

# Innovationsfähigkeit Theorien und Indikatoren

Tagung, 9. / 10. Juli 2009, Berlin

## Welche Theorie erklärt die Erfindertätigkeit?

Harald A. Mieg  
HANS-SAUER-Professor für Metropolen- und  
Innovationsforschung  
Humboldt-Universität zu Berlin



**ETH**

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich  
Swiss Federal Institute of Technology Zurich





## Überblick

Theorie- / Forschungsansätze

Studie 1: Person des Freien Erfinders

Studie 2: Denk-Strategien

Possibility Filters (nach Robert Weber)



## Arten von Erfindern

Bislang kaum Forschung mit freien Erfindern oder Erfinderunternehmern!

	<b>Angestellte Erfinder</b>	<b>Freie Erfinder</b>	<b>Erfinder-Unternehmer</b>
Definitions-Kriterium	Festanstellung in einem Unternehmen	Selbstständigkeit, Einzeltätigkeit (oft mit Teilanstellung in einem Unternehmen)	Unternehmensgründer, Leitungsfunktion
Motivation?	Sicherheit	Unabhängigkeit	Unternehmertum

### Lemelson-MIT Workshop 2003: *The architecture of invention*

- 1) "Invention is an **extended process**" that may take years (the telephone), or decades (the steam engine), and sometimes centuries (the airplane).
- 2) "Invention is a highly purposeful activity, but purposes vary."
- 3) "Both problem finding and problem solving figure centrally in the process of invention."
- 4) "Invention is a **knowledge-generating process**."
- 5) "Inventors use a rich variety of representations and move nimbly among them."
- 6) "Inventors sustain **a dialog between ideas and instantiations**" - instantiations being, for example, prototypes, experiments, trials, tinkering, etc.
- 7) "The process of invention depends on iterative cycles of evaluation."
- 8) "Successful inventors **learn from failure**."
- 9) "Inventors override past experience and abandon prior knowledge."
- 10) "Invention requires **boundary transgressions**" - drawing upon knowledge and resources from any available source, "irrespective of disciplinary or other boundaries."
- 11) "**Chance** plays a significant role in invention, but not in a haphazard way."
- 12) "The process of invention is self-generating but resource-limited."

## Theorie-/Forschungsansätze I

1. **Psychologische Kreativitätsforschung (Kirton u.a.):**  
Divergentes Denken (Output-Maximierung), Faktoren:  
„Offenheit für Neues“, Extraversion
2. **Komplexes Problemlösen (Dörner u.a.):** Einsatz von  
Heuristiken, intelligentes Informationsmanagement...
3. **Expertise (Ericsson u.a.):** bereichsabhängige Entwicklung  
von Exzellenz durch deliberate practice

# HA Mieg • Welche Theorie erklärt die Erfindertätigkeit?

---



Invention  $\longrightarrow$  Innovation

Kreativität

Unternehmertum

Komplexes Problemlösen

Expertise

# HA Mieg • Welche Theorie erklärt die Erfindertätigkeit?



<b>Ansatz</b>	<b>von Invention bis zu Innovation</b>	<b>generell vs. spezifisch</b>	<b>Orientierung: Problem vs. Ziel</b>	<b>Erfinder als...</b>
Kreativität	Invention	generell		Kreativer
Unternehmer-tum	Innovation	generell	Ziel	Unternehmer
Komplexes Problemlösen		generell	Problem	Problemlöser
Expertise		spezifisch: Domain	Problem	Erfindungs-Experte
Situated Cognition	Innovation	spezifisch: Labor	Problem	„Wissens-Brücke“
Hans-Sauer-Modell*	beides!	generell	beides!	Reflexiver Problemlöser

\* Entwickelt von: Hans Sauer, Artur Fischer, Ludwig Bölkow

Weber, Moder and Solie (1990, p. 321) on an invention for applying herbicides <sup>a</sup>	Weber (1992b, p. 218) on the evolution of the Swiss knife	Perkins and Weber (1992, p. 332), general	Weber (1996, p. 364-5) on inventing the chair	MIT (2003, p. 33), general
"frame description": describing purposes, materials, procedures...	"joining": of previously independent elements to form a new element	"organize search by parsing"	find and describe "requirements or specifications"	"subgoaling"
"systematic min/max table": minimize some variables, maximize other variable	"adding": adding features "to increase functionality"	"find the boundaries...and cross them"	find and describe "constraints"	"repurposing"
"systematic constraint table"	"fine-tuning"	"attain goals through a backward search, especially when a forward search does not work"	"generate alternatives"	"combining"
"visual imagery"	"using an abstract element": on which "spatial transformations and heuristics operate"	"do not be constrained by nature"	"evaluate each alternative in the light of the functional requirements or specifications"	<b>Analogien</b>
"metaphor or analogy"		"minimize search by using a theory or a metaphor or a mental model to work from"		"identifying variables"
		"when all else fails, do a systematized big search"		"deliberate evaluation"
				"exhaustive search"

<sup>a</sup> main five heuristics

## Forschungs-stand Heuristiken

Mieg (in press)



# HA Mieg • Welche Theorie erklärt die Erfindertätigkeit?



Ansatz	von Invention bis zu Innovation	generell vs. spezifisch	Orientierung: Problem vs. Ziel	Erfinder als...
Kreativität	Invention	generell		Kreativer
Unternehmer-tum	Innovation	generell	Ziel	Unternehmer
Komplexes Problemlösen		generell	Problem	Problemlöser
Expertise		spezifisch: Domain	Problem	Erfindungs-Experte
Situated Cognition	Innovation	spezifisch: Labor	Problem	„Wissens-Brücke“
Hans-Sauer-Modell*	beides!	generell	beides!	Reflexiver Problemlöser

**Es entsteht Wissen!**

\* Entwickelt von: Hans Sauer, Artur Fischer, Ludwig Bölkow

Skala	Erfinder (N=69)		Normpopulation	z-Wert
	$\alpha$	M (s)	M (s)	
<i>NEO-FFI ("Big Five")</i>				
Offenheit für Erfahrungen <sup>c</sup>	0,66	2,66 (0,46)	2,71 (0,52) <sup>a</sup>	-0,80
Extraversion <sup>c</sup>	0,76	2,50 (0,50)	2,05 (0,47) <sup>b</sup>	10,78**
Neurotizismus (emotional instabil)	0,86	1,37 (0,63)	2,36 (0,57) <sup>a</sup>	2,04*
Verträglichkeit	0,59	2,54 (0,39)	2,19 (0,51) <sup>b</sup>	5,05**
Gewissenhaftigkeit	0,78	2,77 (0,48)	1,84 (0,70) <sup>a</sup>	-5,58**
			1,63 (0,63) <sup>b</sup>	-3,43**
			2,44 (0,49) <sup>a</sup>	1,70
			2,51 (0,49) <sup>b</sup>	0,51
			2,53 (0,63) <sup>a</sup>	3,16**
			2,68 (0,57) <sup>b</sup>	1,31
<i>DOSPERT-G (Risikobereitschaft)</i>				
Investment <sup>f</sup>	0,77	2,57 (0,96)	2,63 (0,89)	-0,56
Ethical <sup>f</sup>	0,82	1,98 (0,67)	2,74 (0,68)	-9,28**
Gambling	0,86	1,59 (0,85)	1,71 (0,76)	-1,31
Health	0,73	2,43 (0,68)	2,74 (0,66)	-3,90**
Recreational	0,79	2,57 (0,89)	2,68 (0,77)	-1,19
Social	0,47	3,53 (0,52)	3,71 (0,47)	-3,18**
<i>Frankfurter Selbstkonzept-Skalen</i>				
FSAL	0,82	Summe (s <sup>2</sup> ): 47,54 (40,56)	Summe (s <sup>2</sup> ): 47,1 (34,12)	0,11
FSVE	0,70	Summe (s <sup>2</sup> ): 28,62 (12,74)	Summe (s <sup>2</sup> ): 27,8 (16,16)	0,42
<i>Skala zur allgemeinen Selbstwirksamkeit</i>				
Selbstwirksamkeit	0,85	Summe (s <sup>2</sup> ): 31,16 (15,85)	Summe (s <sup>2</sup> ): 29,5 (28,42)	0,49

## Studie 1:

## Person des Freien Erfinders

Braun, Mieg & Neyer (2009)

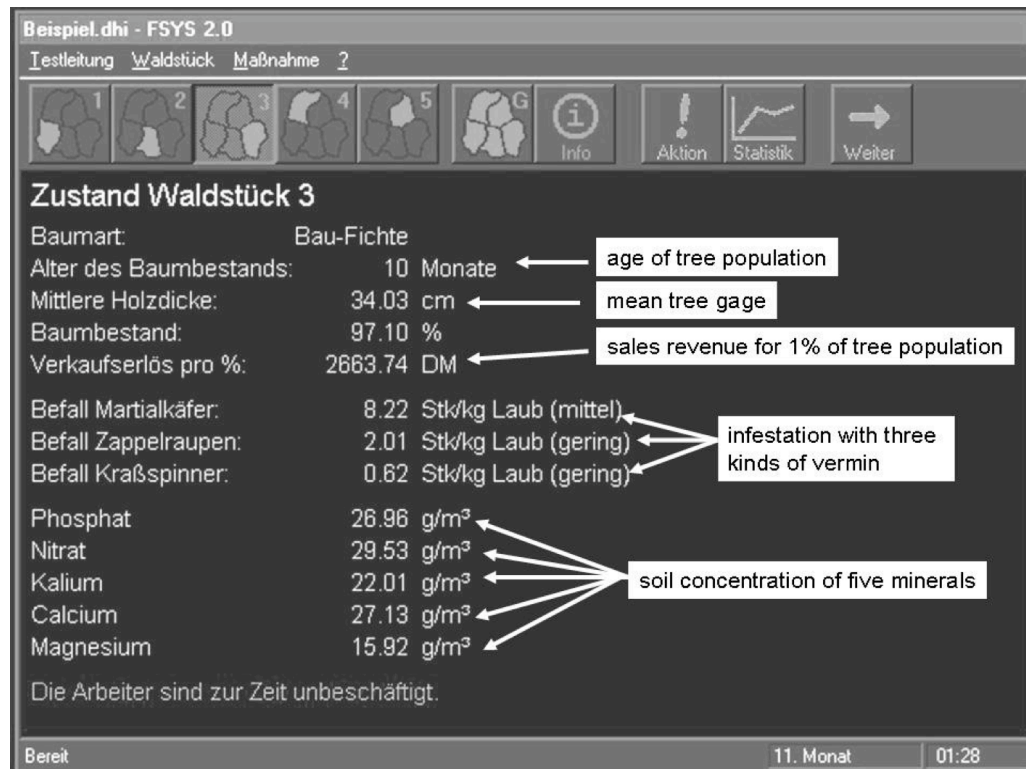
Skala	Erfinder (N=69)		Normpopulation	z-Wert
	$\alpha$	M (s)	M (s)	
<i>NEO-FFI ("Big Five")</i>				
Offenheit für Erfahrungen <sup>c</sup>	0,66	2,66 (0,46)	2,71 (0,52) <sup>a</sup>	-0,80
Extraversion <sup>c</sup>	0,76	2,50 (0,50)	2,05 (0,47) <sup>b</sup>	10,78**
Neurotizismus (emotional instabil)	0,86	1,37 (0,63)	2,36 (0,57) <sup>a</sup>	2,04*
Verträglichkeit	0,59	2,54 (0,39)	2,19 (0,51) <sup>b</sup>	5,05**
Gewissenhaftigkeit	0,78	2,77 (0,48)	2,44 (0,49) <sup>a</sup>	1,70
			2,51 (0,49) <sup>b</sup>	0,51
<i>DOSPERT-G (Risikobereitschaft)</i>				
Investment <sup>f</sup>	0,77	2,57 (0,96)	2,63 (0,89)	-0,56
Ethical <sup>f</sup>	0,82	1,98 (0,67)	2,74 (0,68)	-9,28**
Gambling	0,86	1,59 (0,85)	1,71 (0,76)	-1,31
Health	0,73	2,43 (0,68)	2,74 (0,66)	-3,90**
Recreational	0,79	2,57 (0,89)	2,68 (0,77)	-1,19
Social	0,47	3,53 (0,52)	3,71 (0,47)	-3,18**
<i>Frankfurter Selbstkonzept-Skalen</i>				
FSAL	0,82	Summe (s <sup>2</sup> ): 47,54 (40,56)	Summe (s <sup>2</sup> ): 47,1 (34,12)	0,11
FSVE	0,70	Summe (s <sup>2</sup> ): 28,62 (12,74)	Summe (s <sup>2</sup> ): 27,8 (16,16)	0,42
<i>Skala zur allgemeinen Selbstwirksamkeit</i>				
Selbstwirksamkeit	0,85	Summe (s <sup>2</sup> ): 31,16 (15,85)	Summe (s <sup>2</sup> ): 29,5 (28,42)	0,49

## Studie 1:

### Person des Freien Erfinders

#### Ergebnisse:

1. Freie Erfinder sind emotional stabil (Frustrationstoleranz)
2. „Offenheit für Erfahrungen“ kein Erfolgsfaktor (negativ korreliert mit Patenten)



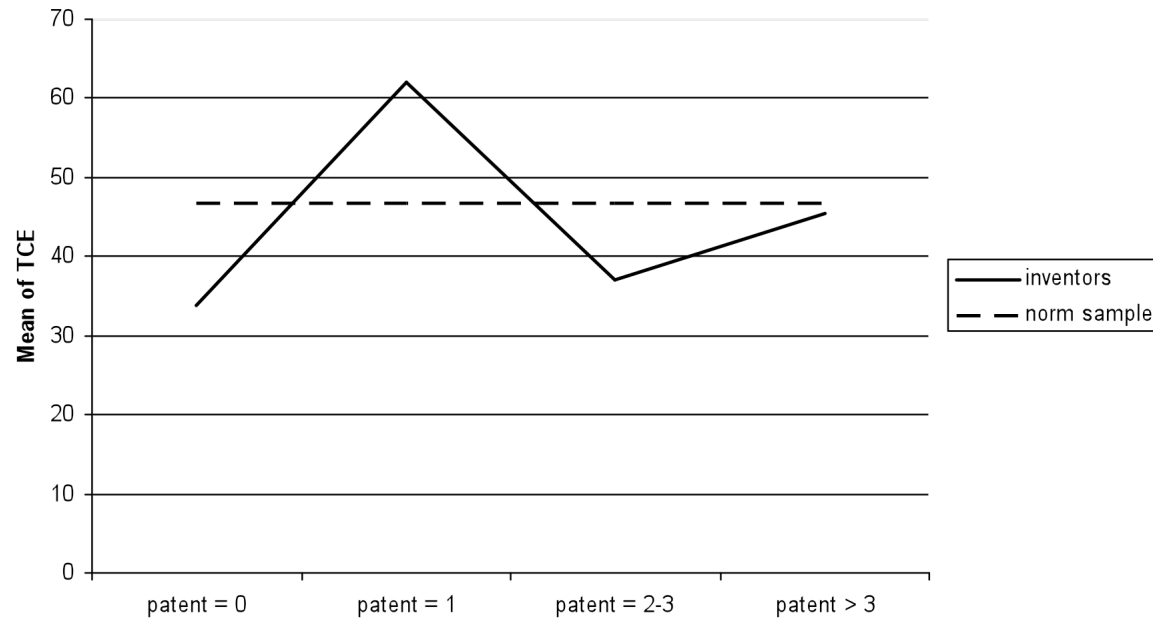
## Studie 2:

# Denk-Strategien: FSYS-Computer- Simulierte Welt

Wolf & Mieg (in press)

## Studie 2:

### Denk-Strategien: FSYS-Computer- Simulierte Welt



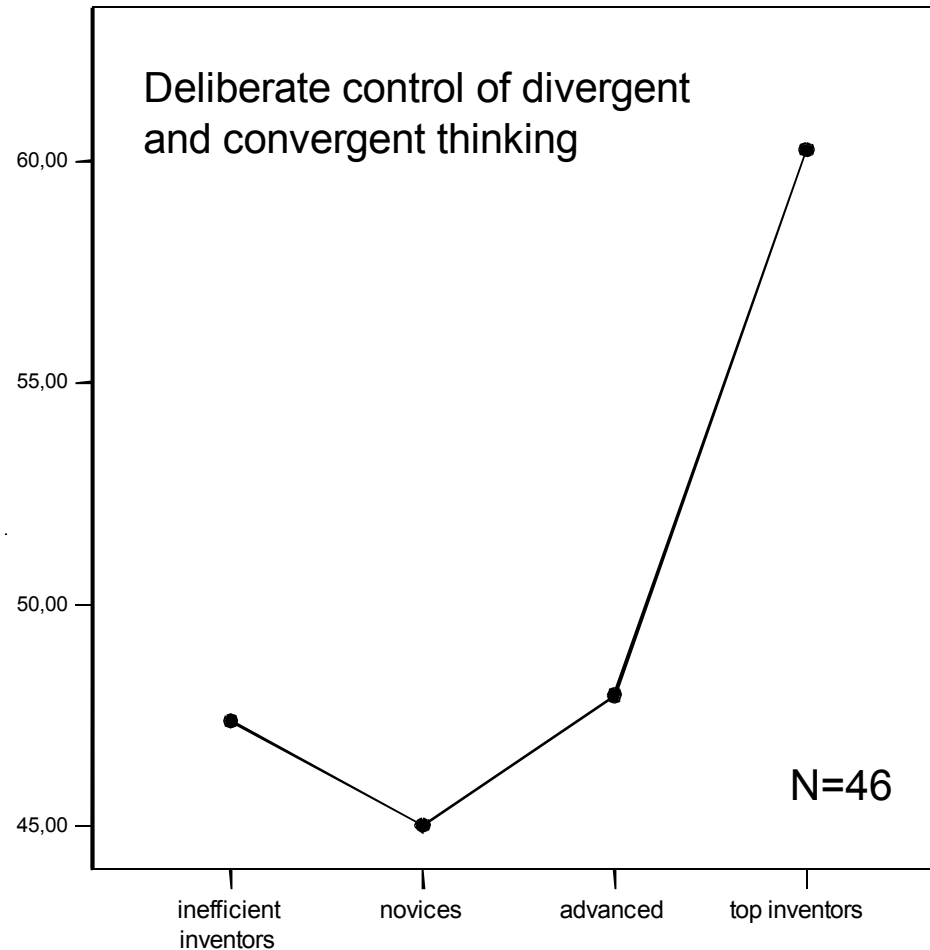
N=36

Ergebnisse:

1. Freie Erfinder sind nicht besser im Problemlösen

## Studie 2:

### Denk-Strategien: FSYS-Computer- Simulierte Welt



Ergebnisse:

1. Freie Erfinder sind nicht besser im Problemlösen
2. Erfolgreiche Erfinder fokussieren!

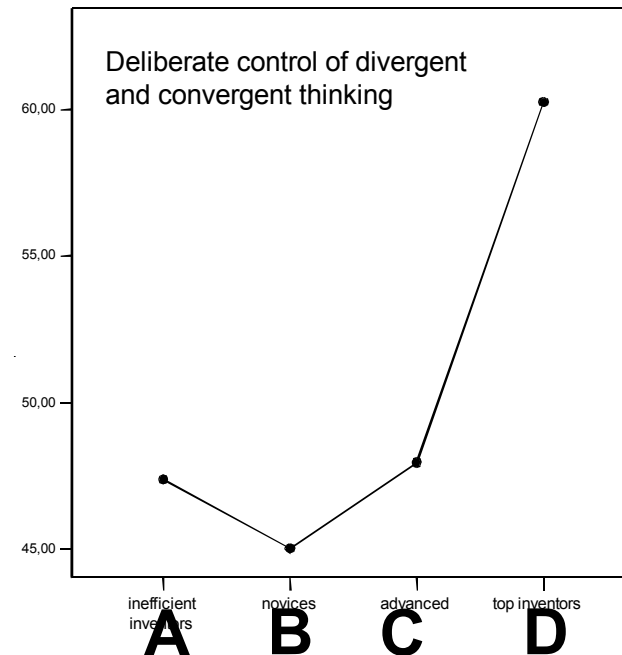
Erfolgsmaß:  
Erfindungseffizienz

$$IE = \frac{(marketed\_patents + 1)^2}{\frac{granted\_patents}{5} + 1}$$

- A Inefficient inventors:** if  $IE \leq 1$  and granted patents  $\geq 1$ .
- B Novices:** if  $IE = 1$  and granted patents = 0.
- C Advanced:** if  $IE > 1$  and  $IE < \approx 10$ .
- D Experts:**  $IE > \approx 10$ . This category includes the top 10 % inventors.

## Studie 2:

### Denk-Strategien: FSYS-Computer- Simulierte Welt





## Theorie-/Forschungsansätze II

	Expertise	Situated Cognition	Possibility Filter
Concept of inventor	expert in invention (mastery)	productive mutual adaptation of a person and his/her socio-technological environment	inventor as the instrument of socio-technological development
Level of explanation	individual	networks (individuals <i>and</i> social situations)	individual and/or socio-technological
Studies (examples)	Henderson (2004), Hoisl (2007)	Hakkarainen, Palonen, Paavola and Lehtinen (2004)	Weber (1996)
Open issues (examples)	Domain-specificity of expertise does not seem to hold for inventors.	The concept of situated cognition better explains innovation than invention.	Measuring the success of inventors.



# HA Mieg • Welche Theorie erklärt die Erfindertätigkeit?



Ansatz	von Invention bis zu Innovation	generell vs. spezifisch	Orientierung: Problem vs. Ziel	Erfinder als...
Expertise		spezifisch: Domain	Problem	Erfindungs-Experte
Situated Cognition	Innovation	spezifisch: Labor	Problem	„Wissens-Brücke“
Possibility Filters	Invention	spezifisch: Technologie	Ziel	Instrument der Erfindung

## Possibility Filter

The central element of this concept consists of **the technological vision**, in case of the Wright brothers, "the flight problem" of achieving powered and sustained heavier-than-air human flight. This technological vision defines **a directed, cognitive space**. The possibility filter "means that the inventor sees the world in a different way: not as it is but as it might be" (p. 6). Thus, the possibility filter leads to the

- selection and **integration of new information (even failure)**,
- **generation of knowledge** (via metacognition),
- **definition of developmental paths / trajectories (personally and technologically)** ,

In particular, the possibility filter recognizes the common phenomenon reported in interviews (e.g., Brown, 1988): inventors try to integrate or test **any type of information** from any source (technological, private, social...) in order to realize their technological vision.

## Possibility Filter

The central element of this concept consists of **the technological vision**, in case of the Wright brothers, "the flight problem" of achieving powered and sustained heavier-than-air human flight. This technological vision defines **a directed, cognitive space**. The possibility filter "means that the inventor sees the world in a different way: not as it is but as it might be" (p. 6). Thus, the possibility filter leads to the

- selection and **integration of new information (even failure)**,
- **generation of knowledge** (via metacognition),
- **definition of developmental paths / trajectories** (personally and technologically)



**eine Innovationstheorie als  
Theorie der Innovationsfähigkeit**