9 3 7 5 1 0 5 8 2 0 9 7 4 9 4 4 5 9 2 3 0 7
 8 1 6 4 0 6 2 8 6 2 0 8 9 9 8 6 2 8 0 3 4 8 2 5 3 4 2 1 1 7 0 6 7 9
 8 2 1 4 8 0 8 6 5 1 3 2 8 2 3 0 6 6 4 7 0 9 3 8 4 4 6 0 9 5 5 0 5 8
 2 2 3 1 7 2 5 3 5 9 4 0 8 1 2 8 4 8 1 1 1 7 4 5 0 2 8 4 1 0 2 7 0 1
 9 3 8 5 2 1 1 0 5 5 5 9 6 4 4 6 2 2 9 4 8 9 5 4 9 3 0 3 8 1 9 6 4 4
 2 8 8 1 0 9 7 5 6 6 5 9 3 3 4 4 6 1 2 8 4 7 5 6 4 8 2 3 3 7 8 6 7 8
 3 1 6 5 2 7 1 2 0 1 9 0 9 1 4 5 6 4 8 5 6 6 9 2 3 4 6 0 3 4 8 6 1 0
 4 5 4 3 2 6 6 4 8 2 1 3 3 9 3 6 0 7 2 6 0 2 4 9 1 4 1 2 7 3 7 2 4 5
 8 7 0 0 6 6 0 6 3 1 5 5 8 8 1 7 4 8 8 1 5 2 0 9 2 0 9 6 2 8 2 9 2 5
 4 0 9 1 7 1 5 3 6 4 3 6 7 8 9 2 5 9 0 3 6 0 0 1 1 3 3 0 5 3 0 5 4 8
 8 2 0 4 6 6 5 2 1 3 8 4 1 4 6 9 5 1 9 4 1 5 1 1 6 0 9 4 3 3 0 5 7 2
 7 0 3 6 5 7 5 9 5 9 1 9 5 3 0 9 2 1 8 6 1 1 7 3 8 1 9 3 2 6 1 1 7 9
 3 1 0 5 1 1 8 5 4 8 0 7 4 4 6 2 3 7 9 9 6 2 7 4 9 5 6 7 3 5 1 8 8 5
 7 5 2 7 2 4 8 9 1 2 2 7 9 3 8 1 8 3 0 1 1 9 4 9 1 2 9 8 3 3 6 7 3 3
 6 2 4 4 0 6 5 6 6 4 3 0 8 6 0 2 1 3 9 4 9 4 6 3 9 5 2 2 4 7 3 7 1 9

Gibt es hier ein Muster oder sind das Zufallszahlen?

3 . 1 4 1 5 9 2 6 5 3 5 8 9 7 9 3 2 3 8 4 6 2 6 4 3 3 8 3 2 7 9 5 0
 2 8 8 4 1 9 7 1 6 9 3 9 9 3 7 5 1 0 5 8 2 0 9 7 4 9 4 4 5 9 2 3 0 7
 8 1 6 4 0 6 2 8 6 2 0 8 9 9 8 6 2 8 0 3 4 8 2 5 3 4 2 1 1 7 0 6 7 9
 8 2 1 4 8 0 8 6 5 1 3 2 8 2 3 0 6 6 4 7 0 9 3 8 4 4 6 0 9 5 5 0 5 8
 2 2 3 1 7 2 5 3 5 9 4 0 8 1 2 8 4 8 1 1 1 7 4 5 0 2 8 4 1 0 2 7 0 1
 9 3 8 5 2 1 1 0 5 5 5 9 6 4 4 6 2 2 9 4 8 9 5 4 9 3 0 3 8 1 9 6 4 4
 2 8 8 1 0 9 7 5 6 6 5 9 3 3 4 4 6 1 2 8 4 7 5 6 4 8 2 3 3 7 8 6 7 8
 3 1 6 5 2 7 1 2 0 1 9 0 9 1 4 5 6 4 8 5 6 6 9 2 3 4 6 0 3 4 8 6 1 0
 4 5 4 3 2 6 6 4 8 2 1 3 3 9 3 6 0 7 2 6 0 2 4 9 1 4 1 2 7 3 7 2 4 5
 8 7 0 0 6 6 0 6 3 1 5 5 8 8 1 7 4 8 8 1 5 2 0 9 2 0 9 6 2 8 2 9 2 5
 4 0 9 1 7 1 5 3 6 4 3 6 7 8 9 2 5 9 0 3 6 0 0 1 1 3 3 0 5 3 0 5 4 8
 8 2 0 4 6 6 5 2 1 3 8 4 1 4 6 9 5 1 9 4 1 5 1 1 6 0 9 4 3 3 0 5 7 2
 7 0 3 6 5 7 5 9 5 9 1 9 5 3 0 9 2 1 8 6 1 1 7 3 8 1 9 3 2 6 1 1 7 9
 3 1 0 5 1 1 8 5 4 8 0 7 4 4 6 2 3 7 9 9 6 2 7 4 9 5 6 7 3 5 1 8 8 5
 7 5 2 7 2 4 8 9 1 2 2 7 9 3 8 1 8 3 0 1 1 9 4 9 1 2 9 8 3 3 6 7 3 3
 6 2 4 4 0 6 5 6 6 4 3 0 8 6 0 2 1 3 9 4 9 4 6 3 9 5 2 2 4 7 3 7 1 9

Gibt es hier ein Muster oder sind das Zufallszahlen?

3 . 1 4 1 5 9 2 6 5 3 5 8 9 7 9 3 2 3 8 4 6 2 6 4 3 3 8 3 2 7 9 5 0
2 8 8 4 1 9 7 1 6 9 3 9 9 3 7 5 1 0 5 8 2 0 9 7 4 9 4 4 5 9 2 3 0 7

**Komplexe (chaotische) Systeme
imitieren den Zufall beruhen
aber auf (einfachen)
Gesetzmäßigkeiten.**

7 5 2 7 2 4 8 9 1 2 2 7 9 3 8 1 8 3 0 1 1 9 4 9 1 2 9 8 3 3 6 7 3 3
6 2 4 4 0 6 5 6 6 4 3 0 8 6 0 2 1 3 9 4 9 4 6 3 9 5 2 2 4 7 3 7 1 9

Was macht Komplexität aus?



Was macht Komplexität aus?



Was macht Komplexität aus?



Einfach



Kompliziert

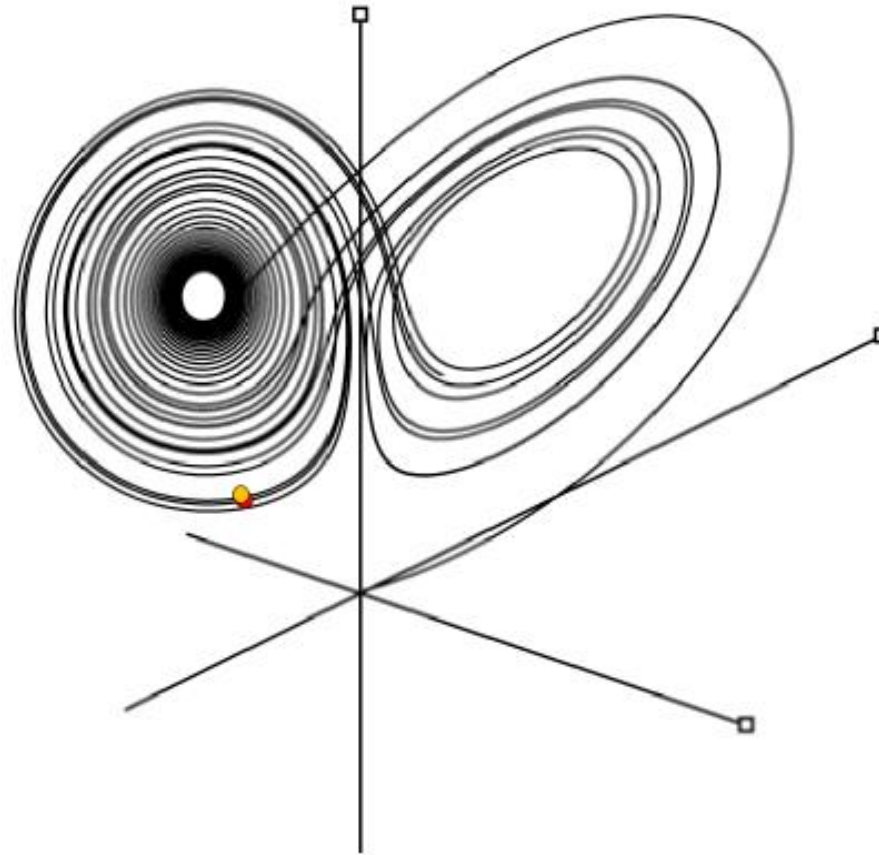
$$C_1 = \sum_{i=1}^N \theta (\vec{x}_i - L)^2 \cdot \frac{1}{(N-1)N}$$



Komplex



Deterministischen Chaos



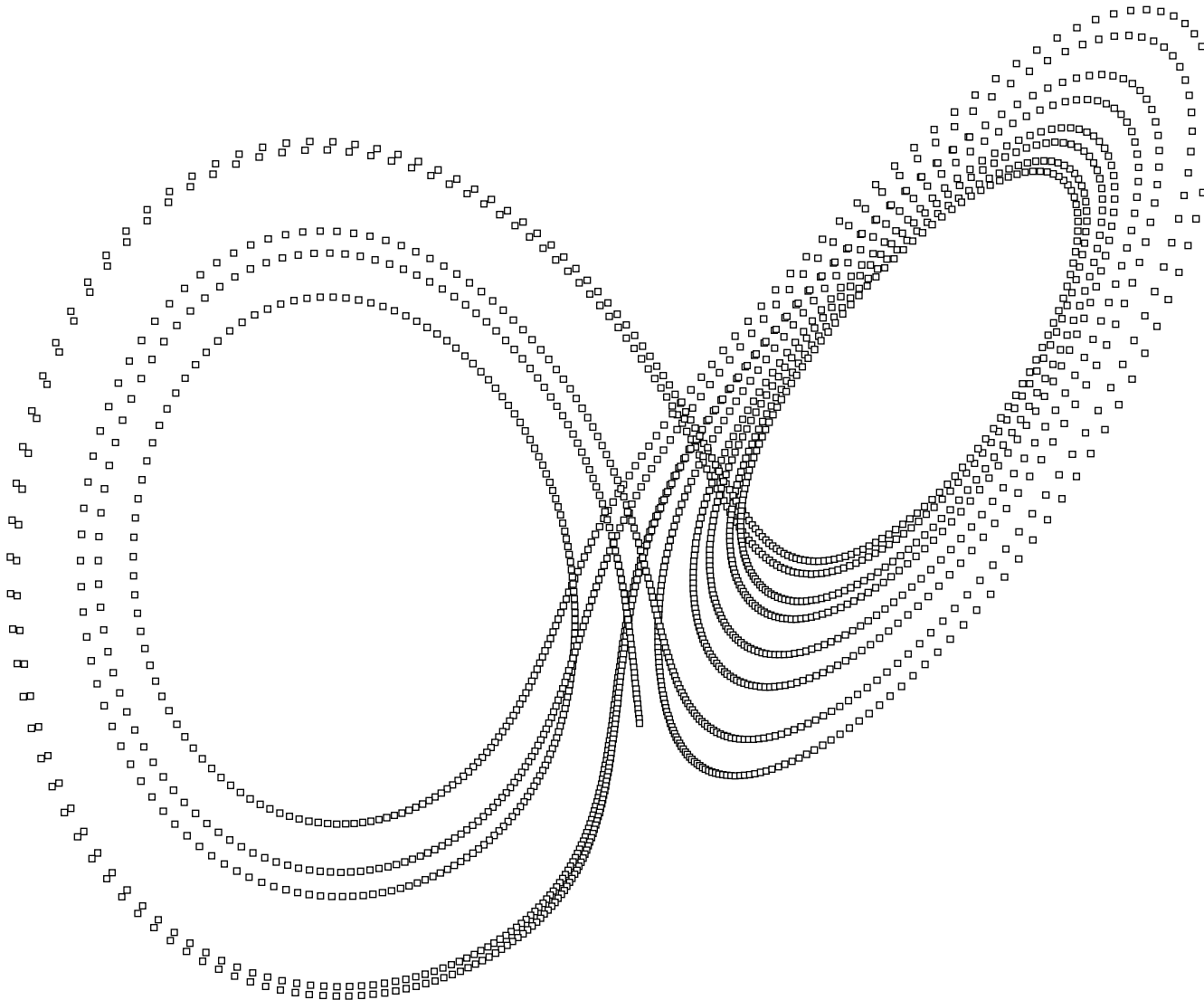
Wachstumsmodell mit Ressourcenbegrenzung

Wachstumsgleichung mit Grenze (Verhulst-System)

$$x = rx - rx^2$$

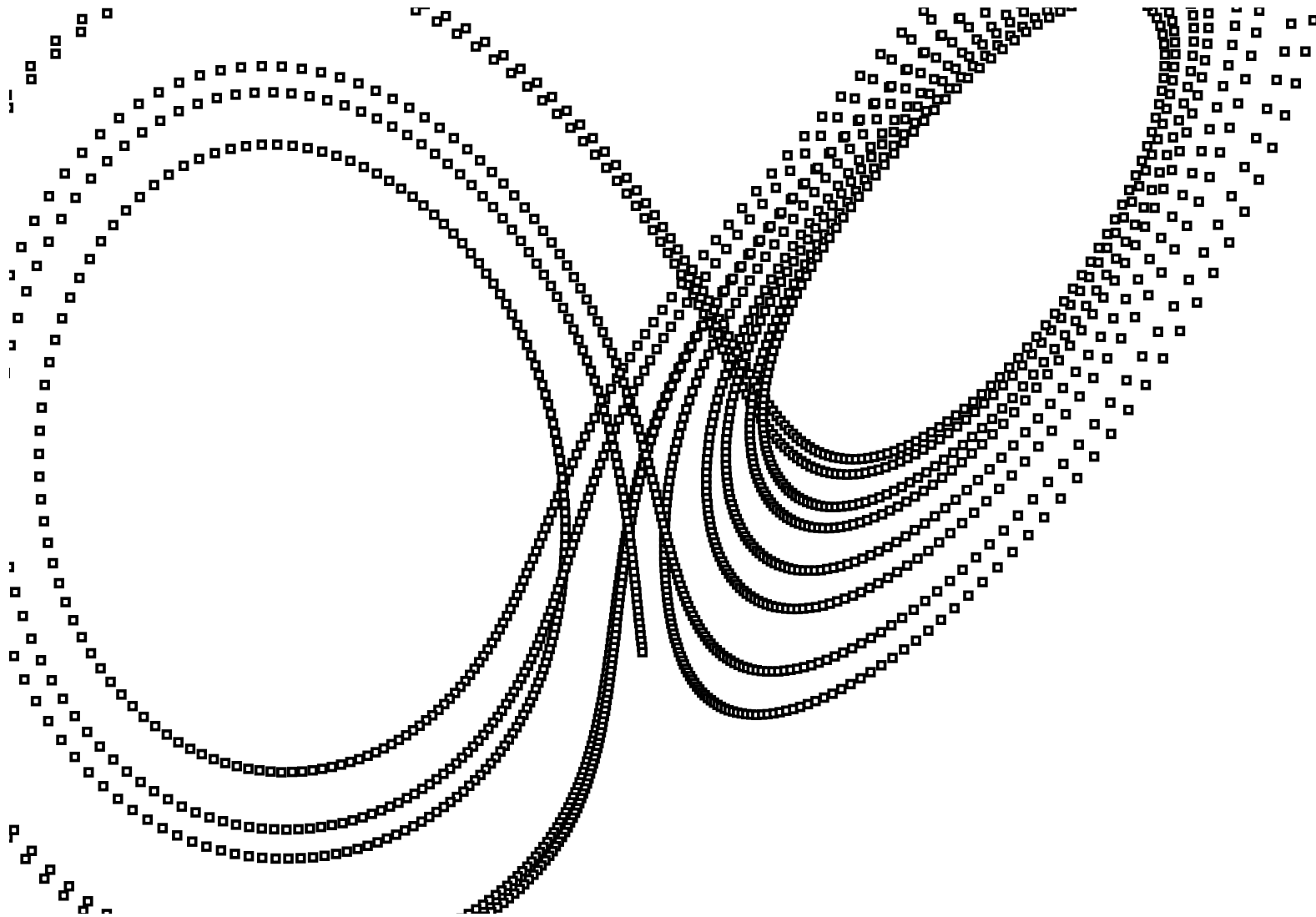
$$x_{n+1} = rx_n (1 - x_n)$$

Chaos operationalisieren

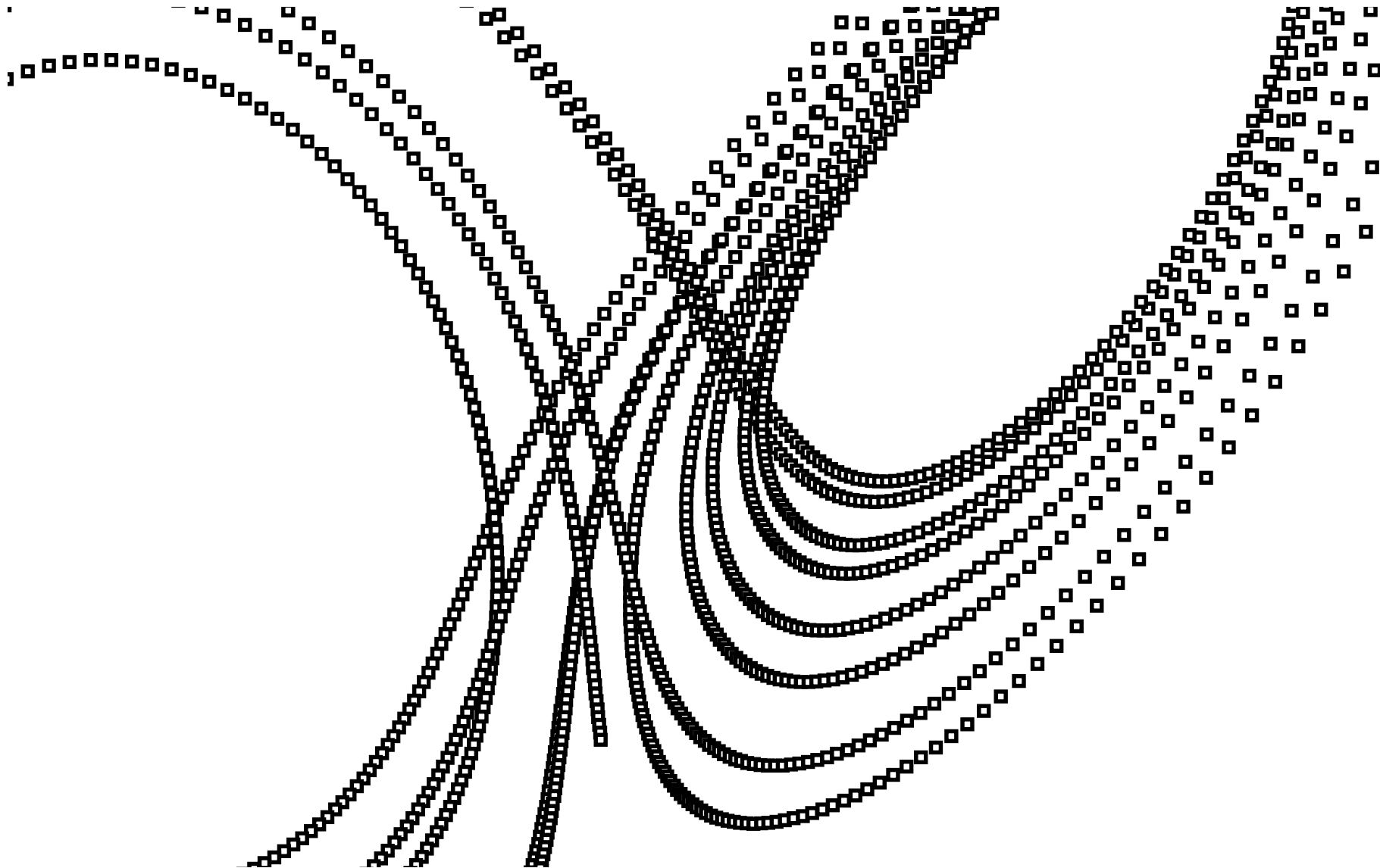


Therapeutisches Chaos

Chaos operationalisieren

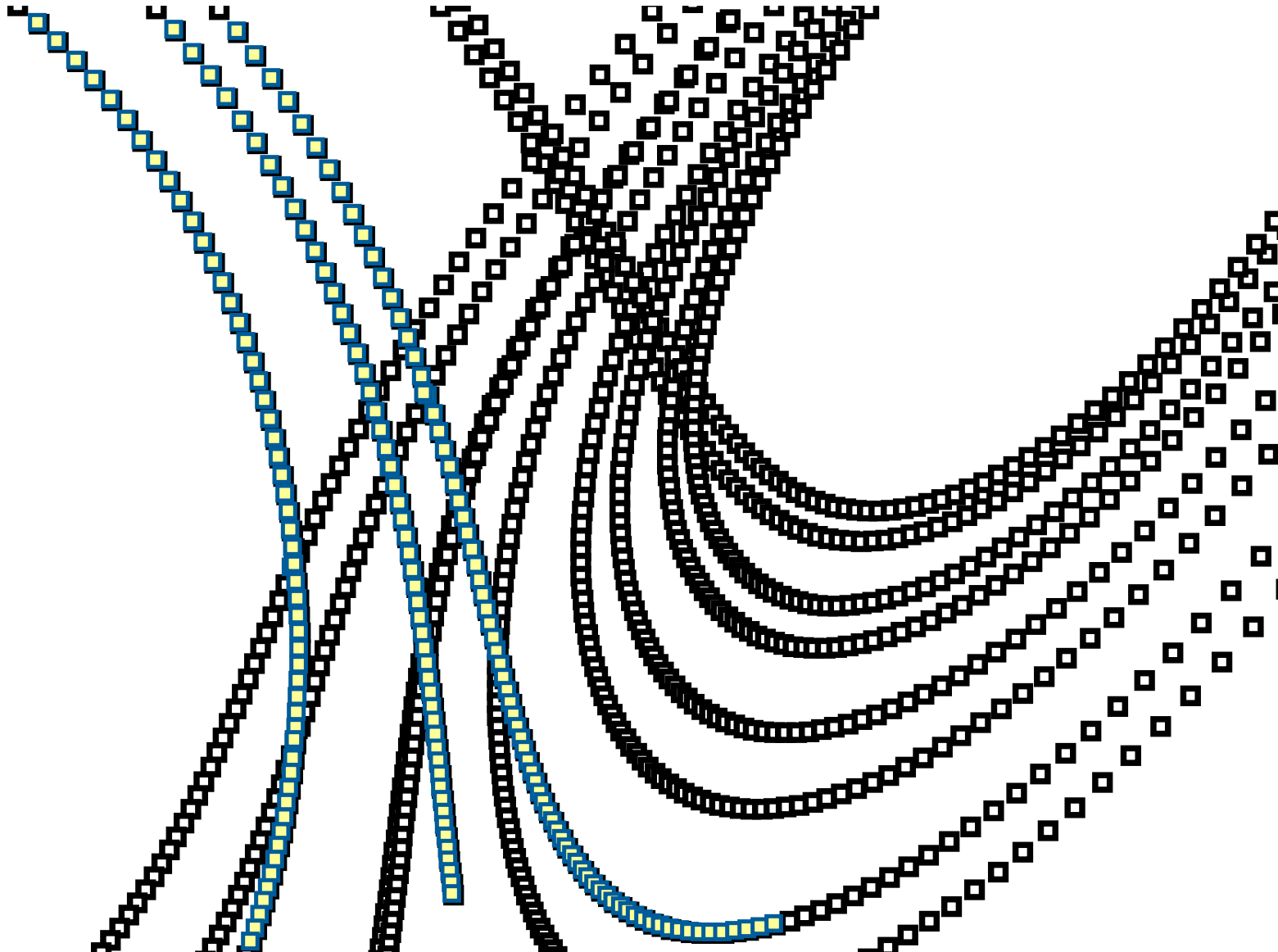


Chaos operationalisieren



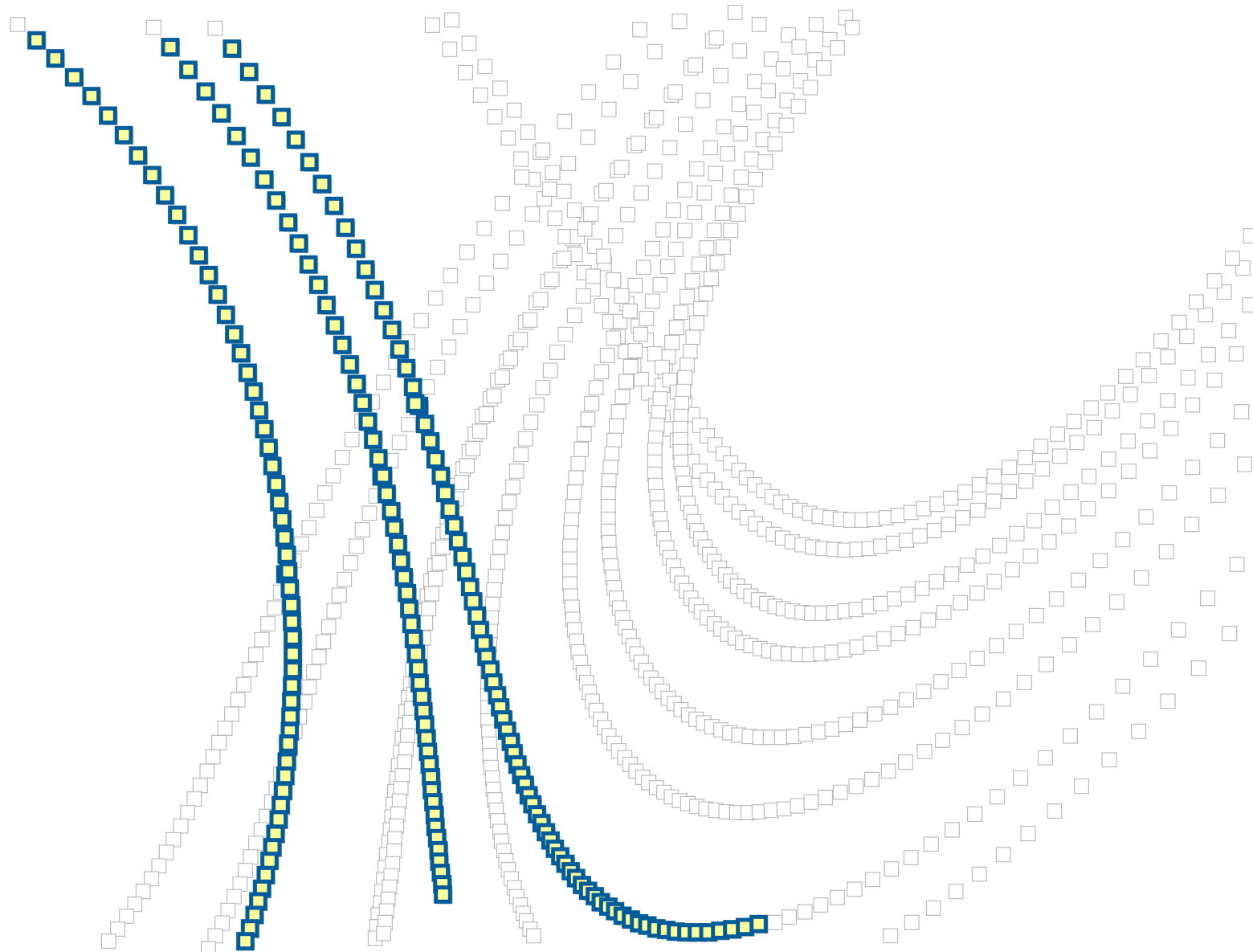
Therapeutisches Chaos

Chaos operationalisieren



Therapeutisches Chaos

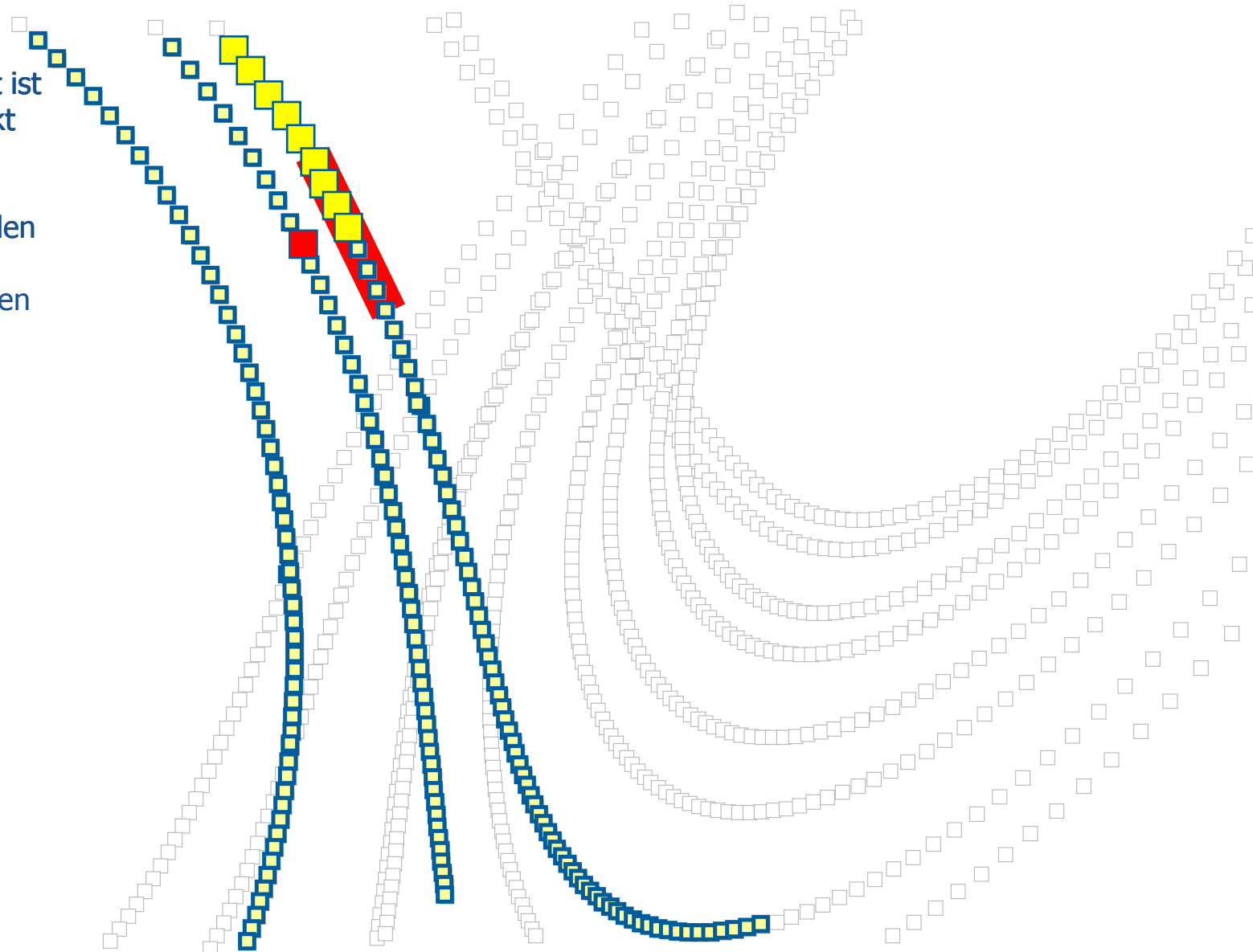
Chaos operationalisieren



Therapeutisches Chaos

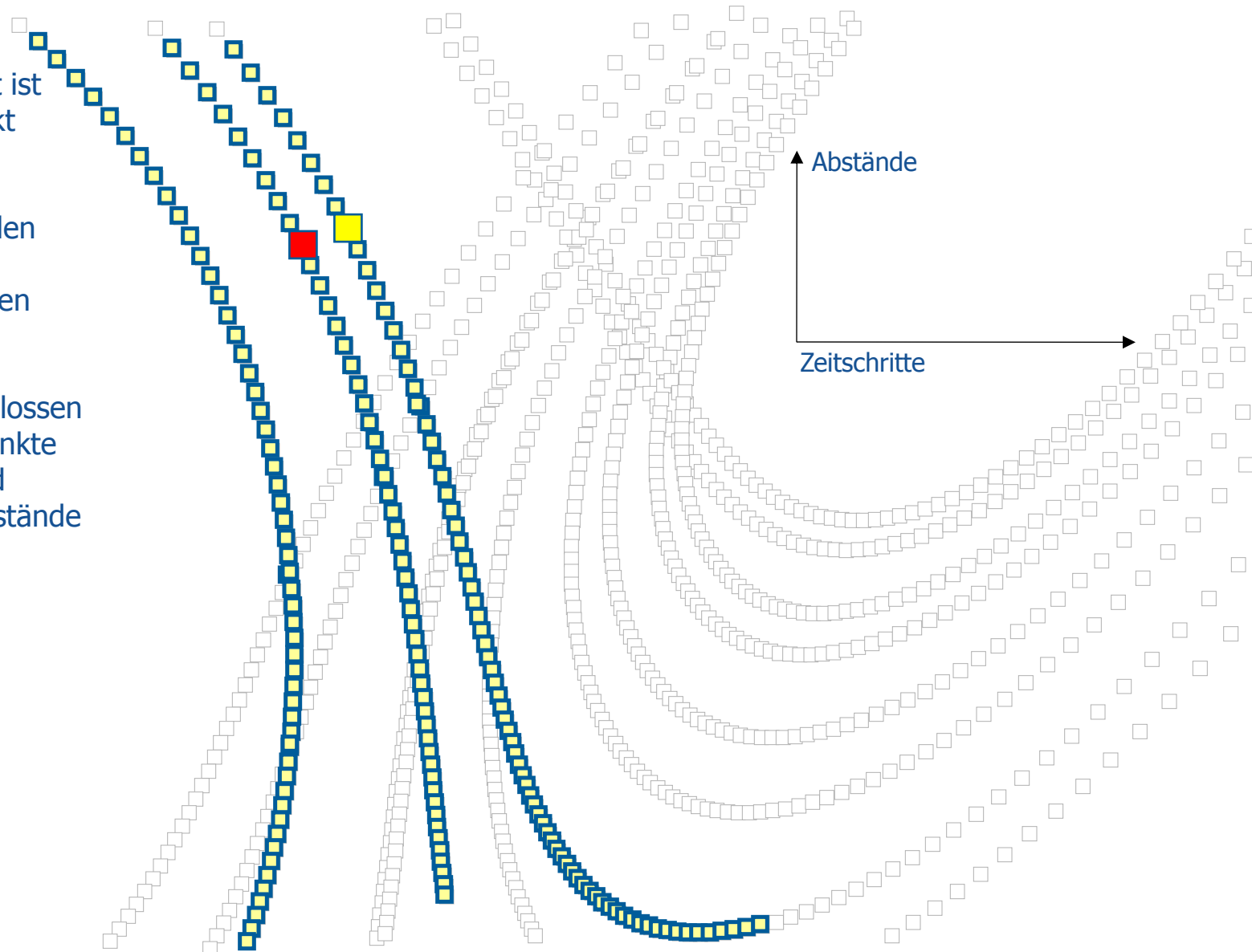
Chaos operationalisieren

1. Jeder Datenpunkt ist einmal Fokuspunkt
2. Ausschluss von Vorgängern und Nachfolgern um den Fokus
3. Suche des nächsten Nachbarn



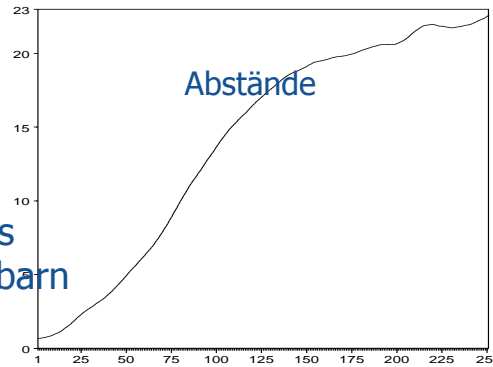
Chaos operationalisieren

1. Jeder Datenpunkt ist einmal Fokuspunkt
2. Ausschluss von Vorgängern und Nachfolgern um den Fokus
3. Suche des nächsten Nachbarn
4. Nachbar wird für Zukunft ausgeschlossen
5. Verfolge beide Punkte eine Zeit lang und registriere die Abstände



Chaos operationalisieren

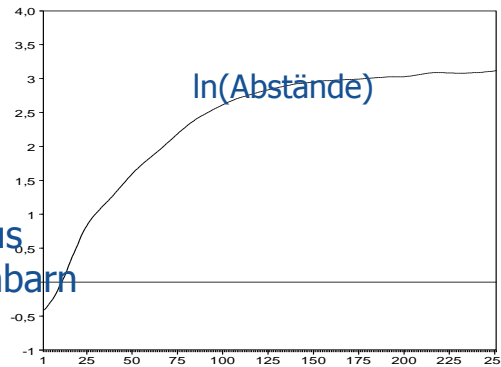
1. Jeder Datenpunkt ist einmal Fokuspunkt
2. Ausschluss von Vorgängern und Nachfolgern um den Fokus
3. Suche des nächsten Nachbarn
4. Nachbar wird für Zukunft ausgeschlossen
5. Verfolge beide Punkte eine Zeit lang und registriere die Abstände
6. Wähle Fokuspunkt direkt nach dem letzten Fokuspunkt und beginne erneut mit 2
7. Wenn alle Punkte bearbeitet sind, mittel die Abstände



Zeitschritte

Chaos operationalisieren

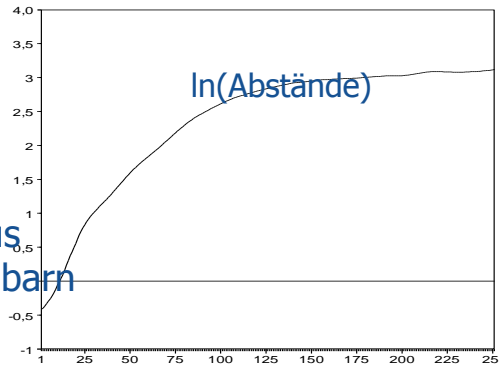
1. Jeder Datenpunkt ist einmal Fokuspunkt
2. Ausschluss von Vorgängern und Nachfolgern um den Fokus
3. Suche des nächsten Nachbarn
4. Nachbar wird für Zukunft ausgeschlossen
5. Verfolge beide Punkte eine Zeit lang und registriere die Abstände
6. Wähle Fokuspunkt direkt nach dem letzten Fokuspunkt und beginne erneut mit 2
7. Wenn alle Punkte bearbeitet sind, mittel die Abstände
8. Logarithmiere die Abstände



Zeitschritte

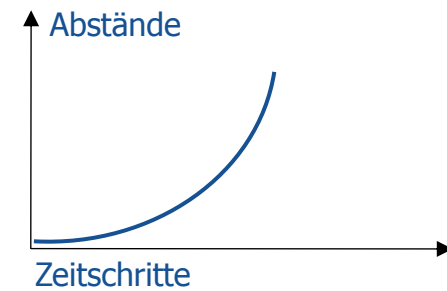
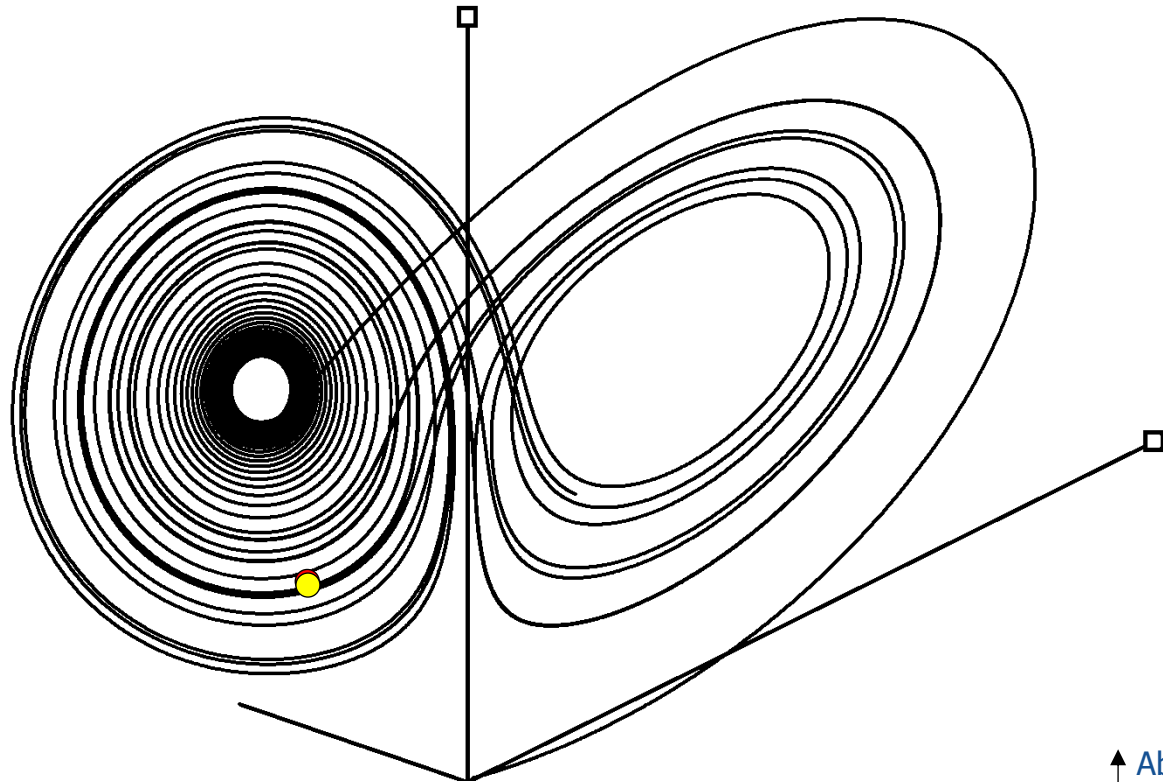
Chaos operationalisieren

1. Jeder Datenpunkt ist einmal Fokuspunkt
2. Ausschluss von Vorgängern und Nachfolgern um den Fokus
3. Suche des nächsten Nachbarn
4. Nachbar wird für Zukunft ausgeschlossen
5. Verfolge beide Punkte eine Zeit lang und registriere die Abstände
6. Wähle Fokuspunkt direkt nach dem letzten Fokuspunkt und beginne erneut mit 2
7. Wenn alle Punkte bearbeitet sind, mittel die Abstände
8. Logarithmiere die Abstände
9. Identifiziere linearen Abschnitt und bestimme die Steigung. Diese ist der LLE

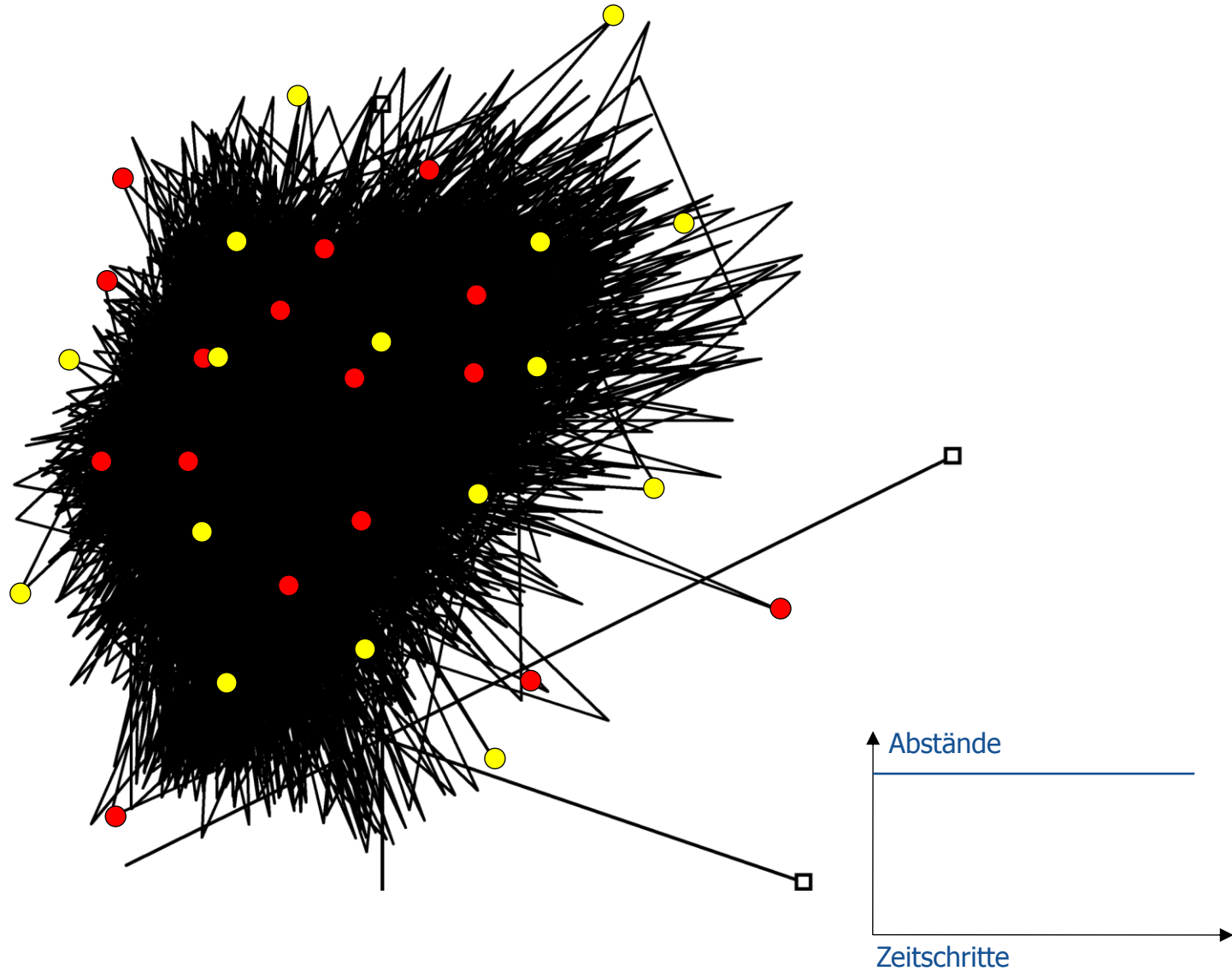


Zeitschritte

Chaos (Komplexität)

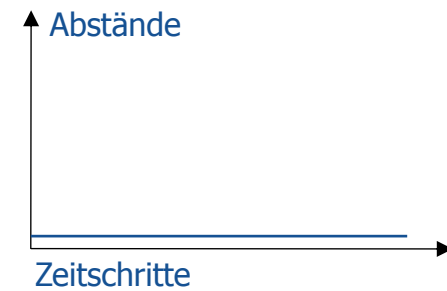
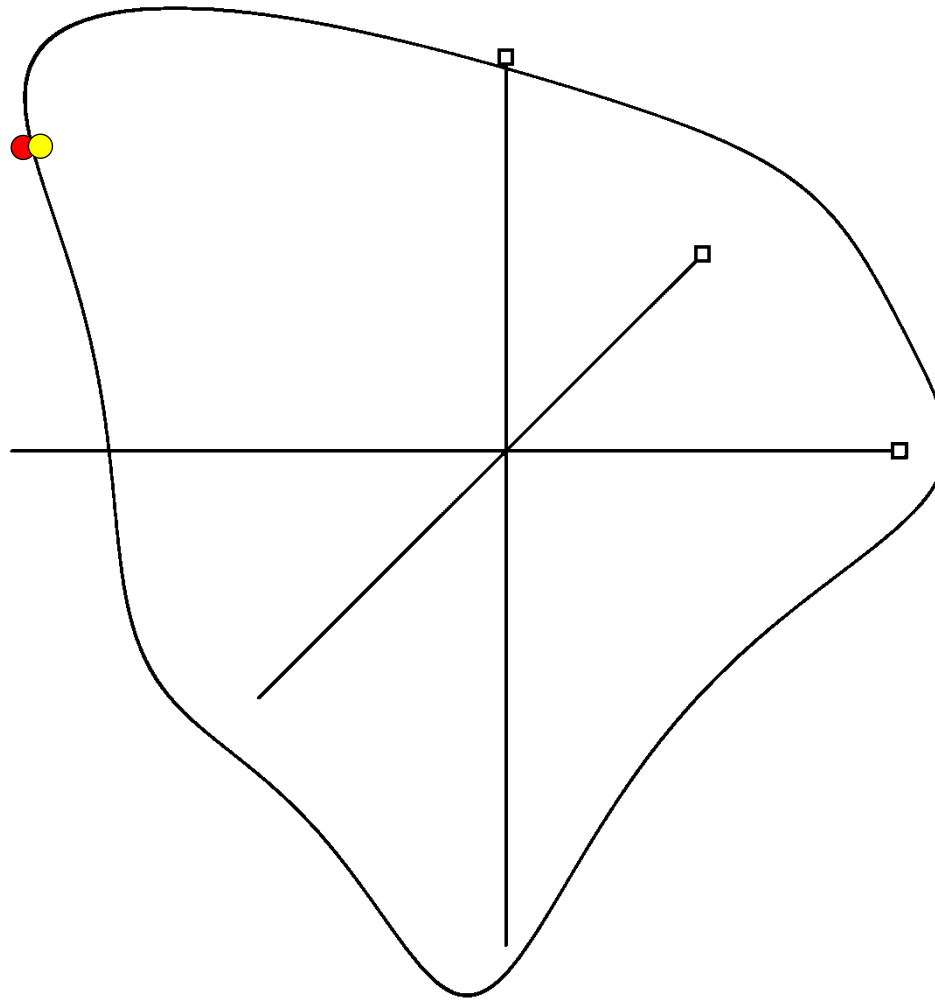


Zufall



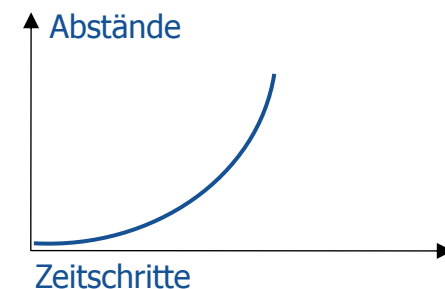
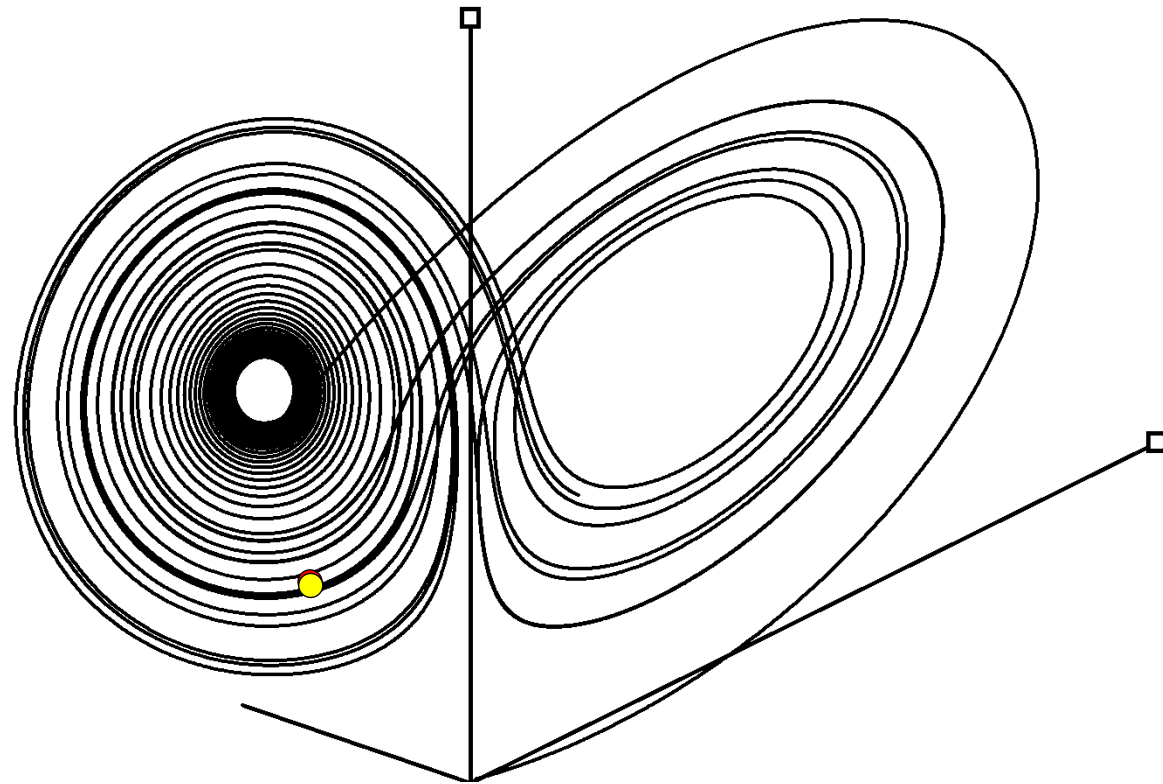
Therapeutisches Chaos

Ordnung (kompliziert)

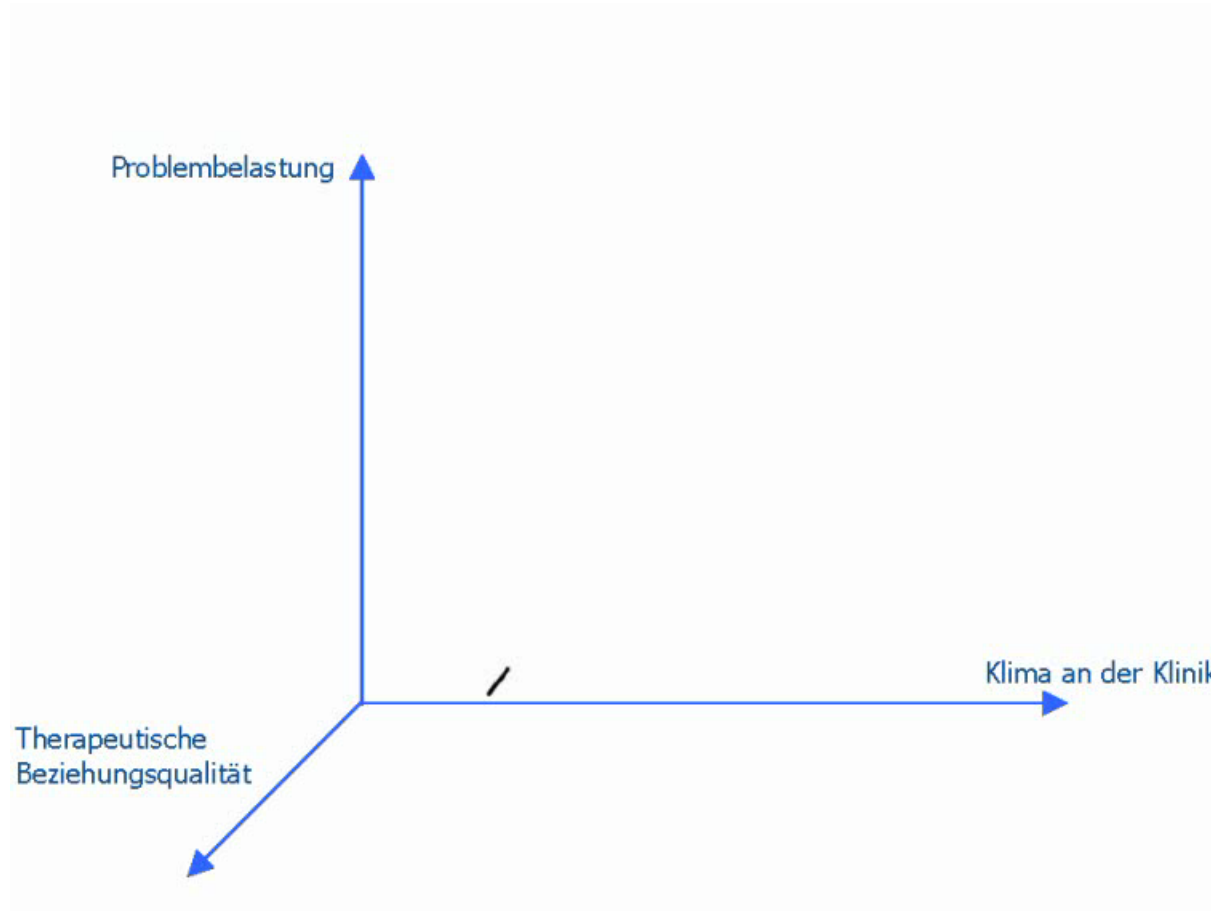


Herausforderungen für die Operationalisierung des therapeutischen Chaos

- Dynamik eines einzigen Systems
- Das System verändert sich nicht
- Für die Berechnung werden extrem viele Messungen benötigt



Therapeutisches Chaos



Therapeutisches Chaos

- Vergleich zwischen mehreren KlientInnen
- Möglichst homogene Diagnosegruppe (Parallelisierung)
- Definierter Startpunkt (Therapiebeginn, Krankheitsbeginn)

Therapeutisches Chaos – Methode

- Die **Fokustherapie** liefert Daten die im **Startzeitraum** liegen, z.B. die ersten 7 (oder 4 oder 14 oder ... ?) Tage der Therapie. Jede KlientIn ist einmal Fokustherapie und liefert für jeden Tag aus dem Startzeitraum Daten.
- Der jeweils am besten passende Datenpunkt aus dem Startzeitraum einer anderen Therapie liefert die **Vergleichstherapie**.
- Wenn aber der beste passende Vergleichspunkt bereits weiter entfernt ist als eine vorher festgelegte **maximale Startdistanz**, dann wird dieser Fokuspunkt ausgeschlossen.
- Jeder Vergleichspunkt für eine Fokustherapie muss aus einer anderen Therapie stammen.
- Fokustherapie und Vergleichstherapie werden für eine beliebige aber genügen lange **Beobachtungszeit** miteinander verglichen (z.B. 25 Tage).
- Die Ergebnisse werden wie beim Rosenstein-Algorithmus gemittelt.
- Exponentiell wachsende Unterschiede bedeuten therapeutisches Chaos.
- Surrogatdatentests und Bootstrap-Analysen können eingesetzt werden um die Ergebnisse statistisch abzusichern.

Phasenraumdarstellung der Daten

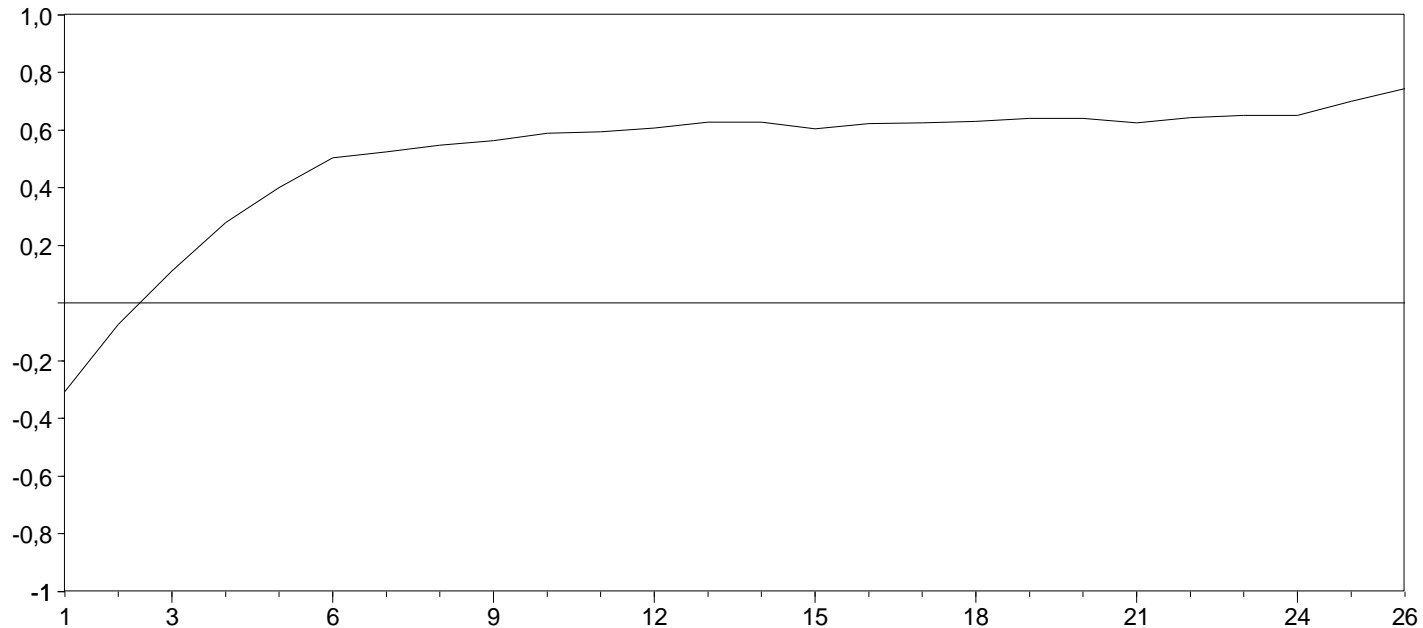
- Rekonstruktion des Phasenraumes aus nur einer Zeitreihe ist möglich aber erfordert die Festlegung der Zahl der Dimensionen und des Time-Lag.
 - Analysen für jeden Faktor einzeln sind möglich.
 - Die Datengrundlage ist aber weitaus dünner als bei einer mehrfaktoriellen Analyse.
 - Die Festlegung der Parameter ist bei diesen Daten (mehrere recht kurze Datensätze in einer gemeinsamen Analyse) nicht einfach.
- Da der TPB aber 5 Faktoren aufweist können diese direkt für die Phasenraumdarstellung genommen.
 - Analysen für Diagnosegruppen, aber nicht für Faktoren möglich.
 - Datengrundlage ist besser.
 - Parameter müssen nicht festgelegt werden.
 - Die Chance auf plötzlich divergierende Prozesse nimmt zu, da alle Faktoren gemeinsam zur Divergenz beitragen.

Dialog in GChaos 25.3

Cross LLE ✕

<div style="border: 1px solid gray; padding: 5px;"> <p>Variable Selection</p> <ul style="list-style-type: none"> Interp Tag Monat Jahr Stunde Minute <li style="background-color: #e0f0ff;">fac1 fac2 fac3 fac4 fac5 * —* —* —* —* item1 item2 item3 item4 item5 item6 item7 item8 item9 item10 Vis11 </div>	<div style="border: 1px solid gray; padding: 5px;"> <p>Settings</p> <p>5 Embedding Dimension</p> <p>1 Time Spacing Delay Calculate (Mutual)</p> <p>1 Vector Spacing (Number of Selected Time-Series)</p> <p>67 Time Column 0 Min Scaling Region</p> <p>68 Case Identification Column</p> <p>Focus Point</p> <p>1 Starting Time</p> <p>7 End Time</p> <p>Reference Point</p> <p>1 Starting Time</p> <p>7 End Time</p> <p>0.92 Max Separation at Start</p> <p>25 Total Steps</p> <p style="text-align: center; border: 1px solid gray; padding: 2px 10px;">Calculate CLLE</p> </div>
Close Stop Mittelwert - Streuung Position	

Beispielerggebnisse



Diagnose: F10– N = 45 (Psychische und Verhaltensstörungen durch Alkohol)
Faktor 1: Therapeutische Fortschritte.
Exponentieller Verlauf für ca. 6 Tage.
CLLE = 0,161 ($r = 0,989$)

Daten

- Daten wurden mit dem TPB des SNS (Schiepek, Aichhorn, Strunk, 2012) erfasst.
- TPB mit 5 Faktoren (CFA akzeptabler Fit), Alpha > 0,83.
- Auswahl von Daten aus der Datenbank des Forschungsinstitutes für Synergetik und neurowissenschaftliche Therapieforschung der PMU (Günter Schiepek) mit derzeit insgesamt 647 KlientInnen.
- Parallelisierung nach Diagnosen mit genügend Datensätzen:
 - F10 – N = 46 (Psychische und Verhaltensstörungen durch Alkohol)
 - F31 – N = 12 (Bipolare affektive Störung)
 - F32 – N = 149 (Depressive Episode)
 - F33 – N = 135 (Rezidivierende depressive Störung)
 - F41 – N = 34 (Andere Angststörungen)
 - F42 – N = 28 (Zwangsstörung)
 - F43 – N = 68 (Reaktionen auf schwere Belastungen und Anpassungsstörungen)
 - F45 – N = 35 (Somatoforme Störungen)
 - F60 – N = 79 (Spezifische Persönlichkeitsstörungen)
 - F61 – N = 20 (Kombinierte und andere Persönlichkeitsstörungen)

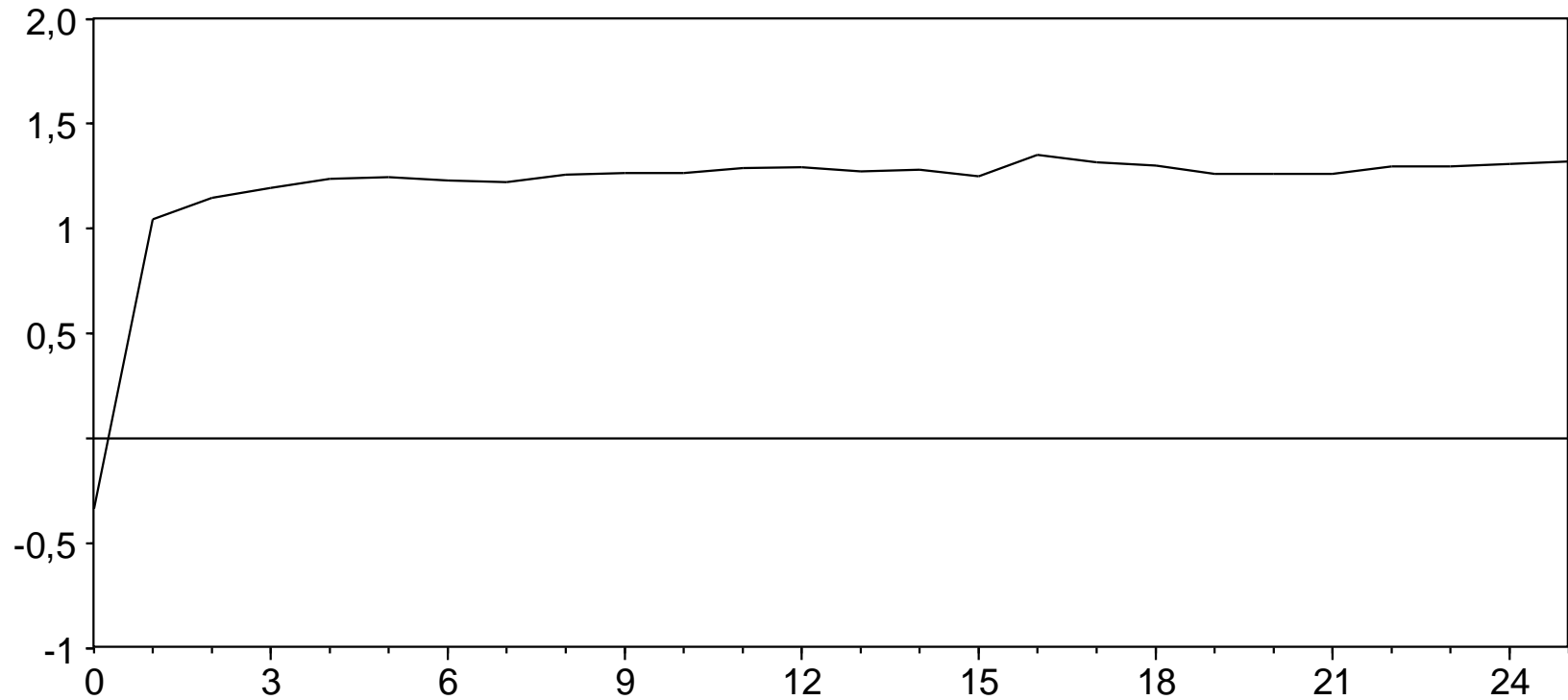
Daten

- Daten wurden mit dem TPB des SNS (Schiepek, Aichhorn, Strunk, 2012) erfasst.
- TPB mit 5 Faktoren (CFA akzeptabler Fit), Alpha > 0,83.
- Auswahl von Daten aus der Datenbank des Forschungsinstitutes für Synergetik und neurowissenschaftliche Therapieforschung der PMU (Günter Schiepek) mit derzeit insgesamt 647 KlientInnen.
- Parallelisierung nach Diagnosen mit genügend Datensätzen:
 - F10 – N = 46 (Psychische und Verhaltensstörungen durch Alkohol)
 - F32 – N = 149 (Depressive Episode)
 - F33 – N = 135 (Rezidivierende depressive Störung)
 - F43 – N = 68 (Reaktionen auf schwere Belastungen und Anpassungsstörungen)
 - F60 – N = 79 (Spezifische Persönlichkeitsstörungen)

Parameter

- Phasenraum: 5 Faktoren des TPB, 5 Dimensionen.
- Startzeitraum: Tage 1-7.
- Maximale Startdistanz: Mittelwert der Startdistanzen ohne vorgegebene Grenze.
- Surrogate: 500 Random Surrogate (Surrogate innerhalb der Therapien). Anmerkung: Für DFT-Surrogate sind die Zeitreihen pro Therapie zu kurz.
- Bootstrapping mit 500 Bootstrap-Samples (einzelne Paare aus Focus und Referenz werden zufällig ein- oder ausgeschlossen, Ziehung mit Zurücklegen: das N bleibt konstant).

Beispielerggebnis (mehrfaktorieller Phasenraum) F60



Ergebnisse

	Cross LLE	Bootstrapping		Surrogate	
		-CI95	+CI95	Cross LLE	T-Test
F10	1,081	1,003	1,158	1,189	2,330**
F32	1,512	1,471	1,550	1,624	11,789**
F33	1,452	1,404	1,500	1,573	4,813**
F43	1,248	1,190	1,305	1,400	5,487**
F60	1,383	1,322	1,445	1,557	4,345**

Schlussfolgerungen (unter Vorbehalt)

- Die Verhaltensdynamik der KlientInnen ist (auch) innerhalb der Diagnosegruppen nicht langfristig prognostizierbar.
- Die schnelle Divergenz der Prozesse verweist auf eine dramatisch eingeschränkte Prognose.
- Es scheint Unterschiede zwischen den Diagnosegruppen zu geben.
- Unterschiede zeigen sich bereits in der Startdistanz. Diese kann ein weiteres statistisches Maß für die Homogenität einer Diagnosegruppe sein. Erste Analysen nur für die Startdistanz liefern konsistente und spannende Ergebnisse.

Vorbehalte

- Die Parallelisierung ist noch nicht ideal und Einflüsse von Alter, Geschlecht, Nebendiagnosen, wiederholter Therapie etc. sind derzeit noch unbekannt. Sensitivitätsanalysen sind nötig.
- Die Parametrisierung der Berechnungsmethodik ist variierbar, z.B. Startzeitraum, maximale Startdistanz.
- Die maximale Distanz ist bereits nach dem ersten Tag erreicht. Das sieht nach Zufall aus. Der Surrogatdatentest zeigt, dass Zufall das Verhalten noch dramatischer auseinander treibt. Dennoch ist das keine allmähliche exponentielle Divergenz.