



# Simulationsspiel

für Psychotherapie und Beratung

[www.psysim.at](http://www.psysim.at), [www.psysim.com](http://www.psysim.com), [www.psysim.de](http://www.psysim.de)

## Grundlagen & Handbuch



## EINLEITUNG

Auf dem Feld der Psychotherapie wird seit Jahren daran gearbeitet, ihre Wirkfaktoren zu identifizieren. Seit neuerer Zeit hat ein engmaschiges, internet-basiertes Prozessmonitoring in die psychotherapeutische Routinepraxis Einzug gefunden (Synergetisches Navigationssystem, SNS).

Beides zusammen erfordert eine Modellbildung, welche die (nichtlinearen) Wechselwirkungen dieser Wirkfaktoren formalisiert und damit Prozesse (in Form von Zeitreihendaten) erklärt, mit anderen Worten, die Netzwerkdynamik von Psychotherapie simuliert. Damit kommen Verfahren der mathematischen Modellbildung zum Zug, welche dem gegenständlichen Simulationsspiel *PsySim* als Theoriebasis zugrunde liegen und mit diesem auf experimentelle Weise erschlossen werden können.

### „Synergetisches Prozessmanagement“ in der Psychotherapie

Die Erfahrungen der Psychotherapie auf Basis eines allgemeinen Modellsystems von Veränderung in der Psychotherapie, wie sie diesem Spiel zu Grunde liegt, haben zur Entwicklung des sogenannten *Synergetischen Prozessmanagements* geführt. Dieses umfasst als wichtigste Schritte

- die Erfassung der Ressourcen und Entwicklungspotentiale des Klienten
- die individuelle („idiographische“) Modellierung des Klientensystems
- die Abbildung dieses Systems in einem Set von Variablen (sog. „Ordnungsparameter“)
- die hochfrequente (tägliche) Erfassung des Befindens des Klienten mittels des internet-basierten Feedbacksystems (SNS), sowie
- die regelmäßige Reflexion des Klienten gemeinsam mit dem/den Therapeuten, sowie des Verlaufs der Therapie im kollegialen Team
- die Auswertung auf Basis von Messgrößen, die aus der synergetischen Betrachtung der Dynamik der Systemvariablen im SNS abgeleitet werden.

Dabei basieren Aufbau und kunstgerechte Durchführung des synergetischen Prozessmanagements auf den sogenannten *generischen Prinzipien* (s.u.), welche in allgemeiner Form die Bedingungen jeglicher Veränderung komplexer dynamischer Systeme umfassen und formalisieren.

### Prozesskompetenz in der Synergetik: Generische Prinzipien, Wissen und Intuition

Eine zentrale Voraussetzung für das Verständnis synergetischen Prozessmanagements ist die grundlegende Kenntnis des Verhaltens nichtlinearer dynamischer Systeme. Diese umfasst erstens ein gründliches Wissen sowohl über ihre mathematisch-theoretischen Grundlagen als auch über die *generischen Prinzipien*, welche eine Form von Transferprinzipien der Theorie auf jede Form humaner Organisation darstellen – seien es nun intrapsychische Vorgänge oder Vorgänge in Teams und Organisationen verschiedenen Maßstabs.



Zum zweiten erscheint in gewisser Grad an Erfahrung ihrer Anwendung in Veränderungsprozessen erforderlich, sei es in der Psychotherapie oder in Beratungssettings, wie dem Coaching oder den Prozessen der Organisationsentwicklung.

Schließlich ist eine dritte Fähigkeit von hervorragender Bedeutung für Prozesskompetenz im Umfeld des synergetischen Prozessmanagements: Nämlich das intuitive Wissen - erworben durch Erfahrung - über das Verhalten solcher Systeme. Wesentlich und zentral für die Sicherheit in der Gestaltung synergetischer Prozesse (weit über die mathematischen Grundlagen hinaus) erscheint uns jede Art konkreter Erfahrung mit ihren Prozessen.

Mit dem vorliegenden Simulationsspiel *PsySim* kann in einer Art Trockenübung auf spielerische Weise Erfahrung anhand eines mathematischen Modells erworben werden über die Art, wie sich die Grundlagen in konkreten *Zeitreihen* äußern, welchen Einfluss verschiedene Formen von *Rauschen* auf das dynamische Verhalten des Systems haben können, ob und wie *Interventionen* Einfluss auf einen virtuellen Therapieverlauf haben. Auch den *Einfluss von Kompetenzen und Beziehungsparametern* des Klienten und des Beziehungsverhältnisses zwischen Klient und Berater/Therapeut in Form von sogenannten *Kontrollparametern* kann Erfahrung gesammelt werden.

Ein entscheidender Schritt ist in diesem Zusammenhang die *Modellierung des Zirkelbezugs zwischen den Traits*, also persönlichen Voraussetzungen des Klienten *und den Variablen des Systems aus Kognitionen, Emotionen und des Verhaltens (KEV)* des Klientensystems. Diese komplexe Kreiskausalität wurde in der sogenannten *state-basierten trait-Dynamik* modelliert und steht in *PsySim* zur Verfügung.

Um die Entsprechung zwischen Modellbildung und Simulation einerseits und konkreten Veränderungsprozessen in Psychotherapie und Beratung erkennbar und erfahrbar zu machen, berichten wir im nachfolgenden Grundlagenartikel auch beispielhaft über ein solches Projekt.

Darüber hinaus werden einige Kriterien und Zielsetzungen der mathematischen Modellierung in der Psychotherapieforschung benannt.



## Grundlagen I: Mathematik der Psychotherapie

Günter Schiepek & Helmut Schöller

**Zusammenfassung:** Seit Jahren wird daran gearbeitet, die Wirkfaktoren der Psychotherapie zu identifizieren, und seit neuerer Zeit hat ein engmaschiges, internet-basiertes Prozessmonitoring in die psychotherapeutische Routinepraxis Einzug gefunden. Beides zusammen erfordert eine Modellbildung, welche die (nichtlinearen) Wechselwirkungen dieser Wirkfaktoren formalisiert und damit Prozesse (in Form von Zeitreihendaten) erklärt, mit anderen Worten, die Netzwerkdynamik von Psychotherapie simuliert. Damit kommen Verfahren der mathematischen Modellbildung zum Zug. Beispielhaft wird hier über ein solches Projekt berichtet. Darüber hinaus werden einige Kriterien und Zielsetzungen der mathematischen Modellierung in der Psychotherapieforschung benannt.

**Schlüsselbegriffe:** Psychotherapeutischer Prozess, mathematische Modellierung, Computersimulation, Prozessmonitoring

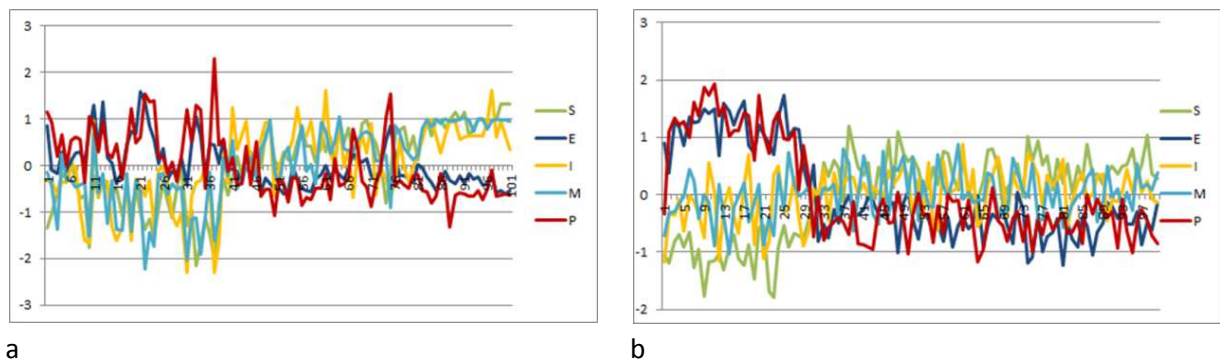
Mathematische Modellierungen sind in der Psychologie ungewöhnlich, in der Psychotherapieforschung noch ungewöhnlicher, und man mag berechtigterweise nach ihrem Sinn fragen. Zunächst handelt es sich nur um eine Anwendung mehr in der Mathematischen Psychologie, welche die Formalisierung von Theorien und die systematische Organisation von Daten zum Zweck hat (Falmagne, 2005; Heath, 2000). Derartige Bemühungen sind auch in der Klinischen Psychologie und der Psychiatrie nicht neu, z.B. haben Schiepek et al. (1992) bereits vor 25 Jahren die von Ciompi und Müller (1976) beschriebenen Verlaufsmuster der Schizophrenie in einem 5-Variablen-Modell simuliert.

In den theoretischen Neurowissenschaften (systems neuroscience) sind mathematische Modellierungen unverzichtbar: „Offensichtlich hat die Evolution das Gehirn mit Mechanismen zur Selbstorganisation ausgestattet, die in der Lage sind, auch ohne eine zentrale Instanz globale Ordnungszustände herzustellen. (...) Wir werden zur Analyse und Beschreibung dieser Systemzustände mathematisches Rüstzeug und den Einsatz sehr leistungsfähiger Rechner benötigen. Und wir werden das gleiche Problem haben, mit dem die moderne Physik konfrontiert ist. Die Modelle werden unanschaulich sein und vermutlich auch unserer Intuition von der Verfasstheit unserer Gehirne widersprechen“ (Singer, 2007). Innovativen Methoden der nichtinvasiven Neurostimulation (z.B. dem Coordinated Reset bei chronischem tonalen Tinnitus, Tass et al., 2012) oder der Konnektivitätsanalyse neuronaler Netze (z.B. Functional Connectivity Dynamics, Hansen et al., 2015; nonlinear DCM, Stephan et al., 2008) liegen Simulationen neuronaler Netzwerke und ihrer Dynamik zugrunde (z.B. Leon et al., 2013; Messé et al., 2015; Tass, 2003). Aus Simulationen pathologischer Netzwerkdynamiken bei psychischen Störungen (z.B. MDD, Ramirez-Mahaluf et al., 2015) lassen sich –so die Hoffnung – in Zukunft spezifische therapeutische Verfahren ableiten und im



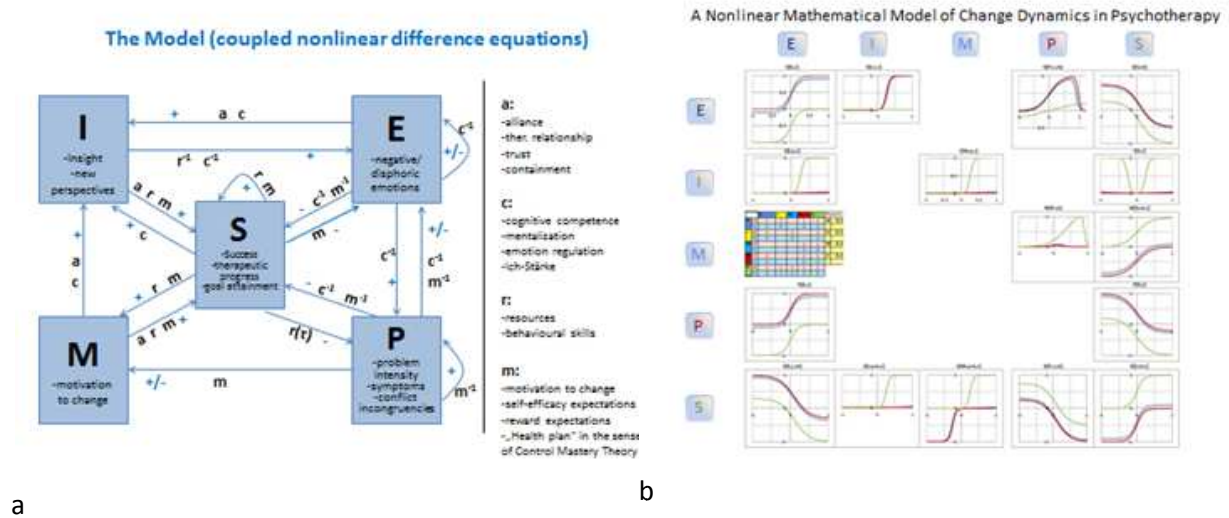
Modell prüfen. Zum experimentum in vitro und in vivo kommt das „experimentum in silico“, also das Experiment im Computermodell.

Ein spezieller Bedarf ergibt sich nun aber tatsächlich auch in der Psychotherapieforschung. Erstens liegen hier Befunde zu unterschiedlichen Wirkfaktoren vor, die isoliert nebeneinander stehen (Duncan et al., 2010). Für die einzelnen Wirkfaktoren werden unterschiedliche Impactwerte für den Therapieeffekt (prozentualer Beitrag zur Outcomevarianz) geschätzt, eine Vorstellung über deren nichtlineares und rekursives Zusammenwirken gibt es allenfalls aber in Form von qualitativen Modellen (das bekannteste dürfte das „Generic Model“ von Orlinsky et al. (1994, 2004) sein). Eine Formalisierung der die Variablen verbindenden Funktionen steht nun an. Zweitens ist Psychotherapie ein Prozess, und dieser Prozess kann seit einigen Jahren mit Internet-basierten Verfahren engmaschig erfasst und abgebildet werden (Schiepek et al., 2016). Wir verfügen also über umfassende Verlaufsdaten, die einer Erklärung bedürfen (Abb.1). Das Explanandum der Psychotherapieforschung ist der Prozess.



**Abb. 1:** (a) Verlauf eines psychotherapeutischen Prozesses. Die Darstellung beruht auf täglichen Einschätzungen (100 Messpunkte) mit Hilfe des Therapie-Prozessbogens, erfasst mit Hilfe des Internet-basierten Synergetischen Navigationssystems (SNS). Problem- und Symptomausprägung (P), therapeutische Fortschritte, Erfolg (S), Veränderungsmotivation (M), Emotionsintensität (E), und Einsicht bzw. Entwicklung neuer Perspektiven (I). (b) Simulierter Therapieverlauf, beruhend auf den gleichen Variablen.

Nun braucht man nur eins und eins zusammenzuzählen: Netzwerkmodelle (z.B. zwischen Wirkfaktoren) müssen in dynamischer Weise formalisiert werden (z.B. in gekoppelten Differenzgleichungen), um Prozesse und dynamische Muster zu erzeugen. In einem Theorieprojekt an unserem Institut beziehen wir uns auf fünf Variablen bzw. Wirkfaktoren: Problem- und Symptomausprägung (P), therapeutischer Fortschritte (S), Veränderungsmotivation (M), Emotionsintensität (E), sowie Einsicht bzw. Entwicklung neuer Perspektiven (I). Die Auswahl dieser Variablen ist daraus motiviert, dass Klientenvariablen eine zentrale Rolle im Konzert der therapeutischen Wirkfaktoren spielen (Bohart & Tallman, 2010; Orlinsky et al., 2004), und dass genau diese fünf Variablen in einem standardisierten Therapieprozessbogen, der seit Jahren zur Verlaufserfassung (tägliche Selbsteinschätzungen von Klienten/-innen mit Hilfe eines Internetbasierten Systems), als Faktoren vorliegen. Die Prozessdaten können nun zur Validierung des Modells herangezogen werden.



**Abb. 2:** (a): Die Struktur des Wirkfaktorenmodells: P, S, M, E, I sind die Variablen, a, c, r, m die Parameter des Modells. (b): Graphische Veranschaulichung der Funktionen, welche die Wirkung der Variablen aufeinander vermittelt. Die genaue Form der Funktionen wird durch die Ausprägung der Parameter bestimmt.

Das Modell (Abb. 2) formuliert Annahmen über die Wirkung der einzelnen Variablen aufeinander, die in nichtlinearen Funktionen dargestellt sind. Die vier Parameter des Modells sind als Dispositionsgrößen zu verstehen, welche die Form der Funktionen und damit die Wechselwirkung zwischen den Variablen beeinflussen (Schiepek et al., im Druck). Inhaltlich sind die Parameter wie folgt zu interpretieren: Fähigkeit zu einer vertrauensvollen Therapiebeziehung und Qualität der Arbeitsbeziehung (a), kognitive Kompetenzen, z.B. Mentalisierungsfähigkeit und Emotionsregulation (c), Verhaltensressourcen und Skills (r), sowie Selbstwirksamkeit und Belohnungserwartung (m). Das Modell enthält nun fünf nichtlineare gekoppelte Differenzgleichungen, wobei jede die Veränderung einer Variablen über die Zeit in Abhängigkeit von anderen Variablen und gegebenenfalls von sich selbst beschreibt.

Die Modellierung reproduziert wesentliche Merkmale psychotherapeutischer Verläufe, z.B. chaotische Dynamik, parameterabhängige Phasenübergänge, plausible Relationen zwischen den Variablen, Multistabilität, geringe oder keine Wirkung von Interventionen in stabilen Phasen und bei konstanten Parameterwerten, dagegen deutliche Wirkung in kritischen Phasen und eine verlaufsabhängige Modulation der Parameter (interpretierbar als Persönlichkeitsänderung). Die Dynamik des Systems hängt nicht nur von den Startwerten und vom Input in das System ab, sondern wesentlich auch von den Parametern. Diese definieren in der inhaltlichen Interpretation des Modells die Kompetenzen und Vorbelastungen eines Patienten (traits). Umgekehrt können aber konkrete Erfahrungen in einer Therapie und im Leben (Dynamik der Variablen, states) eine Veränderung der traits bewirken. Ohne Parameteränderung keine nachhaltigen Therapieeffekte. Die Veränderung der traits ist im Modell in eigenen weiteren Gleichungen definiert, welche die Veränderung der Parameter in Abhängigkeit von den Variablen beschreiben. Es liegt also eine Kreiskausalität zwischen traits und states vor.

Unter bestimmten Bedingungen und bei externer Stimulation (dynamic noise) verlaufen empirische (reale) und simulierte Therapieprozesse sehr ähnlich (Abb. 1). Über diese Ähnlichkeit hinaus leisten formale Modellierungen noch weiteres:

Modelle (und damit auch Theorien) sind grundsätzlich selektiv, abstrahierend und perspektivenabhängig, also nie „ganzheitlich“ (Stachowiak, 1978). Formalisierungen zwingen aber



noch mehr als verbale oder nur als Graphiken veranschaulichte Modelle dazu, diese Selektionen und Abstraktionen explizit zu machen. Man kann nicht im Vagen bleiben, sondern muss jeden Schritt transparent machen und mathematisch ausformulieren. Es wird erkennbar, welche Zusatzannahmen erforderlich sind, um bestimmte Effekte zu erzielen.

Diese Präzision macht aber auch angreifbar, weil durchschaubar. Das Vorgehen macht Probleme der Modellbildung deutlich, die man bei nur verbalen Beschreibungen kaum entdeckt hätte. Rhetorische Nebelbomben sind praktisch unmöglich.

Mathematische Modelle erbringen Emergenzleistungen, die ansonsten kaum möglich wären. Eine davon ist die Generierung von Prozessen, die im Grunde von allen Theorien des Lernens, der Entwicklung und der Veränderung erwartet werden müsste. Nur in Prozessen finden sich Phänomene wie Chaos, selbstorganisierte Kritikalität, emergente Schwellen, Stabilität und (kritische) Instabilität, Phasenübergänge, differentielle Reagibilität auf Interventionen oder die Modulation von Prozessmustern durch Rauschen. Der Mehrwert von Simulationen liegt in den (emergenten) dynamischen Eigenschaften, die nicht schon als Annahmen hineingepackt wurden.

Nichtlineare Modelle der Psychotherapie erweitern auch unsere Vorstellung von Interventionen über einen simplen Input-Output-Mechanismus hinaus. Unter bestimmten Bedingungen (Multistabilität) geht es darum, mit explorativen Strategien das Systemverhalten in einen anderen (aber potenziell vorhandenen) Attraktor zu „kicken“, unter anderen Bedingungen darum, über das Verhalten der Variablen die Kontrollparameter des Systems zu beeinflussen, unter wieder anderen Bedingungen das System einfach unspezifisch anzuregen (dynamic noise), denn allein schon dadurch sind Ordnungsübergänge möglich.

Über Computersimulationen lassen sich Therapiespiele generieren, die für die Therapieausbildung von Nutzen sein können, weil sie zeigen, wie kontraintuitiv und unvorhersehbar sich „Menschen“ verhalten können. Das Gegenteil von „gut“ ist hier oft „gut gemeint“.

Modelle lassen sich in Computereperimenten testen, die aus praktischen oder ethischen Gründen in vivo nicht möglich wären. Modelle haben auch die Aufgabe, für empirische Studien Hypothesen zu generieren und zu kreativen Designs bei Validierungsstudien anzuregen.

Ob mathematische Modelle im Einzelfall die präziseren Vorhersagen liefern, sei dahingestellt – da müsste man die Ausgangs- und Randbedingungen des jeweiligen Einzelfalls schon sehr genau kennen. Im Falle nichtlinearer und damit oft auch chaotischer Systeme kann die Wikipedia-Aussage (Stichwort „Mathematische Psychologie“) „Mathematische Formalisierungen haben den Vorteil, dass sie genauere Vorhersagen erlauben“ jedenfalls angezweifelt werden.

Immerhin sollte deutlich werden, dass wir uns mit mathematischen Modellierungen und Simulationen nicht nur auf eine interessante Spaß-Spielwiese begeben, sondern wo immer es um die Interaktion von Wirkfaktoren und um Veränderungsprozesse geht, auf dieses Instrumentarium angewiesen sind.



## Grundlagen II: Generische Prinzipien

Die generischen Prinzipien sind Bedingungen für das Schaffen gelingender Selbstorganisations- und Veränderungsprozesse in der Psychotherapie. Sie sind sinngemäß auf Beratungs- und Organisationsentwicklungsprozesse übertragbar.

### 1. Stabilitätsbedingungen

Psychotherapie bedeutet *Destabilisierung im Kontext von Stabilität*. Wenn Ordnungsübergänge mit kritischer Instabilität und mit der Destabilisierung von Mustern verbunden sind, dann ist es notwendig, zunächst stabile Rahmenbedingungen zu schaffen. Hierzu gehören strukturelle Sicherheit (Setting, Behandlungsablauf, Verstehbarkeit und subjektiv erlebte Transparenz des Vorgehens), die Beziehung und das Vertrauen zum Therapeuten und nicht zuletzt die Unterstützung und Sicherheit, die ein Klient aus sich selbst heraus erhält (Erfahrung von Selbstwirksamkeit, Kontrollierbarkeit und Handhabbarkeit, Zugang zu persönlichen Ressourcen, Selbstwertunterstützung).

### 2. Identifikation von Mustern des relevanten Systems

Auf welches System beziehen sich die zu fördernden Selbstorganisationsprozesse (Systemgrenzen)? Es geht hier unter anderem um Methoden zur Darstellung und Analyse psychischer Netzwerke und Muster eines Patienten (z.B. idiographische Systemmodellierung).

### 3. Sinnbezug

Persönliche Entwicklungsprozesse sollten vom Klienten als sinnvoll erlebt werden und mit seinen zentralen Lebenskonzepten in Korrespondenz stehen. Dies gilt umso mehr, je problematischer und krisenhafter die momentane Situation ist.

### 4. Kontrollparameter und Veränderungsmotivation

Selbstorganisation setzt im weitesten Sinne die energetische Aktivierung eines Systems voraus. Dabei geht es um die Herstellung motivationsfördernder Bedingungen, um die Aktivierung von Ressourcen, um die Intensivierung von Emotionen und um die emotionale und motivationale Bedeutung von Zielen, Anliegen und Visionen des Klienten (intrinsische Veränderungsmotivation).

### 5. Destabilisierung und Fluktuationsverstärkung

Psychotherapie bedeutet, den Klienten veränderte Erfahrungsmöglichkeiten zu eröffnen. Bestehende Muster werden destabilisiert und es treten Inkongruenzen auf, die zunächst irritierend wirken. Diese gilt es, zu erkennen und zu nutzen. Im Sinne eines *deviation amplifying feedback* (abweichungsverstärkende Rückkopplung) befindet sich der Klient zunehmend ausgeprägter und auch länger in anderen, mit neuen oder emotional relevanten Erfahrungen assoziierten Zuständen. Unterschiedliche Techniken können dazu beitragen, bestehende Muster zu destabilisieren, z.B. Übungen und Rollenspiele, Verhaltensexperimente, Fokussierung auf die Ausnahmen von einem Problemmuster, Einführung bisher nicht benutzter Unterscheidungen und Differenzierungen, Erarbeitung von veränderten Verständniszusammenhängen und Deutungen (Reframing), u.s.w.





## **6. Kairos, Resonanz und Synchronisation**

Therapeutische Heuristiken sollten zum aktuellen kognitiv-emotionalen Zustand des Klienten passen. Botschaften und Interventionen, die damit nicht kongruent sind, haben nur eine geringe Wahrscheinlichkeit, aufgegriffen und verstanden zu werden. Die zeitliche Passung und Koordination der Vorgehensweisen und des Kommunikationsstils des Therapeuten mit den psychischen und physiologischen Prozessen und Rhythmen des Klienten sind Voraussetzung wie auch Merkmal gelingender therapeutischer Arbeit.

## **7. Gezielte Symmetriebrechung**

„Symmetrie“ bedeutet, dass mehrere Attraktoren oder Ordner eines Systems im Zustand kritischer Instabilität potentiell mit ähnlicher Wahrscheinlichkeit realisiert werden können. Da kleine Fluktuationen über ihre Realisation entscheiden, ist eine Vorhersehbarkeit der weiteren Entwicklung kaum möglich. Um Symmetriebrechungen in eine gewünschte Richtung zu lenken, kann man sich bestimmter „Hilfestellungen“ bedienen. So lassen sich einige Strukturelemente eines neuen Ordnungszustandes z.B. in Rollenspielen oder mit Hilfe motorischer Übungen realisieren. Gezielte Zustandsrealisierungen bedienen sich insbesondere der Intentionalität und Antizipationsfähigkeit des Menschen, was konkret über imaginierte Zielzustände oder die kognitive Antizipation von Verhaltensweisen erfolgt.

## **8. Stabilisierung neuer Muster**

Wenn im Therapieprozess positiv bewertete KEV-Muster erreicht wurden, gilt es, diese zu stabilisieren, zu automatisieren und zugänglich bzw. verfügbar zu halten. Maßnahmen zur Stabilisierung und Generalisierung kommen hier ins Spiel, z.B. Wiederholung, Variation, Nutzung in unterschiedlichen Situationen und Kontexten, positive Verstärkung. Schließlich wird es darum gehen, die neuen Muster in bestehende Selbstkonzepte zu integrieren und mit den bestehenden emotionalen Selbst-Schemata zu vernetzen.

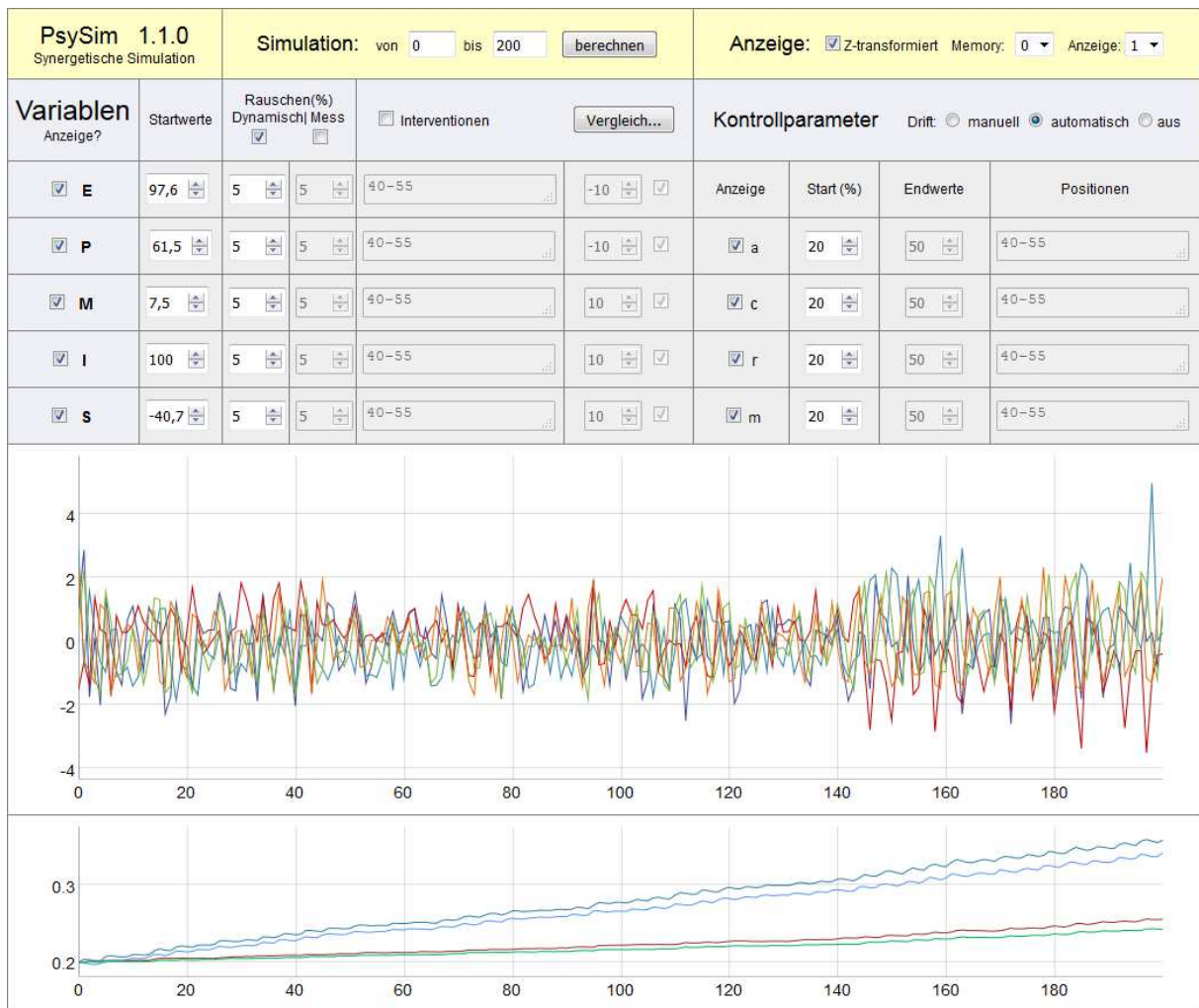


# Das Simulationstool PsySim

## Simulationstool zum Synergetischen Prozessmanagement

### Handbuch

#### Simulationsfenster:



(c) H. Schölller, G. Schiepek, 08.03.2017, V.1.1.0



## Die Bereiche des Simulationsfensters:

**PsySim 1.1.0**  
Synergetische Simulation

Simulation: von 0 bis 200

Anzeige:  Z-transformiert Memory: 0 Anzeige: 1

Variablen	Startwerte	Rauschen(%)	Dynamisch Mess	Interventionen	Vergleich...	Kontrollparameter	Drift	Start (%)	Endwerte	Positionen
<input checked="" type="checkbox"/> E	97,6	5	5	40-55	-10	<input checked="" type="checkbox"/> a	<input type="radio"/> manuell <input checked="" type="radio"/> automatisch <input type="radio"/> aus	20	50	40-55
<input checked="" type="checkbox"/> P	61,5	5	5	40-55	-10	<input checked="" type="checkbox"/> c		20	50	40-55
<input checked="" type="checkbox"/> M	7,5	5	5	40-55	10	<input checked="" type="checkbox"/> r		20	50	40-55
<input checked="" type="checkbox"/> I	100	5	5	40-55	10	<input checked="" type="checkbox"/> m		20	50	40-55
<input checked="" type="checkbox"/> S	-40,7	5	5	40-55	10			20	50	40-55

**B**

**C**

(c) H. Schöllner, G. Schiepek, 08.03.2017, V.1.1.0

A	Simulations - Panel
B:	Ausgabe – Panel für Variablen („Ordnungsparameter“)
C:	Ausgabe – Panel für Parameter („Kontrollparameter“)



### Das Simulations – Panel

PsySim 1.1.0 Synergetische Simulation		Simulation: von 0 bis 200 <input type="button" value="berechnen"/>				Anzeige: <input checked="" type="checkbox"/> Z-transformiert Memory: 0 Anzeige: 1				
Variablen Anzeige?	Startwerte	Rauschen(%) Dynamisch  Mess		Interventionen		Kontrollparameter				
		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="button" value="Vergleich..."/>		Drift: <input type="radio"/> manuell <input checked="" type="radio"/> automatisch <input type="radio"/> aus	Anzeige	Start (%)	Endwerte	Positionen
<input checked="" type="checkbox"/> E	97,6	5	5	40-55	-10	<input checked="" type="checkbox"/>				
<input checked="" type="checkbox"/> P	61,5	5	5	40-55	-10	<input checked="" type="checkbox"/>	a	20	50	40-55
<input checked="" type="checkbox"/> M	7,5	5	5	40-55	10	<input checked="" type="checkbox"/>	c	20	50	40-55
<input checked="" type="checkbox"/> I	100	5	5	40-55	10	<input checked="" type="checkbox"/>	r	20	50	40-55
<input checked="" type="checkbox"/> S	-40,7	5	5	40-55	10	<input checked="" type="checkbox"/>	m	20	50	40-55

besteht aus der Bereichs- und Darstellungsleiste (A) und dem Konfigurations-Panel (B) zur Festlegung der Simulationseinstellungen

PsySim 1.1.0 Synergetische Simulation		Simulation: von 0 bis 200 <input type="button" value="berechnen"/>				Anzeige: <input checked="" type="checkbox"/> Z-transformiert Memory: 0 Anzeige: 1				
Variablen Anzeige?	Startwerte	Rauschen(%) Dynamisch  Mess		Interventionen		Kontrollparameter				
		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="button" value="Vergleich..."/>		Drift: <input type="radio"/> manuell <input checked="" type="radio"/> automatisch <input type="radio"/> aus	Anzeige	Start (%)	Endwerte	Positionen
<input checked="" type="checkbox"/> E	97,6	5	5	40-55	-10	<input checked="" type="checkbox"/>				
<input checked="" type="checkbox"/> P	61,5	5	5	40-55	-10	<input checked="" type="checkbox"/>	a	20	50	40-55
<input checked="" type="checkbox"/> M	7,5	5	5	40-55	10	<input checked="" type="checkbox"/>	c	20	50	40-55
<input checked="" type="checkbox"/> I	100	5	5	40-55	10	<input checked="" type="checkbox"/>	r	20	50	40-55
<input checked="" type="checkbox"/> S	-40,7	5	5	40-55	10	<input checked="" type="checkbox"/>	m	20	50	40-55

A	Bereichs- und Darstellungsleiste
a.1, a.2	Grenzen (untere und obere) für Berechnung der Daten und ihrer Darstellung im Ausgabefenster, die obere Grenze ist auf den Wert 1000 begrenzt. (Untere Grenze hat keine Funktion in V.1.1.0)
a.3	Button für die Neuberechnung einer Simulation
a.4	Darstellung nach Berechnung entweder normal oder z-transformiert
a.5	Auswahl der Anzahl früherer Simulationsläufe zur Simultandarstellung im Ausgabefenster (nicht verfügbar in V.1.1.0)
a.6	Schaltfläche zum Vergleich der Simulation mit/ ohne Intervention (nicht verfügbar in V 1.1.0)
B	Festlegung der Simulationseinstellungen
<b>b.1</b>	<b>Konfiguration der Variablen („Ordnungs-Parameter“)</b>
b.1.1	Startwerte für die Simulation und Startwertebereich, Anzeige im Ausgabefenster
b.1.2	Noise-Window: Simulations-Einstellungen für Dynamisches Rauschen und Messrauschen
b.1.3	Intervention-Window: Einstellungen für Eingriffe (Interventionen) an den Variablen während der Simulation
<b>b.2.</b>	<b>Konfiguration der Parameter („Kontrollparameter“)</b>
b.2.1	Startwerte der Kontrollparameter und Anzeige im Ausgabefenster
b.2.2	Einstellungen für Änderungen der Kontrollparameter während der Simulation: Die Parameter können entweder fixiert werden, oder kontinuierlichen Veränderungen („Parameter-Drift“) unterworfen werden. Drittens („automatisch“) ist die rückbezügliche Veränderung durch Berechnung des Einflusses der Variablen auf die Parameter möglich (variablenbasierte Parameteränderungen, „Trait-Prozess“).

#### A.a.1 Untere Grenze und

**A.a.2 obere Grenze für Berechnung sowie Darstellung im Ausgabefenster einstellen**

Durch Ändern der Werte in den Feldern „von“ (nicht wirksam in V.1.1.0) und „bis“ werden die Grenzen für den nächsten Simulationslauf neu gesetzt. Die Anzeige im Ausgabe-Panel wird automatisch auf Übersicht gesetzt.

PsySim zeigt im Ausgabe-Panel nur Daten, die im letzten (oder einen früheren) Simulationslauf berechnet wurden und daher im gewählten Ausschnitt auch vorhanden sind. Um mit neu gesetzten Grenzen eine neue Berechnung durchzuführen, muss eine Neuberechnung durchgeführt werden. Verwenden Sie dazu den Button **A.a.3** („berechnen“).

**A.a.3 Neuberechnung starten**

Die aktuellen Einstellungen aus den Simulationseinstellungen (Konfigurations-Panel B des Simulations-Panels) werden zur Neuberechnung einer Simulation übernommen. Die untere Grenze hat dabei keinen Einfluss auf den Startwert der Simulation. Das hat Einfluss auf die Lage der sogenannten Z-transformierten Darstellung: Z-transformierte Daten werden nur richtig dargestellt, wenn untere und obere Grenzen des betrachteten Fensterausschnitts den Grenzen während der Berechnung entsprechen, also von 0 aus dargestellt werden.

**A.a.4 Darstellung nach Berechnung entweder normal oder z-transformiert**

Eine Z-Transformation stellt alle Punkte einer Datenreihe so dar, dass ihre Werte zunächst als Abweichungen von Mittelwert (über alle Datenpunkte) neu berechnet werden. Diese Abstände werden dann noch durch den Betrag der Standardabweichung dividiert. So wird eine vergleichbare Darstellung der Zeitreihen mehrerer Variablen gewonnen. Die Information über ihre absolute Lage zueinander geht allerdings verloren, sowie auch die Information über ihre absoluten Schwankungsbreiten.

**A.a.5 Auswahl der Anzahl früherer Simulationsläufe für die Darstellung im Ausgabe-Panel**

(Nicht verfügbar in Version 1.1.0). Diese Funktion ermöglicht den direkten Vergleich eines oder mehrerer früherer Simulationsläufe. Durch Eingabe einer Zahl wird die Anzahl der dargestellten früheren Simulation festgelegt. Nach Eingabe der Zahl 1 wird also der aktuelle Simulationslauf mit dem letzten Lauf verglichen. Im Ausgabe-Panel sind also zwei Datenreihen sichtbar. Die aktuelle Datenreihe wird mit durchgehender Linie dargestellt, die frühere mit strichlierter Linie. Gleiche Farben sind gleichen Variablen zugeordnet.

**TIPP!** In Kombination mit der Auswahl der Variablenanzeige (A.b.1.1) kann die gleichzeitige Darstellung mehrerer Simulationsläufe und mehrerer Variablen schnell sehr unübersichtlich werden. Die Beschränkung der Anzeige auf wenige Variable ist hier hilfreich.

**A.a.6 Berechnung eines Vergleichs mit und ohne Simulation**

(Nicht verfügbar in Version 1.1.0). Diese Funktion ermöglicht den direkten Vergleich des aktuellen Simulationslaufs MIT und OHNE Anwendung der Interventionen.



**A.B Festlegung der Simulationseinstellungen**

Im unteren Bereich des Simulationspanels sind die Einstellungen für den nächsten Simulationslauf möglich. Das betrifft

A.1 Variablen („Ordnungsparameter“)

- b.1.1: Startwerte und Anzeigeeinstellungen
- b.1.2: Einstellungen für Dynamisches Rauschen und Messrauschen

A.2 Parameter („Kontrollparameter“)

- b.2.1: Startwerte der Kontrollparameter und Anzeige im Ausgabefenster
- b.2.2: Einstellungen für Änderungen der Kontrollparameter während der Simulation („Parameterdrift“)

**Bereichsschalter** schalten die untergeordneten Funktionseinheiten ein oder aus:

- Kontrollkästchen „Interventionen“ in b.1.3 sowie
- Auswahlkästchen zu „Drift“ in b.2.2 und
- Kontrollkästchen für Dynamisches Rauschen und Messrauschen in b.1.2

**A.b.1.1 Startwerte der Variablen, Anzeige im Ausgabefenster.**

**Die Startwerte der Variablen** („Ordnungsparameter“) für den nächsten Simulationslauf können mit den Eingabefeldern in diesem Bereich festgelegt werden (in Prozent).

**Startwertebereiche:** Der Wertebereich für Anfangswerte von Variablen ist auf Werte zwischen -100% bis +100% begrenzt **Ausnahme:** Die **Variable I** ist auf **positive Werte** begrenzt! Diese Starteinstellungen haben nur Auswirkungen auf die Startwerte. Durch die Simulation und die Anwendung von *NOISE(Rauschen)* und *Interventionen* sind Negativwerte für alle Variablen während des Simulationslaufs möglich, wie auch Unterschreitung der Werte -(100% /0%) sowie Überschreitung des Werts +100% möglich.

**Die Anzeige der Variablen im Ausgabe-Panel** wird durch die Optionskästchen unter „Anzeige“ eingestellt. Die Anzeigefunktion ordnet jeder Variable eine bestimmte Farbe zu. Diese können je nach BildschirmEinstellung verschieden erscheinen:

E	Emotionsintensität	Blau
P	Problem- und Symptomausprägung	Rot
M	Veränderungsmotivation	Hellblau, Türkis
I	„Insight“, Einsicht bzw. Entwicklung neuer Perspektiven	Orange bis Gelb
S	„Sucess“, therapeutische Fortschritte	Grün

**TIPP!** In Kombination mit Vergleichsfunktion (A.a.5) kann die gleichzeitige Darstellung mehrerer Variablen und mehrerer Simulationsläufe sehr unübersichtlich werden. Die Beschränkung der Anzeige auf wenige Variable ist hier hilfreich.

**ACHTUNG!** Gleichzeitige Abwahl der Darstellung aller Variablen führt zu einem leeren Ausgabe-Fenster.



### A.b.1.2 Rausch/Noise - Typen: Dynamisches Rauschen und Messrauschen konfigurieren.

**a) Dynamisches Rauschen** ist ein Rauschtyp, der bewirkt, dass nach der Berechnung eines Simulationswertes für jede Variable eine zufällige Abweichung aufgeschlagen wird. Der so erzielte neue Wert der Variablen dient dann als (veränderter!) neuer Ausgangswert für die Berechnung des nächsten Schritts. Mehrere Simulationsläufe mit denselben Einstellungen führen bei Dynamischem Rauschen daher immer zu unterschiedlichen Ergebnissen! Je nach Einstellungen der Kontrollparameter können die Unterschiede im Verlauf erheblich sein (auch qualitative Unterschiede)!

**b) Messrauschen** bedeutet, dass die Werte, welche in die Berechnung der Zeitreihen eingehen, nicht durch Rauschen verändert werden. Lediglich zur Darstellung der Ergebnisse werden zufällige Abweichungen (Rauschen) aufgeschlagen. Der Mittelwert einer (langen!) Zeitreihe wird dadurch nicht verändert, wohl aber ihre Standardabweichung.

Zwei Simulationsläufe mit denselben Einstellungen führen daher zu exakt denselben Zeitreihen, wenn das auch nicht sichtbar wird. Denn die Zeitreihen werden durch nachträgliche Addition zufälliger Rauschwerte vor der Darstellung verändert. Diese Unterschiede mitteln sich für längere Zeitreihen im Mittelwertverlauf heraus.

**Pro Variable** kann für beide Rauschtypen je ein Wert gewählt werden. Dieser legt die Standardabweichung der Gauss-Normalverteilung in Prozent fest, mit der die zufälligen Abweichungen produziert werden. Ein Wert von 50 bewirkt also Abweichungen, deren Standardabweichung den Wert von 50% hat. Durch die Wahl des Werts „0“ für einen Rauschtyp einer Variable wird dieser Rauschtyp für diese Variable auf 0 gesetzt, das Rauschen also ausgeschaltet. Die Schwankungsbreiten des Dynamischen Rauschens werden mit den Positionen der Startwerte im Variablenfenster neben dem Simulationspanel angezeigt.

### A.b.1.2 Interventionen-Window: Einstellungen für Eingriffe an den Variablen

**Interventionen** sind Erhöhungen/Erniedrigungen der Variablenwerte gegenüber den Berechnungsergebnissen (nach Aufschlag des dynamischen Rauschens). Interventionen können für jede Variable in bestimmter Stärke (in Prozent) an bestimmten Simulationsschritten gesetzt werden.

Die Interventionsfunktion kann mit einem Bereichsschalter (Kontrollkästchen „Interventionen“ in b.1.3) ein- und ausgeschaltet werden. Ist die Interventionsfunktion aktiviert, kann sie für jede Variable über eigene Kontrollkästchen getrennt aktiviert/deaktiviert werden.

Die Positionen der Simulation, an denen Interventionen in der konfigurierten Stärke aufgeschlagen werden, legt man fest mit einfacher Syntax:

„100“	Intervention auf dem Schritt 100 setzen
„100-150“	Interventionen auf den Schritten 100, 101, ... ,150 setzen
„100,150-160;180-182“	Interventionen auf den Schritten 100, 150 bis 160 und 180 bis 182



**TIPP:** Als Trennzeichen für mehrere Bereiche sind sowohl Kommata als auch Semikolons erlaubt.

**ACHTUNG!** Das Abwählen der individuellen Interventionsfunktionen bei allen Variablen führt zur Deaktivierung des Bereichsschalters, die Aktivierung mindestens eines individuellen Schalters aktiviert ihn wieder.

**ADDON:** Die Simulation eines Vergleichs mit und ohne Intervention kann mit den aktuellen Einstellungen über ein Makro und den Button „Vergleich“ gewonnen werden (nicht in der Version 1.1.0).

#### A.b.2.1 Kontrollparameter: Startwerte und Sichtbarkeit

In diesem Bereich können die Startwerte für die Kontrollparameter (in Prozent) gesetzt werden. Bei ausgeschalteter „Driftfunktion“ (s.u.) und ausgeschalteter „Parameterentwicklung“ (s. unten) bleiben diese Startwerte während der gesamten Simulation erhalten. Ansonsten dienen sie als Ausgangs- oder Startwerte für die Parameterveränderung während der Simulation.

Über die Kontrollkästchen zur Sichtbarkeit der Kontrollparameter kann die Anzeige des Parameterverlaufs im Ausgabe-Panel (Parameterwindow) für jeden Parameter getrennt ein- oder ausgeschaltet werden.

Die Farben für die Parameter sind (Abweichungen je nach Monitor-Einstellungen):

a	Fähigkeit zu einer vertrauensvollen Therapiebeziehung und Qualität der Arbeitsbeziehung	Rot
c	kognitive Kompetenzen, z.B. Mentalisierungsfähigkeit und Emotionsregulation	Blau
r	Verhaltensressourcen und Skills	dunkles Blau
m	Selbstwirksamkeit und Belohnungserwartung	Grün





### A.b.2.1 Änderungen der Kontrollparameter während der Simulation - Driftfunktion

**1. Parameterdrift.** Bei Auswahl des Drifttyps „*manuell*“ (Bereichsschalter) wird - ausgehend vom Startwert - der Wert eines Kontrollparameters in konfigurierbaren Intervallen bis zum Endwert in gleich großen Schritten variiert. Die Differenz zwischen Startwert und Endwert wird dabei gleichmäßig auf alle konfigurierten Schritte aufgeteilt. Die Endwerte können kleiner, gleich oder größer als die Startwerte sein.

**Die Positionen** (Simulationsschritte) bei denen eine Erhöhung/Erniedrigung der Parameterwerte erfolgt, werden mit derselben Syntax festgelegt, wie das bei den Interventionen beschrieben wurde: Die Eingabe von „**1-20; 100, 180 – 200**“ bewirkt gleichmäßige Änderung des Parameters auf den Schritten 1 bis 20, auf dem Schritt 100 und auf den Schritten 180 bis 200. Sowohl Kommata als auch Semikolons sind zur Trennung mehrerer Bereiche erlaubt.

**ACHTUNG!** Falls die Simulation bei dieser Einstellung nur von Schritt 10 bis zum Schritt 100 durchgeführt wird (Einstellungen von=10, bis=100), werden die Schritte 1 – 9 und 180 bis 200 für die Parameterdrift ignoriert. Die Parameter werden im Bereich zwischen Start- und Endwert auf den Schritten 10-20 und 100 verändert.

### 2. Variablenbasierte Parameteränderungen, „*Trait-Prozess*“

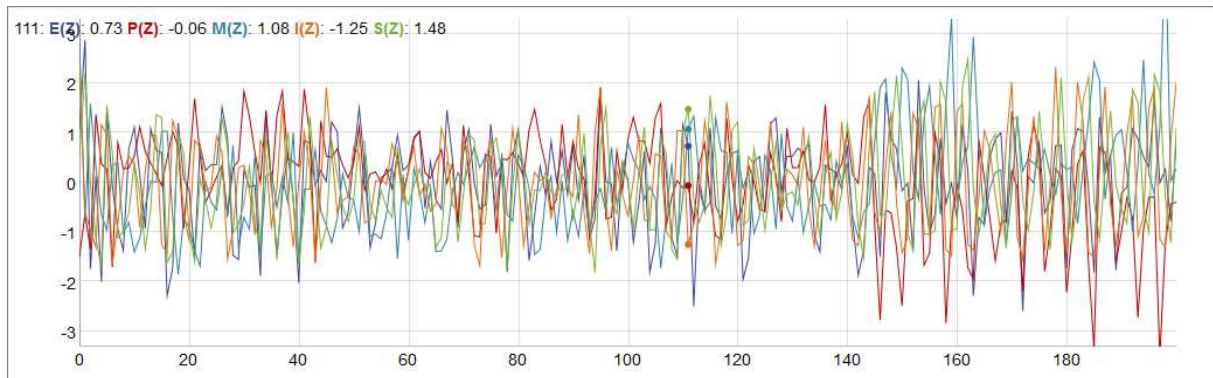
Bei Auswahl des Drifttyps „*automatisch*“ werden die Veränderungen der Parameter automatisch errechnet – und zwar aus dem Verlauf der Variablen.

Die Kreiskausalität zwischen der Modulation der Systemgleichungen durch die Kontrollparameter einerseits, sowie der Veränderung dieser Parameter durch die Variablenwerte andererseits nennen wir „*State - basierter Trait-Prozess*“, da sich die simulierten Persönlichkeits- und Beziehungseigenschaften der simulierten Person und ihrer Psychotherapeutischen Beziehung somit abhängig vom zeitlichen Verlauf des Prozesses (die Abfolge der „*states*“) ändern. In diesem Fall sind natürlich nur die Startwerte der Kontrollparameter konfigurierbar.



## B. Das Ausgabe-Panel für Variablen

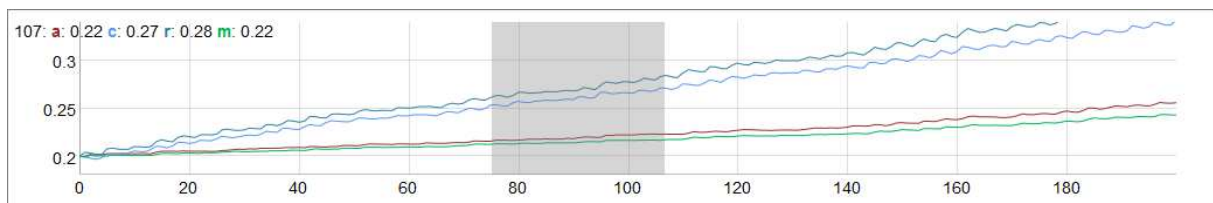
Im Ausgabepanel für Variablen werden die Verläufe der im Simulations-Panel gewählten Variablen für den aktuellen (und frühere) Simulationsläufe angezeigt. Wird der Cursor über den Datenbereich bewegt, werden die aktuellen Positionen und ihre Werte angezeigt (siehe Abbildung).



**Zoom-Funktion:** Durch Ziehen mit der Maus den vertikalen Anzeigebereich vergrößern (Vertikalbewegung mit der Maus oder eine zeitliche Ausschnittsvergrößerung bewirken (Horizontalbewegung mit der Maus). Ein Doppelklick auf das Panel startet eine Reset-Funktion der Anzeige.

## C. Das Ausgabe-Panel für Kontrollparameter

Im Parameterfenster werden die Verläufe der im Simulations-Panel gewählten Parameter für den aktuellen Simulationsverlauf angezeigt. In der folgenden Abbildung sind die Werte der Parameter sowie der Bereich eines Zoomfensters (grau unterlegt) dargestellt, welches bei Loslassen der Maus angezeigt wird.



©(c) H. Schöller, G. Schiepek, 08.03.2017, V.1.1.0



## Literatur

- Bohart, A. C., & Tallman, K. (2010). Clients: The neglected common factor in psychotherapy. In B. Duncan, S. Miller, B. Wampold, & M. Hubble (Eds.), *The Heart and Soul of Change* (2nd. ed., pp. 83–111). Washington, DC: American Psychological Association.
- Ciampi, L. & Müller, C. (1976). *Lebensweg und Alter der Schizophrenen*. Berlin: Springer.
- Duncan, B., Miller, S., Wampold, B., & Hubble, M. (2010) (Eds.). *The Heart and Soul of Change* (2nd Ed.) (pp. 49–82). Washington, DC: American Psychological Association.
- Falmagne, J.C. (2005). Mathematical psychology - A perspective. *Journal of Mathematical Psychology*, 49, 436-439.
- Hansen, E.C.A., Battaglia, D., Spiegler, A., Deco, G., & Jirsa, V.K. (2015). Functional connectivity dynamics: Modeling the switching behavior of the resting state. *Neuroimage*, 105, 525-535.
- Heath, R. A. (2000). *Nonlinear Dynamics: Techniques and Applications in Psychology*. Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Leon, P.S., Knock, S.A., Woodman, M.M., Domide, L., Mersmann, J. McIntosh, A.R., & Jirsa, V. (2013). The Virtual Brain: A simulator of primate brain network dynamics. *Frontiers in Neuroinformatics*, 7:10. doi: 10.3389/fninf.2013.00010
- Messé, A., Hütt, M.-T., König, P., & Hilgetag, C.C. (2015). A closer look at the apparent correlation of structural and functional connectivity in excitable neural networks. *Scientific Reports*, 5: 7870. doi: 10.1038/srep07870
- Orlinsky, D.E., Grawe, K. & Parks, B. (1994). Process and outcome in psychotherapy - noch einmal. In A.E. Bergin & S.L. Garfield (Eds.), *Handbook of Psychotherapy and Behavior Change* (4<sup>th</sup> Ed.) (pp. 270-376). New York: Wiley.
- Orlinsky, D. E., Ronnestad, M. H., & Willutzki, U. (2004). Fifty years of psychotherapy process-outcome research: Continuity and change. In M. J. Lambert (Ed.), *Bergin and Garfield's handbook of psychotherapy and behavior change* (pp. 307–390). New York, NY: Wiley.
- Ramirez-Mahaluf, J.P., Roxin, A., Mayberg, H.S., & Compte, A. (2015). A computational model of Major Depression: the role of glutamate dysfunction on cingulo-frontal network dynamics. *Cerebral Cortex*, 2015, 1-20. doi: 10.1093/cercor/bhv249
- Schiepek, G., Schoppek, W. & Tretter, F. (1992). Synergetics in Psychiatry: Simulation of Evolutionary Patterns of Schizophrenia on the Basis of Nonlinear Difference Equations. In: W. Tschacher, G. Schiepek & E.J. Brunner (Eds.), *Self-Organization and Clinical Psychology* (pp. 163-194). Berlin: Springer.
- Schiepek, G., Eckert, H., Aas, B., Wallot, S. & Wallot, A. (2015). *Integrative Psychotherapy. A Feedback-Driven Dynamic Systems Approach*. Boston, MA: Hogrefe International Publishing.
- Schiepek, G., Aichhorn, W., Gruber, M., Strunk, G., Bachler, E., & Aas, B. (2016). Real-time monitoring of psychotherapeutic processes: concept and compliance. *Frontiers in Psychology for Clinical Settings*, 7:604 (1-11). doi: 10.3389/fpsyg.2016.00604
- Schiepek, G., Aas, B. & Viol, K. (2016, in press). The mathematics of psychotherapy – a nonlinear model of change dynamics. *Nonlinear Dynamics in Psychology and the Life Sciences*, 20
- Singer, W. (2013). *Auf der Suche nach dem Kern des Ich*. DIE ZEIT, 13. 9.2007.
- Stachowiak, H. (1978). Erkenntnis in Modellen. In: H. Lenk & H. Ropohl (Hrsg.), *Systemtheorie als Wissenschaftsprogramm* (S. 50-64). Königstein: Athenäum.
- Stephan, K.E., Kasper, L., Harrison, L.M., Daunizeau, J., den Ouden, H.E.M., Breakspear, M. & Friston, K.J. (2008). Nonlinear dynamic causal models for fMRI. *Neuroimage* 42,2, 649–662
- Tass, P. A. (2003). A model of desynchronizing deep brain stimulation with a demand-controlled coordinated reset of neural subpopulations. *Biological Cybernetics*, 89, 81–88.
- Tass, P. A., Adamchic, I., Freund, H. J., von Stackelberg, T., & Hauptmann, C. (2012). Counteracting tinnitus by acoustic coordinated reset neuromodulation. *Restorative Neurology and Neuroscience*, 30, 137–159.