



# Komplexes Problemlösen

Entwicklung eines individualdiagnostischen  
Facettendiagnosticums





# Komplexe Probleme

Komplexe Probleme zeichnen sich durch eine Reihe charakteristischer Merkmale aus:

1. **Intransparenz** der Struktur
2. **Komplexität** des Systems
3. **Vernetztheit** der Elemente
4. **Dynamik** der Situation
5. **Polytelie** der Aufgabe





# Kompetenzstruktur

Funke (2003, S.126f):

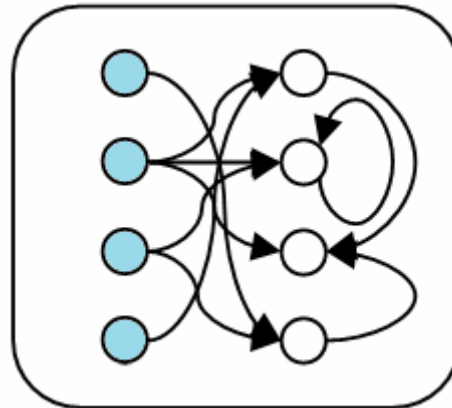
1. **Intransparenz** → Exploration zur Informationsbeschaffung
2. **Komplexität** → Vereinfachung, Reduktion auf das Wesentliche
3. **Vernetztheit** → Modellbildung
4. **Dynamik** → Steuerung unter Einbezug des Faktors 'Zeit'
5. **Polytelie** → Abwägen und Balancieren von Zielen





# Der MicroDYN-Test

- *Minimal komplexe Systeme* als Items
- Item-Struktur jeweils durch *lineare* Strukturgleichungsmodelle beschreibbar (vgl. « Dynamis », Funke, 2001)
- *Mehrere* Items (jeweils ca. 5 Minuten Bearbeitungszeit)



*Inputvariablen* | *Outputvariablen*

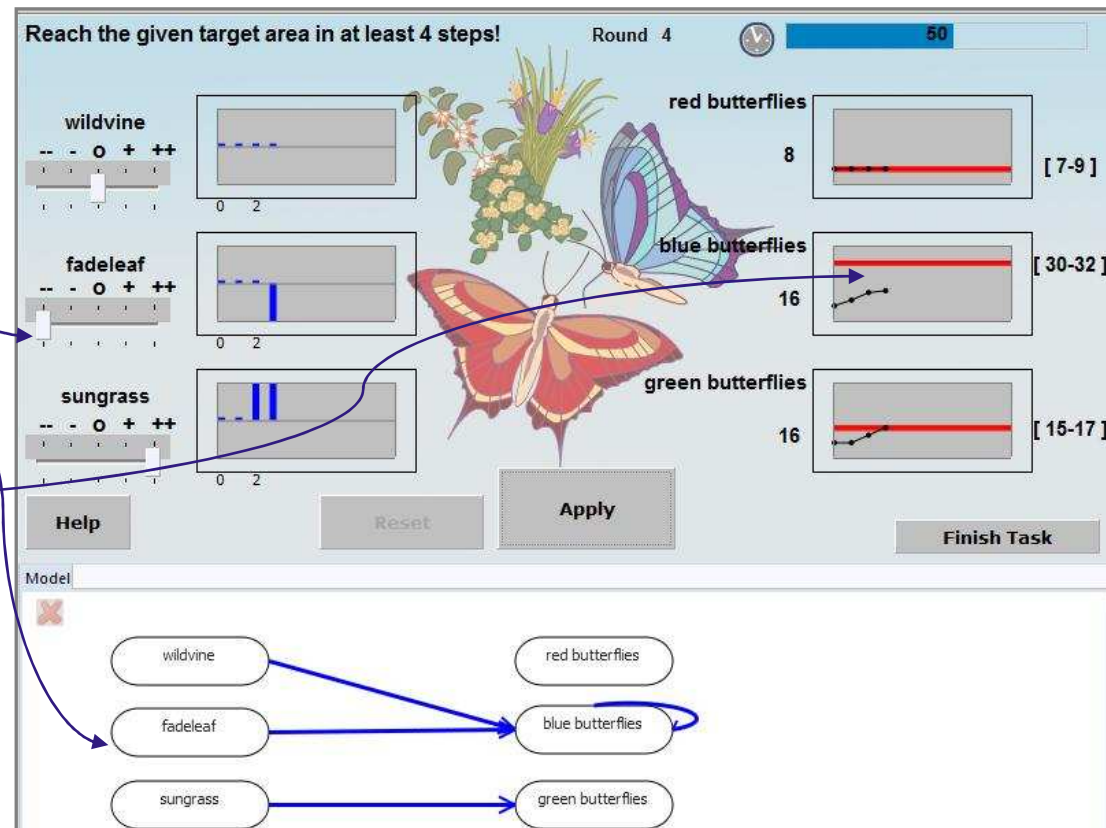




# Ein altes MicroDYN-Item

Jedes Item besteht aus drei Phasen:

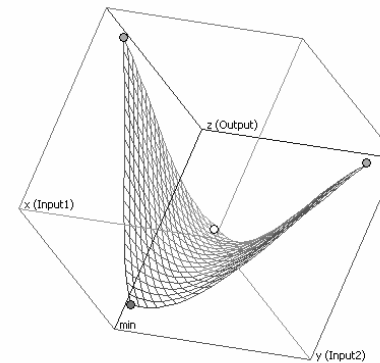
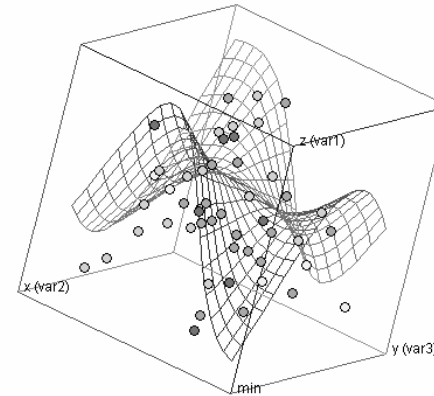
- 1) **Exploration**  
Systematizität der Informationssuche
- 2) **Modellbildung**  
explizites Wissen
- 3) **Steuerung**  
Güte der *Interventionen*





# Kompetenzfacetten

- **Exploration**  
(wg. *Intransparenz*)
- **Informationsreduktion**  
(wg. *Komplexität*)
- **Modellbildung**  
(wg. *Vernetztheit*)
- **Steuerung**  
(wg. *Dynamik*)
- **Bewertung**  
(wg. *Polytelie*)

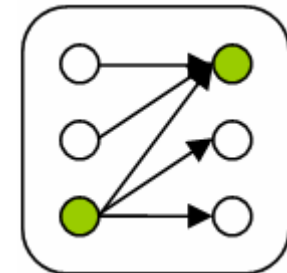
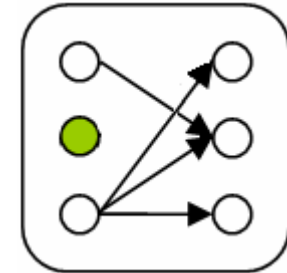




# Informationsreduktion

„Komplexität verlangt *Vereinfachung durch Reduktion* auf das Wesentliche“ (Funke, 2003, S.126; vgl. auch Gaschler, 2009)

- Können irrelevante oder weniger relevante Variablen benannt werden?
- Kann die einflussreichste Inputvariable (mit den meisten Effekten) identifiziert werden?
- Kann die relevanteste Outputvariable (mit den meisten Abhängigkeiten) identifiziert werden?

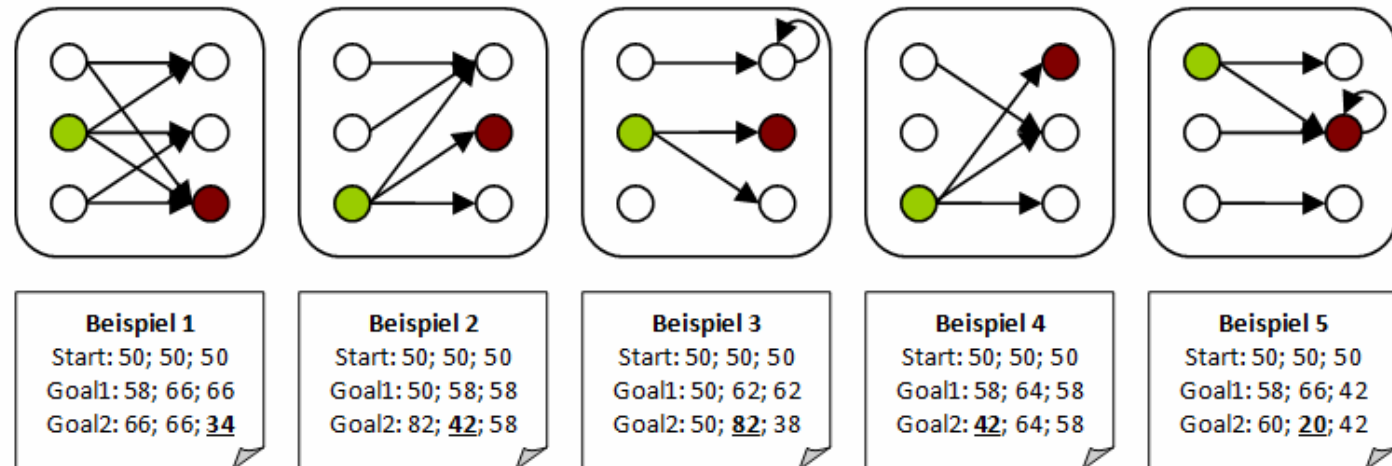




# Abwägen und Balancieren

„Polytelie verlangt das Abwägen und Balancieren von eventuell kontradiktorischen Zielen“ (Funke, 2003, S.127)

- Wird bei unerreichbaren Zielen der beste Kompromiss angestrebt?





# Ein MicroDYN-Item mit 5 Facetten

Jedes Item besteht nun aus *fünf Phasen*:

- 1) Exploration
- 2) Informationsreduktion
- 3) Modellbildung
- 4) Steuerung
- 5) Bewertung





## Schmetterlinge

Du hast ein großes Gewächshaus, in dem du die drei Schmetterlingsarten Rotschwärmer, Blauschwärmer und Grünschwärmer züchtest. Leider entwickeln sich die Schmetterlingsarten nicht so gut. Du pflanzt deshalb drei neue Blumenarten ein, deren Nektar den Schmetterlingen als Nahrung dienen sollen. Die Grundmenge an Blumenarten wird durch ein " $\Delta$ " dargestellt.

Finde heraus, wie **Wildranke**, **Blassblatt** und **Sonnengras** mit **Rotschwärmern**, **Blauschwärmern** und **Grünschwärmern** zusammenhängen.

weiter

An illustration of a plant with green leaves and several flowers. There are purple flowers and yellow flowers. It is located in the bottom-right corner of the slide.

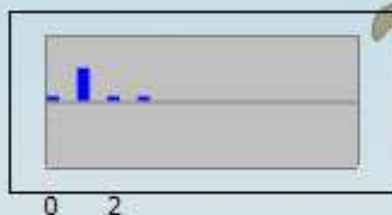
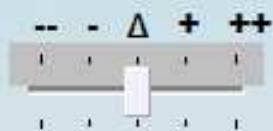
Finde den wichtigsten Einflussfaktor heraus und markiere ihn im Modell!

Runde 4

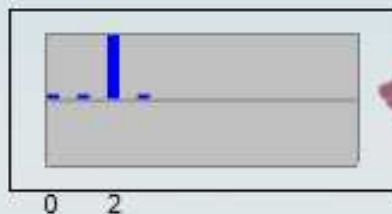
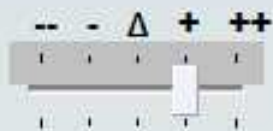


52

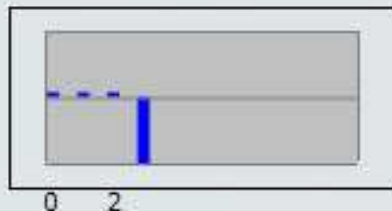
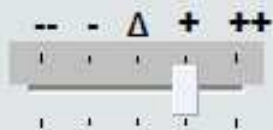
Wildranke



Grasblatt



Sonnengruß



Rotschwärmer

52



Blauschwärmer

46



Grüenschwärmer

46



Hilfe

Alles löschen

Ausführen!

Weiter

Modell

Wildranke

Grassblatt

Sonnengruß

Rotschwärmer

Blauschwärmer

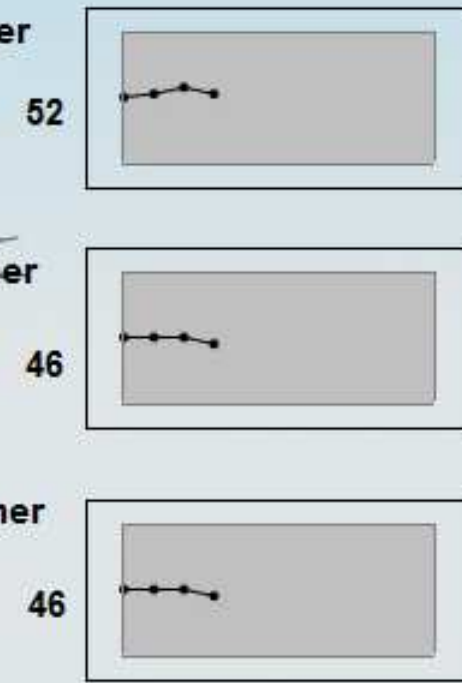
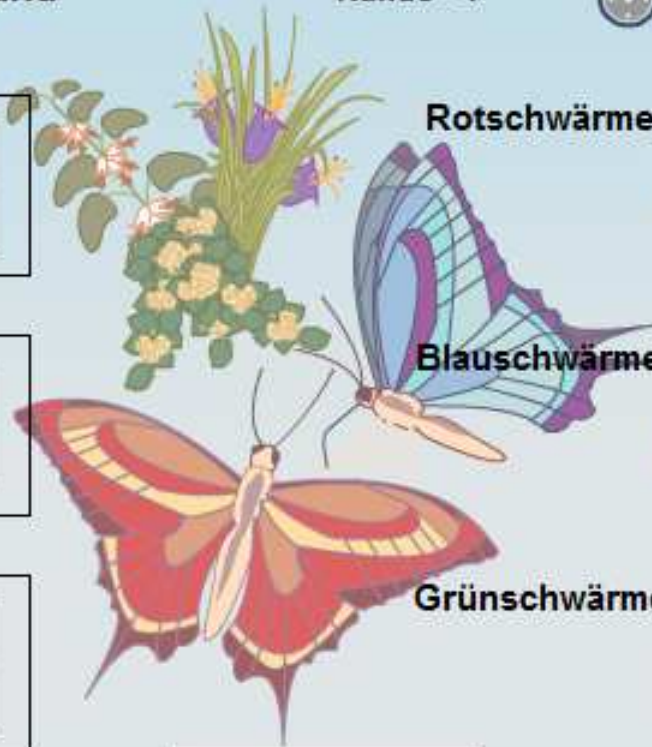
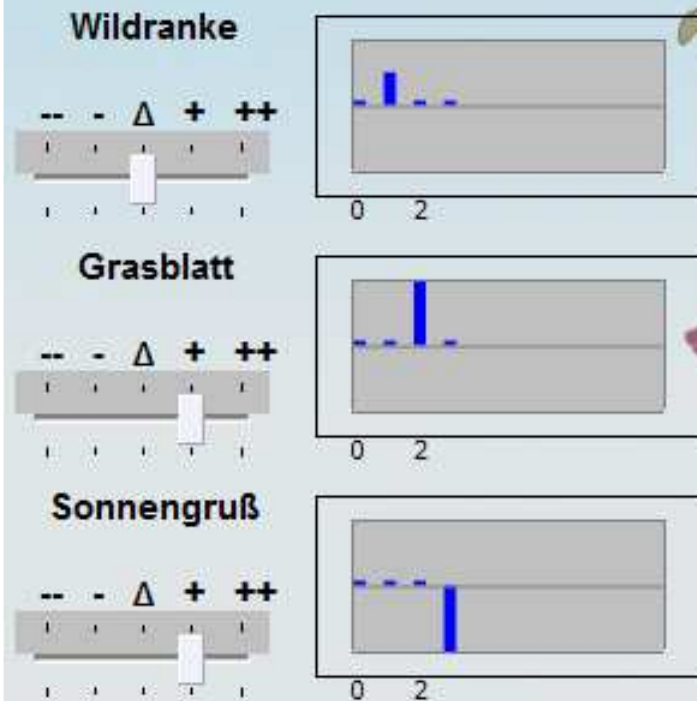
Grüenschwärmer

Finde die Zusammenhänge heraus und trage sie in das Modell ein!

Runde 4

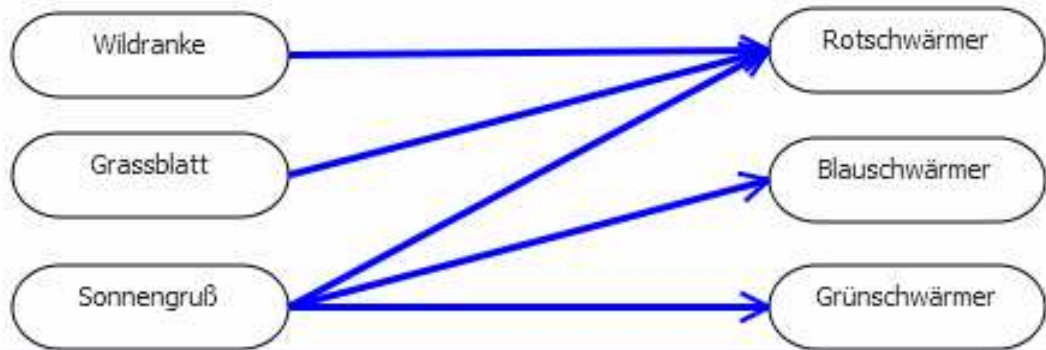


91



Hilfe      Alles löschen      **Ausführen!**      Weiter

Model





**Du hast den ersten Teil der Aufgabe beendet!**

Nun siehst du auf der nächsten Seite **den richtigen Zusammenhang** zwischen Blumenarten und den Schmetterlingsarten.

Wie musst du Wildranke, Blassblatt und Sonnengras verändern, um den vorgegebenen Zielbereich bei Rotschwärmern, Blauschwärmern und Grünschwärmern **in höchstens 4 Schritten** zu erreichen?

weiter



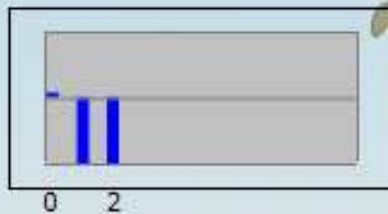
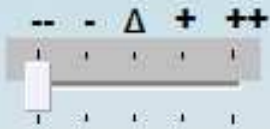
Erreiche möglichst viele Ziele  
in höchstens 4 Schritten!

Runde 2



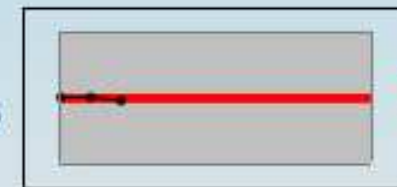
72

Wildranke



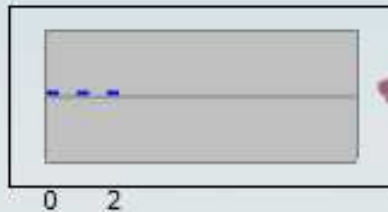
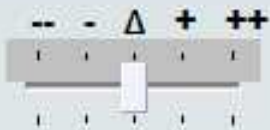
Rotschwärmer

48



[ 48-52 ]

Grasblatt



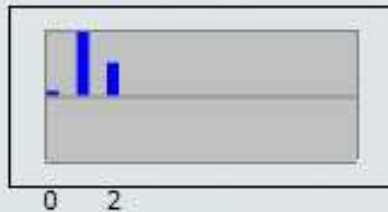
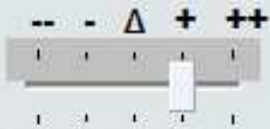
Blauschwärmer

56



[ 56-60 ]

Sonnengruß



Grüenschwärmer

56



[ 56-60 ]



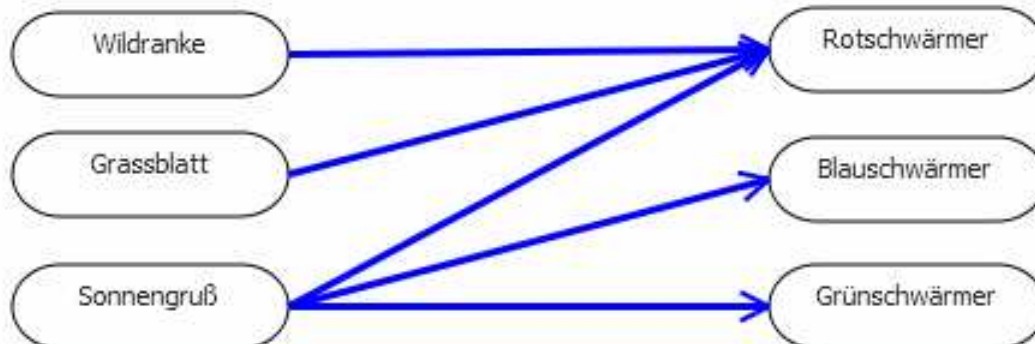
Ausführen!

Hilfe

Alles löschen

Beende Aufgabe

Model





**Es folgt nun eine weitere Steueraufgabe.  
Versuche, so viele Ziele wie möglich zu erreichen!**

**Weiter**



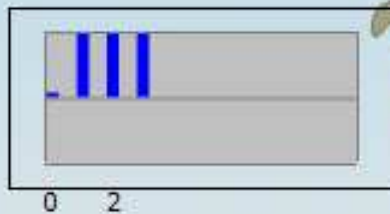
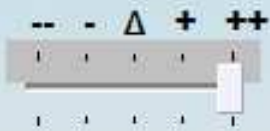
Erreiche möglichst viele Ziele  
in höchstens 4 Schritten!

Runde 4



62

Wildranke



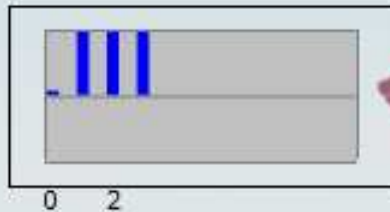
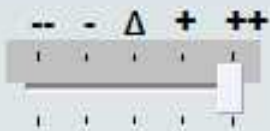
Rotschwärmer

80



[ 80-84 ]

Grasblatt



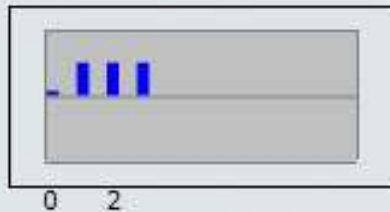
Blauschwärmer

56



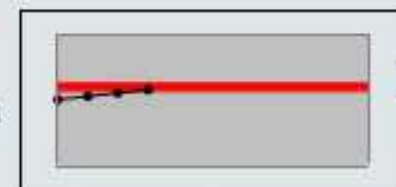
[ 40-44 ]

Sonnengruß



Grüenschwärmer

56



[ 56-60 ]

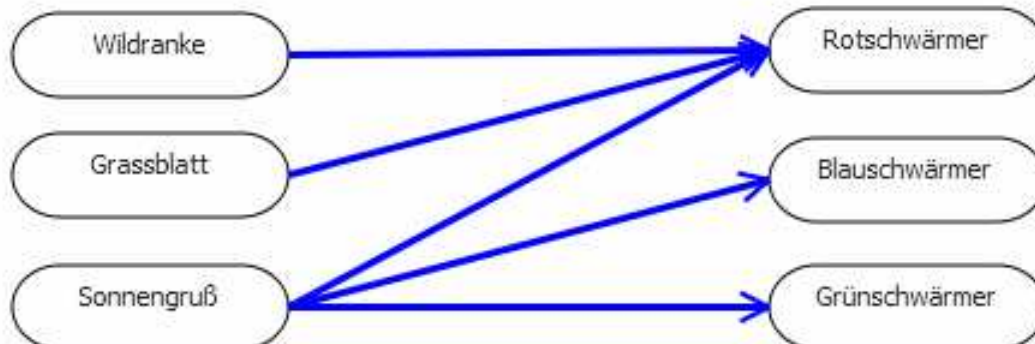
Hilfe

Alles löschen

Ausführen!

Beende Aufgabe

Modell



## Ein erster Blick in die Korrelationen zwischen den fünf Indikatoren:

		scoreExplo	scoreRed	scoreModel	scoreControl	scoreEval
<b>scoreExplo</b>	Korrelation nach Pearson	$\alpha = .866$	,411**	,797**	,587**	,402**
	Doppelt Minderungskorrigiert		(,466)	(,956)	(,723)	(,491)
	N	91	90	91	91	91
<b>scoreRed</b>	Korrelation nach Pearson		$\alpha = .899$	,414**	,351**	,478**
	Doppelt Minderungskorrigiert			(,488)	(,424)	(,573)
	N		90	90	90	90
<b>scoreModel</b>	Korrelation nach Pearson			$\alpha = .802$	,568**	,439**
	Doppelt Minderungskorrigiert				(,727)	(,557)
	N			91	91	91
<b>scoreControl</b>	Korrelation nach Pearson				$\alpha = .762$	,485**
	Doppelt Minderungskorrigiert					(,632)
	N				91	91
<b>scoreEval</b>	Korrelation nach Pearson					$\alpha = .774$
	Doppelt Minderungskorrigiert					
	N					92

Alle Korrelation sind auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant.





# Ausblick (1)

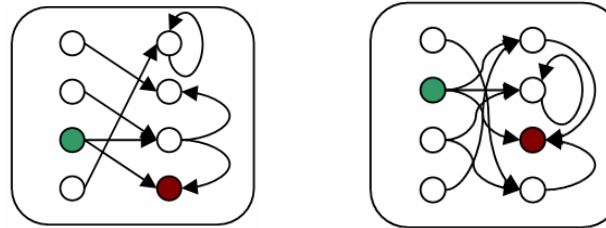
- Folgeerhebung (n=300):
  - Komplexe Probleme (MicroDYN, MicroFIN, Tailorshop, GeneticsLab)
  - Analytische Probleme,
  - Turm von Hanoi
  - Fluide Intelligenz,
  - ICT-literacy
  - Schulnoten,
  - Fähigkeitsselbstkonzept
  - Big-Five
  - Geschlecht



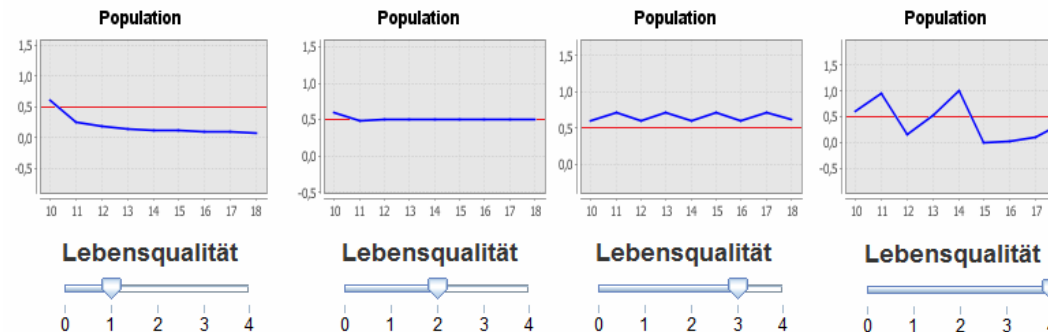


## Ausblick (2)

- *Wissenserwerb und Steuerung beim Umgang mit hochkomplexen Systemen:*



- *Nichtlinearität, Selbstorganisation und Chaotische Prozesse:*



$$Population_t = Population_{t-1} * (1 - Population_{t-1}) * Lebensqualität$$





# Noch Fragen?





# Erste Erhebung:

- An einer studentischen Stichprobe von  $n = 92$  haben wir *MicroDYN* und den *Turm von Hanoi* erhoben um erste Aussagen über die Binnenstruktur der fünf Facetten treffen zu können.
- Experimentell variiert wurde
  - (1) ob nach der wichtigsten AV, der wichtigsten UV oder der unwichtigsten UV gefragt wurde und
  - (2) das Verhältnis von wichtigster Variable zu weniger wichtigen Variablen: 3:1, 3:2, oder 2:1





## Scoring der Explorationsleistung ( $\alpha = .866$ )

1. Keinerlei VOTAT (i.S.v. « vary one thing at a time »)
2. Inkonsistentes VOTAT
3. VOTAT ohne Nullrunden
4. VOTAT mit Nullrunden





## Scoring der Informationsreduktion ( $\alpha = .899$ )

1. Falsche Wahl
2. Richtige Wahl

## Scoring der Modellbildungsleistung ( $\alpha = .802$ )

1. Mehr als zwei Fehler
2. Zwei Fehler
3. Ein Fehler
4. Kein Fehler





## Scoring der Steuerleistung ( $\alpha = .762$ )

1. Nichts angenähert (oder erreicht)
2. Kein Ziel erreicht, nicht alle angenähert
3. Kein Ziel erreicht, alle angenähert
4. 1 Ziel erreicht, nicht alle angenähert
5. 1 Ziel erreicht, alle angenähert
6. 2 Ziele erreicht, nicht alle angenähert
7. 2 Ziele erreicht, alle angenähert
8. Alle 3 Ziele erreicht (und angenähert)





## Scoring der Bewertungsleistung ( $\alpha = .774$ )

1. Kein oder ein Ziel angenähert
2. Mind. 2 Ziele angenähert
3. Mind. 2 Ziele erreicht





# Erste Erhebung:

- Deskriptives zu Exploration:

	<i>N</i>	<i>Minimum</i>	<i>Maximum</i>	<i>Mittelwert</i>	<i>Standardabweichung</i>	<i>Schwierigkeit</i>
<i>chemieA_expl_sco</i>	86	0	2	1,79	,556	0,89534884
<i>chemieB_expl_sco</i>	84	0	2	1,87	,433	0,93452381
<i>chemieC_expl_sco</i>	88	0	2	1,84	,500	0,92045455
<i>chemieD_expl_sco</i>	83	0	2	1,77	,548	0,88554217
<i>chemieE_expl_sco</i>	85	0	2	1,85	,450	0,92352941
<i>chemieF_expl_sco</i>	85	0	2	1,75	,596	0,87647059
<i>chemieG_expl_sco</i>	85	0	3	2,39	,757	0,79607843
<i>chemieH_expl_sco</i>	84	0	3	2,36	,652	0,78571429
<i>chemieI_expl_sco</i>	87	0	3	2,37	,749	0,78927203





# Erste Erhebung:

- Deskriptives zur Informationsreduktion:

	<i>N</i>	<i>Minimum</i>	<i>Maximum</i>	<i>Mittelwert</i>	<i>Standardabweichung</i>	<i>Schwierigkeit</i>
<i>InfRed_a</i>	85	0	1	,42	,497	0,42352941
<i>InfRed_b</i>	84	0	1	,46	,502	0,46428571
<i>InfRed_c</i>	87	0	1	,37	,485	0,36781609
<i>InfRed_d</i>	82	0	1	,43	,498	0,42682927
<i>InfRed_e</i>	85	0	1	,36	,484	0,36470588
<i>InfRed_f</i>	85	0	1	,34	,477	0,34117647
<i>InfRed_g</i>	84	0	1	,55	,501	0,54761905
<i>InfRed_h</i>	84	0	1	,55	,501	0,54761905
<i>InfRed_i</i>	87	0	1	,74	,444	0,73563218





# Erste Erhebung:

- Deskriptives zur Modellbildung:

	<i>N</i>	<i>Minimum</i>	<i>Maximum</i>	<i>Mittelwert</i>	<i>Standardabweichung</i>	<i>Schwierigkeit</i>
<i>chemieA_mod_sco</i>	86	0	3	2,35	1,082	0,78294574
<i>chemieB_mod_sco</i>	84	0	3	2,52	,963	0,84126984
<i>chemieC_mod_sco</i>	85	0	3	2,28	1,161	0,76078431
<i>chemieD_mod_sco</i>	82	0	3	2,39	1,063	0,79674797
<i>chemieE_mod_sco</i>	86	0	3	2,38	1,086	0,79457364
<i>chemieF_mod_sco</i>	85	0	3	2,25	1,154	0,74901961
<i>chemieG_mod_sco</i>	84	0	3	2,56	,923	0,8531746
<i>chemieH_mod_sco</i>	83	0	3	,87	1,135	0,28915663
<i>chemieI_mod_sco</i>	86	0	3	2,52	1,037	0,84108527





# Erste Erhebung:

- Deskriptives zur Steuerung:

	<i>N</i>	<i>Minimum</i>	<i>Maximum</i>	<i>Mittelwert</i>	<i>Standardabweichung</i>	<i>Schwierigkeit</i>
<i>chemieA_steu_sco</i>	85	0	7	5,78	2,222	0,82521008
<i>chemieB_steu_sco</i>	84	1	7	6,07	1,713	0,8452381
<i>chemieC_steu_sco</i>	87	0	7	4,85	2,270	0,69293924
<i>chemieD_steu_sco</i>	83	0	7	5,63	2,310	0,80378657
<i>chemieE_steu_sco</i>	86	1	7	6,05	1,644	0,84108527
<i>chemieF_steu_sco</i>	84	0	7	4,86	2,319	0,69387755
<i>chemieG_steu_sco</i>	84	0	7	6,29	1,669	0,89795918
<i>chemieH_steu_sco</i>	84	0	7	5,13	2,368	0,7329932
<i>chemieI_steu_sco</i>	87	0	7	6,09	1,840	0,87027915





# Erste Erhebung:

- Deskriptives zur Polytelie-Bewertung:

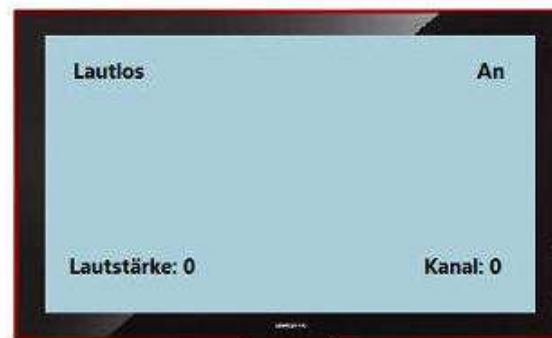
	<i>N</i>	<i>Minimum</i>	<i>Maximum</i>	<i>Mittelwert</i>	<i>Standardabweichung</i>	<i>Schwierigkeit</i>
<i>chemieA_pol_sco</i>	89	0	2	,90	,658	0,4494382
<i>chemieB_pol_sco</i>	92	0	3	1,03	,544	0,3442029
<i>chemieC_pol_sco</i>	92	0	2	,68	,573	0,3423913
<i>chemieD_pol_sco</i>	92	0	2	1,00	,629	0,5
<i>chemieE_pol_sco</i>	91	0	3	1,08	,521	0,35897436
<i>chemieF_pol_sco</i>	91	0	2	,82	,676	0,41208791
<i>chemieG_pol_sco</i>	88	0	2	1,23	,723	0,61363636
<i>chemieH_pol_sco</i>	88	0	2	,73	,723	0,36363636
<i>chemieI_pol_sco</i>	88	0	2	1,11	,808	0,55681818





# Der MicroFIN-Ansatz

- Analog zu MicroDYN konzipiert
- Statt linearer Strukturgleichungsmodelle  
« Finite Automaten » als komplexe Systeme





# Quellen

- Funke, J. (2001). Neue Verfahren zur Erfassung intelligenten Umgangs mit komplexen und dynamischen Anforderungen. In E. Stern & J. Guthke (Hrsg.), Perspektiven der Intelligenzforschung. Ein Lehrbuch für Fortgeschrittene (S. 89-107). Lengerich: Pabst Science Publishers.
- Funke, J. (2003). Problemlösendes Denken. Stuttgart: Kohlhammer.
- Gaschler, R. (2009). Information Reduction as Item-general Strategy Change. In: <http://edoc.hu-berlin.de/dissertationen/gaschler-robert-2009-06-30/PDF/gaschler.pdf>

