

# Qualitatives Modeln

Eine Reflexion der qualitativen Modellierung - von den Anfängen der Cause and Effect Matrix und der Fuzzy Cognitive Maps über Vester's Papiercomputer bis hin zum MODELER

Franc Grimm  
Kai Neumann



... bevor Sie drucken, überlegen Sie bitte, ob es für die Umwelt nicht auch am Bildschirm zu lesen wäre ...

## Inhaltsverzeichnis:

Qualitative Modellierung mit nur groben Gewichtungen	3
Wie können wir grob gewichten?	5
Wie können wir auswerten?	8
Wie können wir vom qualitativen zum quantitativen Modell kommen?	16
Das wichtigste zum Schluss: Vernetztes Denken, Soft Systems Thinking etc.	17
Weitere Informationen	18

# Qualitative Modellierung

Im Gegensatz zur quantitativen Modellierung - etwa mit System Dynamics, Diskreter Simulation, Agentenbasierter Modellierung u.ä. - basiert die qualitative Modellierung auf weniger klaren methodischen Grundlagen und wird von einigen Anwendern daher nur mit Unbehagen angewendet. Gerade im deutschsprachigen Raum erwarten zudem - und daher - einige Nutzer, dass die qualitative Modellierung dem Sensitivitätsmodell von Professor F. Vester entsprechen muss. Trotz des wertvollen Beitrags, den Professor Vester zur qualitativen Modellierung zweifelslos erbracht hat, haben wir uns jedoch ganz bewusst nach einer mehrjährigen internationalen Forschungsarbeit gegen eine Umsetzung des Konzeptes in unserem MODELER entschieden. Da wir immer mal wieder auf die Abgrenzung zum Vester-Modell angesprochen werden, möchte ich mit diesem E-Buch die Gründe für die Nichtberücksichtigung des Vester-Ansatzes, deren Wurzeln in der viel älteren Cause and Effect Matrix liegen, sowie die Unterschiede zu den weiteren Konkurrenzlösungen aufzeigen.

Unter den etlichen Expertentools und -anwendungen zur Visualisierung von Ursache-Wirkungsbeziehungen (z.B. Ishikawa-Diagramm) gibt es neben der grundsätzlichen Möglichkeit Cause and Effect Matrizen in einer Tabellenkalkulation abzubilden derzeit vier Softwarelösungen, die eine Auswertung von nur grob gewichteten Ursache-Wirkungsbeziehungen ermöglichen. Das Sensitivitätsmodell (Prof. Vester), Gamma, Heraklit und der CONSIDEO MODELER. Nach meiner Ansicht ist lediglich der MODELER in der operativen Praxis, während die drei anderen Tools ihre Nischen bzw. Spezialisierungen mehr und mehr im Bildungsbereich, in der Bereitstellung von Planspielen, sowie in nur noch sehr wenigen Einzelanwendungen in Unternehmen und im öffentlichen Bereich haben. Gründe hierfür sind meiner Ansicht nach die Kompliziertheit der Tools und methodische Mängel, die zu häufig zu nicht-verwendbaren Ergebnissen führen.

## Qualitative Modellierung mit nur groben Gewichtungen

Lesen sollten Sie diese E-Buch nur, wenn Sie Zweifel an der qualitativen Modellierung hegen oder noch immer einer anderen Methode bzw. einem anderen Tool anhängen - ansonsten sind die anderen E-Bücher zur Modellierung sicherlich die effektiveren Hilfestellungen.

Ursprünglich stand im Titel "Grundlagen der qualitativen Modellierung...", was ich mit Blick auf die Breite der Spielarten darunter fallender Ansätze aus Zeitgründen sofort wieder verworfen habe. Hier nun geht es um die vermeintlichen Mitbewerber des CONSIDEO MODELERs. Die Breite ergibt sich, da mit qualitativer Modellierung heute alle Ansätze zur nicht-mathematischen Beschreibung von Zusammenhängen gemeint sind. Es beginnt mit reinen Visualisierungen, z.B. UML-Modellierung oder Causal Loop Diagrammen. Letztere sorgen für die Irritation, dass im deutschsprachigen Wikipedia derzeit Qualitative Modellierung unter System Dynamics fällt und dort allein die Visualisierung durch Stock and Flow-Diagramme meint. Und es geht weiter mit Ansätzen zur groben Gewichtung und nachfolgenden Analyse von Zusammenhängen, anfänglich mit der tabellarischen Cause and Effect Tabelle und später mit Fuzzy Cognitive Maps und dem Sensitivitätsmodell (Papiercomputer) von Professor Vester;

dem semi-quantitativen Ansatz von Heraklit und dem hoffentlich Ihnen schon bekannten Ansatz von Consideo.

Nicht-mathematisch ist eigentlich keine so gelungene Abgrenzung, da eine grobe Gewichtung von Zusammenhängen und deren spätere Auswertung sehr wohl auch mathematisch sind - nur eben gröber, oder wie ich gleich erläutern werde: fuzzy.

An dieser Stelle aber gleich der Hinweis, dass die mathematischen, quantitativen Ansätze für exakter und wegen des möglichen Datenmaterials auch wissenschaftlicher gehalten werden. Nun, das ist beides nicht zwingend der Fall, wie ich zum Thema Logik in den KNOW-WHY-Büchern ja bereits erläutert habe. Nichtsdestotrotz rankt sich um die Frage der Wissenschaftlichkeit qualitativer Ansätze ein bis heute andauernder Streit, bei dem es dann auch um hermeneutische Wissenssoziologie, den Positivismusstreit (Popper, Adorno etc.), Qualitative Sozialforschung bzw. Grounded Theory und viele weitere Ausprägungen geht.

Unbenommen ist der Vorteil der quantitativen Modellierung, dass nach Einheiten gefragt wird und so Aussagen im Ursache-Wirkungsmodell präzisiert werden müssen, also zumeist Faktoren hinzugefügt werden müssen. Bei der qualitativen Modellierung hingegen dürfen und sollen Faktoren mit ihrer Bezeichnung eine ganze Menge konnotieren. Das ist gefährlich, wenn Betrachter eines Modells unterschiedliche Konnotationen sehen - dann muss das Modell durch Kommunikation und Entwicklung eines gemeinsamen, mentalen Modells angepasst werden. Das ist aber mächtig, wenn alle wissen, was gemeint ist, und nicht nur sehr, sehr viel Zeit durch die fehlende Präzisierung gespart wird, sondern auch mathematisch schwer beschreibbare Zusammenhänge dadurch in den Zusammenhang gestellt werden können, dass wir Menschen ein Gespür dafür haben, dass und wie da eine Auswirkung zwischen zwei Faktoren existiert. Die Motivation von Mitarbeitern hat einen Einfluss auf die Qualität in der Produktion. Das ist sehr einfach in einem qualitativen Modell darstellbar. Doch wie würden Sie das quantitativ beschreiben wollen?<sup>1</sup> Auf solche Herausforderungen stoßen wir eigentlich immer, wenn so genannte weiche Faktoren eine Rolle spielen. Aber auch bei Zusammenhängen zwischen harten Faktoren, etwa 'Anzahl von Gesetzgebungen' und 'Wählerbeteiligung' oder 'Anzahl von Messeauftritten' und 'Neukundengeschäft'. Die Beschreibung erfolgt letztlich fuzzy,<sup>2</sup>, also unscharf, da gleich eine ganze Reihe von Zuständen und Zwischenzuständen gemeint wird.

---

<sup>1</sup> tatsächlich zeigen wir ja mit der relativen, quantitativen Modellierung, wie einfach das im Bedarfsfall geht. Über eine Wertebeziehung werden Faktoren im MODELER ganz leicht normiert, also wird z.B. aus den Spaltmaßen eines Produktes, die zwischen 0mm und 50mm liegen können, ein Qualitätsfaktor, der bei 0mm den Wert 1, und bei 50mm den Wert 0 hat. Dazu wird angenommen, dass Motivation irgendwo zwischen 0 und 1 liegt. Wenn dann Qualität nach der groben, qualitativen Gewichtung zu 40 Prozent vom Qualitätsmanagement (das nimmt selbst auch einen Wert zwischen 0 und 1 ein) und zu 60 Prozent von der Motivation der Mitarbeiter abhängt, lautet die Formel für Qualität schlicht:  $0.6 * \text{Motivation} + 0.4 * \text{Qualitätsmanagement}$

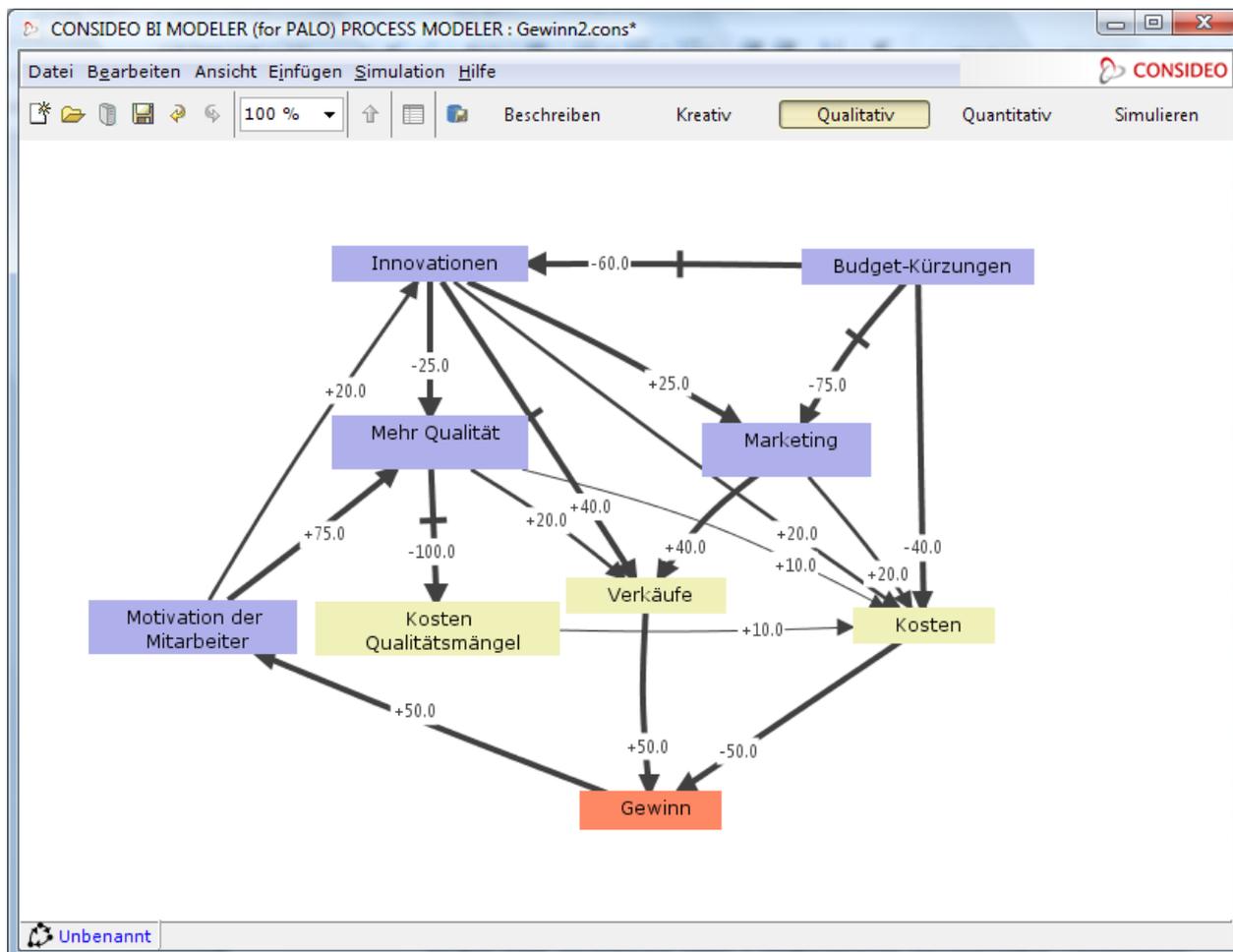
<sup>2</sup> ich bin immer noch der Meinung, dass 'fuzzy' zwar als Gegenbegriff zu digital (0 und 1) oder schwarz-weiß weiter genutzt werden darf, aber mit unscharf doch unglücklich übersetzt wird. Ich halte 'fuzzy' im Gegenteil für viel schärfer, da eben viel mehr Zustände, für die es dann angepasste, eindeutige Handlungen gibt, betrachtet werden. Was allerdings fuzzy ist, ist der sprachliche Ausdruck, wie z.B. 'schwach', den ich dann in eine Zahl, z.B. '10 Prozent' übersetze.

Das ist vielleicht vergleichbar mit der Verwendung des Begriffs Quantensprung, welcher eigentlich denkbar kleine Schritte meint, aber umgangssprachlich zur Bezeichnung diskreter, großer Schritte verwendet wird.

Interessant auch hier die Bauch- oder Intuitive Intelligenz ins Spiel zu bringen.<sup>3</sup> Mitunter sind sich mehrere Menschen mit gleichem Bauchgefühl bezüglich eines Einflusses einig, ohne diesen - so ohne weiteres - bewusst differenzieren zu können. Zu unterscheiden sind dann die Fälle, in denen es nur lange dauerte und Viele zusätzliche Faktoren den Zusammenhang zu präzisieren hätten, und die Fälle, in denen zwar alle das gleiche Bauchgefühl hatten, es aber nicht möglich ist, dieses mathematisch präzise auszudrücken. Einige mathematisch geprägte Leser mögen hier sogleich entgegenen, dass sich etwas immer mathematisch ausdrücken lässt. Nun, dem pflichte ich bei - aber es sprengt eben auch schnell jeden vertretbaren Aufwand. Und wenn der Zusammenhang nicht sicher ist, muss mit Monte-Carlo-Simulationen gleich eine ganze Bandbreite möglicher Szenarien durchgespielt werden.

## Wie können wir grob gewichten?

Das folgende Beispielmodell zur Frage, womit der Unternehmensgewinn kurz-, mittel- und langfristig gesteigert werden kann, dient zum Vergleich eines Papiercomputer-Modells nach Prof.Vester mit dem CONSIDEO MODELER:



<sup>3</sup> wichtig aber, auch dass wir in den KNOW-WHY Büchern und sogar auf unserer Homepage auf die Grenzen von Bauchintelligenz hinweisen: <http://www.consideo-modeler.de/bauchintelligenz.html>

Los ging alles einmal mit einer Cause and Effect Matrix und der Angabe von 1 (positiver Einfluss), 0 (kein Einfluss) und -1 (negativer Einfluss). Mit den Fuzzy Cognitive Maps wurde es dann möglich, beliebige Werte zwischen -1 und 1 zu wählen.

Das spätere Sensitivitätsmodell unterscheidet zwischen 0 (kein Einfluss), 1 (unterproportionaler Einfluss), 2 (proportionaler Einfluss) und 3 (überproportionaler Einfluss). Die Software Gamma sieht zudem 4 (noch stärkerer Einfluss) vor. Die Nachteile liegen in den fehlenden Möglichkeiten, einen negativen Einfluss eingeben sowie mehrere starke oder schwache Einflüsse weiter voneinander abgrenzen zu können.

Das bringt uns zu dem MODELER, der neben einer schnellen Gewichtung von 'schwach', 'mittel' und 'stark' jederzeit auch eine beliebig differenzierte Angabe von prozentualen Gewichtungen erlaubt. Voreingestellt sind für 'schwach' 10 Prozent, für 'mittel' 17 Prozent und für 'stark' 25 Prozent. Wenn nun zwei Faktoren einen starken Einfluss auf einen ausgewählten Faktor haben, der eine aber deutlich mehr, als der andere, dann können wir dem einen beispielsweise 20 und dem anderen 35 Prozent Einfluss geben.

Es gibt beim MODELER somit 3 Möglichkeiten, Gewichtungen vorzunehmen:

1. nur grob zwischen schwach, mittel und stark unterscheidend, im Zweifelsfall nur vergleichend, ob ein Faktor mehr oder weniger Einfluss als ein anderer hat. Das zweifelsohne schnellste und teilweise auch ausreichende Verfahren.
2. weiter differenzierend vergleichend, um wie viel Prozent ein Faktor wahrscheinlich stärker oder schwächer, als ein anderer wirkt.
3. eine aufwändigere Suche nach einer Analogie zu realen Werten, also eine Vergabe von Prozenten entsprechend realer Beiträge zu einer Gesamtheit.

Diese Möglichkeiten sollten aber nicht kombiniert werden. In unserem Beispiel hier haben Kosten und Verkäufe je 50 Prozent. Es wurde von den gerade genannten Möglichkeiten also die zweite gewählt.

Standard ist die direkte Angabe der Gewichtungen an den Verbindungen zwischen zwei Faktoren:

Eigenschaften - Verbindung "Innovationen --> Verkäufe"

Verbindungstext

Beschreibung

Wirkung  
 Erhöhend (gleichgerichtet)  
 Senkend (entgegengerichtet)

Zeitverzögerung  
 Kurzfristig  Mittelfristig  Langfristig

Quantitativer Wert

Wirkungsstärke  
 Stark  Mittel  Schwach  
 Benutzerdefiniert [%]

Bei Möglichkeit 2 und 3 hilft eine Gewichtungs-Matrix, in Summe die Einflüsse auf einen Faktor nicht über 100 Prozent laufen zu lassen.

Unbenannt

		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Gewinn							50		
2	Kosten	50								
3	Verkäufe	50								
4	Marketing		20	40						
5	Mehr Qualität		10	20					100	
6	Innovationen		20	40	25	25				
7	Motivation der Mitarbeiter					75	20			
8	Kosten Qualitätsmängel		10							
9	Budget-Kürzungen		40		75		60			
	Summe	100	100	100	100	100	80	50	100	0

Es können in der Gewichtungs-Matrix auch durch Eintragungen in leere Felder im Hintergrund neue Verbindungen gezeichnet werden. Negative Werte werden mit vorangestelltem Minuszeichen eingegeben und erscheinen dann rot.

Dabei sind die negativen und positiven Gewichtungen Vorzeichen-frei aufzusummieren. Also ergeben ein Faktor mit Minus 40 Prozent und ein Faktor mit Plus 60 Prozent bereits die 100 Prozent in Summe. Soll ein weiterer Faktor Einfluss nehmen, sollte dessen Einfluss von den anderen abgezogen werden, damit es in Summe immer noch 100 Prozent sind.

Grundsätzlich aber kann die Summe von 100 Prozent auch ignoriert werden, was schneller geht, aber zu Ungenauigkeiten bei der Auswertung führt, wenn z.B. ein Faktor überproportional hohen Einfluss weiter hinten in der Wirkungskette erhält, da ein

starker Einfluss möglicherweise aufgrund vieler Faktoren zu einem Einfluss von in Summe über 100 Prozent nicht mehr 25 Prozent, sondern beispielsweise nur noch maximal 15 Prozent betragen dürfte. Auf diese Korrektur zu verzichten führte dann weiter hinten zu einem entsprechend überhöhten Einfluss.

Schließlich der Hinweis, dass im MODELER ein Faktor nicht zu 100 Prozent durch die im Modell vorhandenen Faktoren beeinflusst werden muss. Weitere Einflüsse, z.B. auf den Faktor Motivation der Mitarbeiter, können auch außerhalb des Modells liegen.

**Wie können wir auswerten?**

Eh ich die Auswertungsmöglichkeiten des MODELERs beschreibe, eine Erklärung, warum der Vester-Ansatz m.E. Probleme bereitet. "Das sind doch die 'Durch-Null-Teiler'. Die kennen wir, hören Sie mir bloß auf mit dem Unsinn." posaunte es uns einmal von einem hochrangigen Manager eines Großkonzerns entgegen. Recht hat er, wenn bei der Berechnung von Passivsummen exogener Faktoren (die durch keine weiteren Faktoren im Modell beeinflusst werden) Null herauskommt, und für den Q-Wert zur Angabe, ob ein Faktor mehr oder weniger aktiv ist, durch diese Null grundsätzlich dividiert werden müsste, dies mathematisch jedoch nicht möglich ist, und der Q-Wert daher in diesem Fall behelfsweise automatisch den Wert „unendlich“ erhält.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	AS	P
1 Gewinn	0	0	0	0	0	0	3	0	0			3	18
2 Kosten	3	0	0	0	0	0	0	0	0			3	27
3 Verkäufe	3	0	0	0	0	0	0	0	0			3	24
4 Marketing	0	2	3	0	0	0	0	0	0			5	25
5 Mehr Qualität	0	1	2	0	0	0	0	3	0			6	30
6 Innovationen	0	2	3	2	2	0	0	0	0			9	36
7 MA-Motivation	0	0	0	0	3	1	0	0	0			4	12
8 Kosten Qualität	0	1	0	0	0	0	0	0	0			1	3
9 Budget-Kürzungen	0	3	0	3	0	3	0	0	0			9	0
10													
11													
<b>PS</b>	<b>6</b>	<b>9</b>	<b>8</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>0</b>				
<b>Q*100</b>	<b>50</b>	<b>33</b>	<b>38</b>	<b>100</b>	<b>120</b>	<b>225</b>	<b>133</b>	<b>33</b>	<b>∞</b>				

Mir fallen aber noch mehr Nachteile des Sensitivitätsmodells bzw. des Papiercomputers von Prof.Vester ein. Bei unserem Beispiel hier, bei dem ich analog zu den im MODELER angegebenen Prozentwerten eine 1, 2 oder 3 in die Einflussmatrix von Vester eingegeben habe, könnte ich nicht sagen, welche der 5 Alternativen (Marketing, Qualität, Mitarbeiter-Motivation, Budget-Kürzungen oder Innovationen) für ein Unternehmen aufgrund ihrer Q- und P-Werte die beste Strategie auf dem Weg zu mehr Gewinn zu sein verspricht. Könnten Sie es? Mit Blick auf die 2 dimensionale Grafik der Sensitivitätsanalyse würden wir den Faktor „Budget-Kürzungen“ als entscheidenden Faktor identifizieren. Dieser hat sowohl die höchste Aktivsumme als auch mit dem Wert 0 die kleinstmögliche Passivsumme, woraus der höchste Q-Wert resultiert (durch das automatisches Setzen von unendlich – siehe oben). Aber macht dies Sinn? Nachfolgend wollen wir dies genauer untersuchen:

### 1. Aussagekraft Aktivsumme

Annahme bei Prof. Vester: Variablen mit einer hohen Aktivsumme brauchen sich nur ein wenig zu verändern, um im System daraufhin allerhand zu bewirken. Ist hingegen die Summe relativ klein, dann muss sich an dieser Variablen eine Menge tun, bevor sich im System etwas ändert.

Erkenntnisgewinn für unser Beispiel: Kosten, Motivation und Verkäufe scheinen nicht relevant zu sein. Die Verkäufe, Motivation oder die Kosten müssen sich demnach schon stark verändern, um etwas im System zu bewirken. Teilen Sie diese Meinung mit Blick auf Gewinn als Zielgröße?

### 2. Aussagekraft Passivsumme

Annahme Prof. Vester: Variablen mit einer hohen Passivsumme ändern sich sehr stark, sobald irgendetwas im System passiert. Ist hingegen die Summe relativ gering, muss im System schon viel geschehen, ehe sich die Variable verändert.

Erkenntnisgewinn für unser Beispiel: Innovationen, Budget-Kürzungen und Motivation scheinen stabil zu sein, hieran wird sich wohl kaum etwas ändern. Stimmen Sie dem zu?

### 3. Aussagekraft Quotient Aktiv- und Passivsumme

Annahme Prof. Vester: Erst das Verhältnis von Aktiv- und Passivsummen, also der Quotient, spiegelt den aktiven oder reaktiven (passiven) Charakter einer Variablen wider (warum dies so sein soll bzw. auf welcher wissenschaftlichen Erkenntnis dies beruht, bleibt für mich rätselhaft).

Erkenntnis für unser Beispiel: Geht nicht! Hier tritt das Problem auf, dass man mathematisch nicht durch 0 teilen kann. Wenn eine Variable durch keine weiteren Variablen im Modell beeinflusst wird, kann der Quotient nicht berechnet werden. Es sei denn, man rückt in diesen Fällen von seiner bisherigen Berechnungsweise ab und setzt stattdessen willkürlich (dies wird in der Sensitivitätsanalyse dann praktiziert, wenn die Passivsumme gleich Null und die Aktivsumme größer Null ist) ein Unendlich als Platzhalter für den Quotienten ein, um überhaupt eine Berechnung durchführen und eine Aussage treffen zu können. Nur darf man so vorgehen und kann man dann den Ergebnissen vertrauen? Zudem verändert sich mit jeder Veränderung der Systemgrenze und des Detaillierungsgrades des Modells sofort die Passivsumme. Wenn wir also in unserem Beispiel die Variable Budget-Kürzungen lediglich detaillieren und dies hierbei in Mitarbeiter- und Investitionskosten unterteilen möchten, die jeweils mit „3“ auf die Budget-Kürzungen wirken, so erhält die Variable plötzlich eine Passivsumme 6 und 150 als Quotienten! Obwohl wir den Faktor lediglich weiter beschrieben haben, erhalten wir plötzlich ein komplett anderes Ergebnis. Darf dies sein, oder muss das Ergebnis nicht in diesem Fall identisch bleiben? Beim MODELER ist genau letzteres der Fall!

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	AS	P
1 Gewinn	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	3	18
2 Kosten	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	27
3 Verkäufe	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	24
4 Marketing	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	5	25
5 Mehr Qualität	0	1	2	0	0	0	0	3	0	0	0	6	30
6 Innovationen	0	2	3	2	2	0	0	0	0	0	0	9	36
7 MA-Motivation	0	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0	4	12
8 Kosten Qualität	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3
9 Budget-Kürzungen	0	3	0	3	0	3	0	0	0	0	0	9	54
10 Mitarbeiterkosten	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	3	0
11 Investitionskosten	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	3	0
<b>PS</b>	<b>6</b>	<b>9</b>	<b>8</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		
<b>Q*100</b>	<b>50</b>	<b>33</b>	<b>38</b>	<b>100</b>	<b>120</b>	<b>225</b>	<b>133</b>	<b>33</b>	<b>150</b>	$\infty$	$\infty$		

Sicherlich werden nun einige Vester-Anhänger einwenden, dass unser benutztes Modell auch nicht vollständig ist, bestenfalls ein Systemteil darstellt und sich daher keine sinnvollen Ergebnisse ergeben können (dass dies sehr wohl möglich ist, zeigen wir später anhand unserer Vorgehensweise). Nur vollständige Modelle führen zu sinnvollen Aussagen. Zudem werden auch keine Faktoren weiter detailliert, sondern der betroffene Faktor wird dann durch die neuen, detaillierten Faktoren ersetzt. Hierbei muss jedoch darauf geachtet werden, dass das gesamte System einen einheitlichen Detaillierungsgrad beinhaltet, sonst kommt es zu Verzerrungen der Aktiv- und Passivsummen. So oder so ähnlich könnten die Einwände lauten.

Bei Prof. Vester ist das Ziehen der Systemgrenzen in der Tat ein sehr kritischer Punkt des Projektes, da mit jeder Veränderung der Grenze bzw. des Detaillierungsgrades des Modells andere Ergebnisse drohen. Prof. Vester kennt diese Kritik, wenn er schreibt, dass „sich ... die genauere Systemabgrenzung durch die Überprüfung des späteren Variablensatzes mithilfe der Kriterienmatrix ohnehin ganz von selbst“ ergibt. „Denn in dieser Phase lassen sich Einflussfaktoren, die zum untersuchten System gehören, präzise von außerhalb befindlichen Randbedingungen oder unbedeutenden Wechselwirkungen abgrenzen“. Dies entspricht u.E. jedoch nicht der Realität und Praxis. Modelle können nie die Realität abbilden, sondern lediglich unser Wissen, unsere Erfahrungen, unsere Intuition und unsere Annahmen. Diese Modelle sind daher auch nie komplett/vollständig oder fertig, sondern müssen kontinuierlich reflektiert und angepasst werden z.B. aufgrund neuer Erkenntnisse oder Ereignisse. Die o.g. Behauptung und Vorgehensweise ist daher in meinen Augen mehr als kritisch zu hinterfragen.

#### 4. Aussagekraft Produkt aus Aktiv- und Passivsumme

Annahme Prof. Vester: Der Quotient ist alleine nicht aussagekräftig genug. Nun wird ein Produkt aus Aktiv- und Passivsumme gebildet. Je größer dieses Produkt ist, desto mehr (kritischer Charakter) und je kleiner es ist, desto weniger ist die betreffende Komponente am Systemverhalten beteiligt (puffernder Charakter).

Erkenntnis für unser Beispiel: Um die Mitarbeiter-Motivation müssen wir uns nicht kümmern. Stattdessen konzentrieren wir uns auf Budget-Kürzungen und entwickeln mit (unmotivierten) Mitarbeitern tolle Innovationen und schon läuft der Laden, oder?

Das Problem liegt letztlich ganz einfach darin, dass nur geschaut wird, was im Modell aktiv, reaktiv, puffernd oder kritisch ist. Das ist aus akademischer Sicht bei kleinen Beispielmotellen eine interessante Betrachtung, aber in der Praxis u.E. selten brauchbar. Zum einen besteht die Gefahr, dass sich im Gesamtmodell viele Faktoren ganz am Rande fernab der eigentlichen Zielsetzung - in diesem Fall der Gewinnsteigerung - gegenseitig beeinflussen und somit kritisch und aktiv sind, aber nichts zum Ziel beitragen. Vester bietet hier zwar wie eben erwähnt ein Bündel an Kriterien zur Modellerstellung ("insgesamt 18 Kriterien, die im Variablensatz eines systemrelevanten Modells vorkommen sollten"), womit sich aber nicht wirklich verhindern lässt, dass ein Kaffeeautomat plötzlich mehr zum Gewinn beitragen soll, als z.B. ein Qualitätsmanagement, nur da der Kaffeeautomat stark vernetzt ist.

Zum anderen werden Faktoren, die einerseits positive, aber andererseits negative Effekte haben, gar nicht in dieser Wirkung bewertet, sondern nur als besonders aktiv, oder kritisch etc. angesehen. Sie werden aber nicht etwa im Falle von Maßnahmen für eine Zielsetzung miteinander vergleichbar.

Unberücksichtigt sind bei dieser ersten Analyse im Sensitivitätsmodell auch die Rückkopplungsschleifen, die bei Professor Vester in einer zweiten, so genannten Regelkreisanalyse betrachtet werden. Es macht es also insgesamt schon wieder recht kompliziert, ein Sensitivitätsmodell aufzubauen und dann zu analysieren - mit der großen Gefahr eines irreführenden Ergebnisses. Nicht zu vergessen die weiter oben genannte fehlende Möglichkeit, die Einflüsse weiter zu differenzieren.

Ich gebe aber zu, dass die unbedarfte Abbildung natürlichsprachlicher Argumente, wie wir sie im MODELER propagieren, auch zu fahrlässig oberflächlichen Modellen führen kann. Da stellen die Hinweise bei Vester auf die 18 Kriterien, das Plädoyer für eine Konsensmatrix, bei der mindestens drei Gruppen voneinander unabhängig eine Gewichtung vornehmen sollen, etc. wertvolle Hinweise zum sinnvollen Aufbau eines Modells dar. Wir bieten hier allerdings die ungleich einfachere KNOW-WHY-Methode als Hilfestellung an.

Professor Vesters Lebenswerk und sein Beitrag zum kybernetischen, vernetzten Denken soll durch diese Kritiken keinesfalls geschmälert oder gar herabgesetzt werden. Wir sind nach wie vor begeistert von seinem Schaffen. Nur verfügen das Tool und die Methode dahinter unserem persönlichen Empfinden nach über Nachteile, die der MODELER auf sehr einfache Art und Weise behebt.

Einen Mangel teilen sich MODELER und Papiercomputer: Wenn die gegenseitigen Beeinflussungen von Faktoren in einer Tabelle eingegeben werden - beim MODELER die Gewichtungsmatrix - dann passiert es schnell, dass direkte Einflüsse angegeben werden, die eigentlich schon mit den indirekten Einflüssen beschrieben sind. Man verliert schnell den Überblick und gibt wie in diesem Beispiel der folgenden Abbildung einen direkten Einfluss der Motivation der Mitarbeiter auf die Verkäufe und sogar den Gewinn an, wengleich man vielleicht den bereits definierten Einfluss über eine Verbesserung der Qualität meint. Diese Redundanzen sorgen in der Grafik dann für so genannte Spaghetti-Modelle oder Wollknäuel, mit schnell zigtausend Wirkungsschleifen.

Es helfen daher Frage-Techniken, die Verbindungen zu hinterfragen<sup>4</sup> und viele stellen für sich schnell fest, dass die Verbindungen lieber rein visuell im Modell selbst und nicht in der Tabelle gezogen werden sollten.

Nun zu den Analysemöglichkeiten qualitativer Modelle im MODELER. Im Grunde können Sie nach der Visualisierung der Zusammenhänge und nach der ersten, vielleicht nur groben Gewichtung direkt für ausgewählte Zielfaktoren die Erkenntnis-Matrix aufrufen. Wenn übrigens noch gar kein Zielfaktor existieren sollte<sup>5</sup>, der die insgesamt wichtigsten Faktoren zu identifizieren erlaubte, ist es in der Regel ganz einfach, diesen zusätzlich einzufügen, zum Beispiel "Wohl des Unternehmens", "Lebensqualität der Bewohner" o. ä.. Wenn mit einem solchen zentralen Faktor entsprechende Einflussfaktoren aus dem Modell verbunden werden, haben wir über dessen Erkenntnis-Matrix wieder eine Identifikation der insgesamt im Modell wichtigen Faktoren.

Die Erkenntnis-Matrix zeigt also nicht die Bedeutung von Faktoren im Gesamtmodell, sondern den Vergleich der Wirkung von Faktoren auf einen ausgewählten Faktor, in diesem Fall den Faktor 'Gewinn'.

Die x-Achse zeigt die kurzfristigen Wirkungen, und die y-Achse deren Veränderung im Zeitverlauf. So sind in der rechten oberen Ecke der Erkenntnis-Matrix Faktoren mit zunehmend erhöhender Wirkung auf den Faktor 'Gewinn' zu finden, wie in der linken unteren Ecke Faktoren mit zunehmend senkender Wirkung zu finden sind. Links oben und rechts unten haben Faktoren entsprechend eine abnehmend senkende bzw. abnehmend erhöhende Wirkung.

Durch die verschiedenen Ansichten (kurz-, mittel- und langfristig) kann zudem in der Erkenntnis-Matrix abgelesen werden, ob zum Beispiel eine abnehmend senkende Wirkung nicht im Zeitverlauf sogar zu einer zunehmend positiven Wirkung wird.

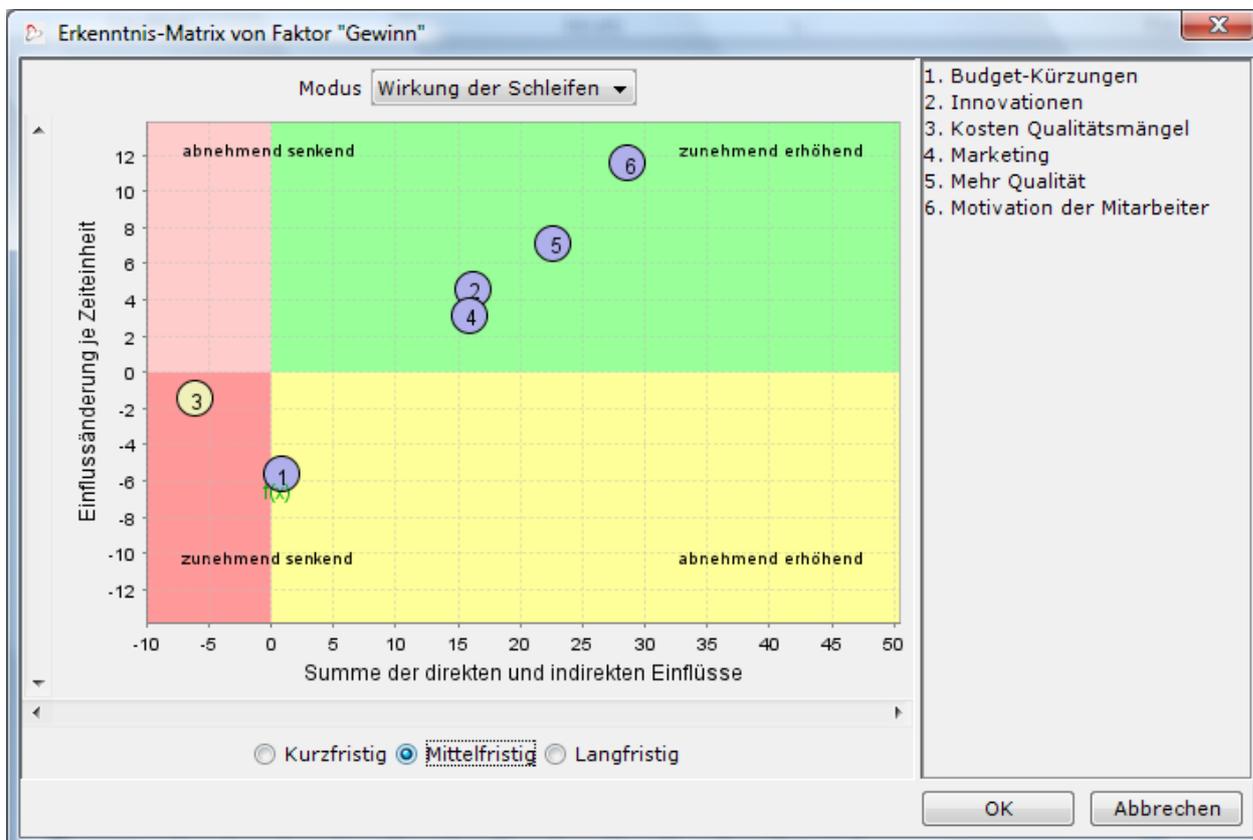
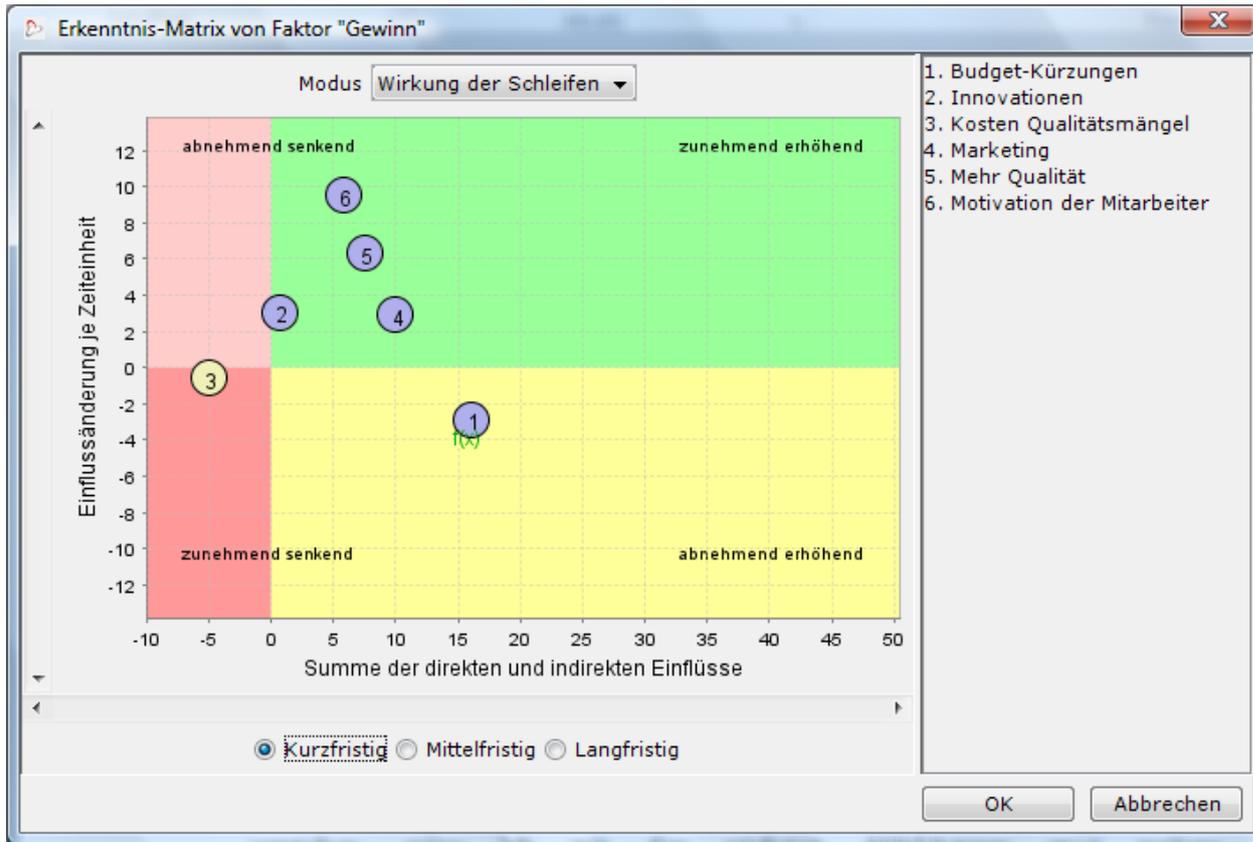
Wesentlich ist die Möglichkeit durch die Erkenntnis-Matrix Faktoren in ihrer kurz- und langfristigen Wirkung vergleichen zu können. Das können Maßnahmen, Risiken, die Bedeutung von Ressourcen u.ä. sein.

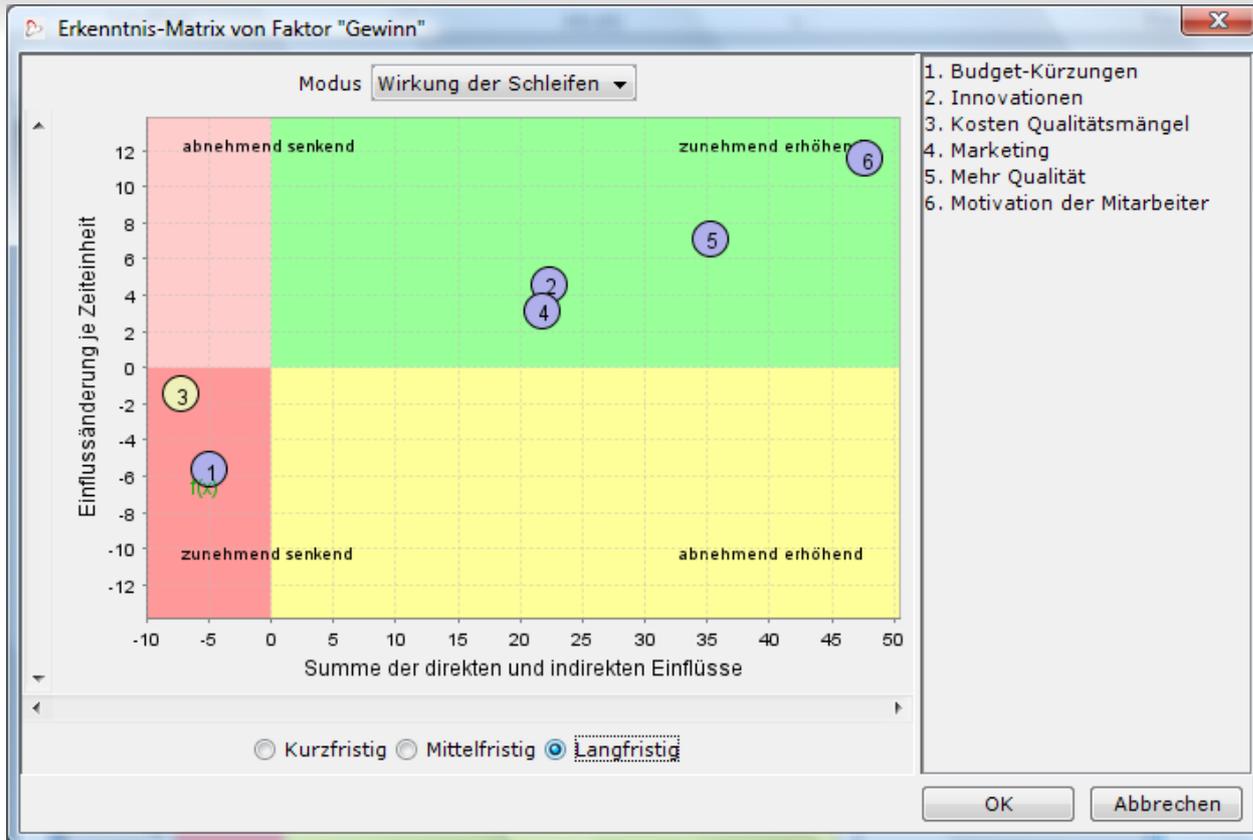
Wie die folgende Erkenntnis-Matrix zeigt, kann „Budget-Kürzungen“ in kurzfristiger Sicht ein effektiver Hebel für die Gewinnsteigerung sein. Mittel- und langfristig wirkt diese Maßnahme jedoch kontraproduktiv, da zu wenig in den Bereichen Marketing und Innovationen investiert wird. Stattdessen gewinnen die Maßnahmen „Mehr Qualität“ und „Mitarbeiter-Motivation“ an Bedeutung. Diese stellen mittel- und langfristig die effektivsten Hebel dar. Mittel- und langfristig-denkende Manager würden sich daher hierauf konzentrieren, kurzfristig-denkende Manager eher auf Budget-Kürzungen. Das Modell wäre übrigens für eine reale Fragestellung in einem Unternehmen zu simpel.

---

<sup>4</sup> siehe z.B. das E-Buch "Management modelt"

<sup>5</sup> wir hören recht häufig, dass die eigentlichen Ziele erst ergebnisoffen durch einen Workshop und ein Modell identifiziert werden sollen. Nun denn, das mag sein. Aber ein übergeordnetes Ziel gibt es immer!





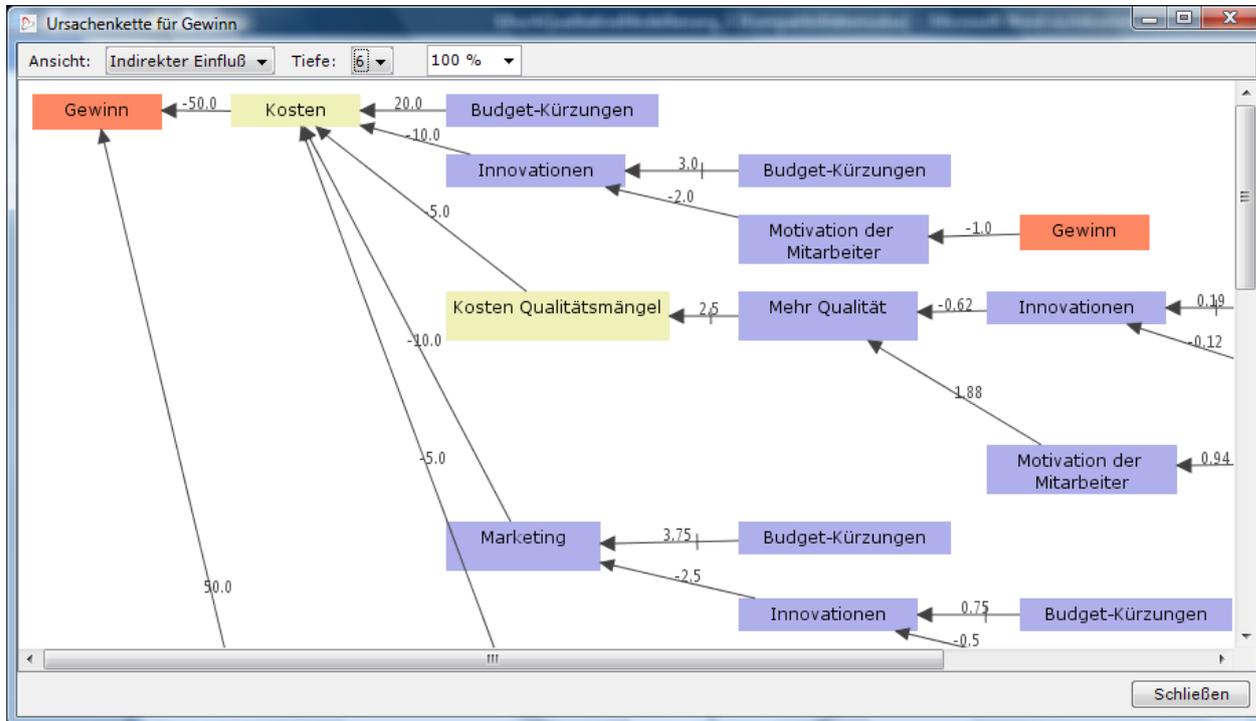
Wir sollten aber nie dem Ergebnis der Erkenntnis-Matrix blind vertrauen. Wenn unser Bauchgefühl etwas anderes sagt, sollten wir noch einmal ins Modell schauen. Für die wichtigsten Faktoren sollten wir zudem deren Erkenntnis-Matrix aufrufen und weiter in die Analyse gehen. Manchmal ist nur aus Versehen ein Polaritätszeichen bei den Verbindungen falsch gesetzt worden. Wenn hingegen alles richtig scheint, haben wir einen echten, neuen Erkenntnisgewinn und entwickeln ein neues Bauchgefühl.

Durchgängig Farben für bestimmte Typen von Faktoren zu wählen hilft natürlich Maßnahmen, Risiken u.ä. unterscheiden bzw. miteinander zu vergleichen zu können.

Um die Interpretation der Erkenntnis-Matrix bzw. ihre Berechnung besser zu verstehen, zeige ich mit den nächsten Abbildungen zwei weitere Analysemöglichkeiten: die Anzeige der Wirkungs- bzw. Ursachenketten und die der Wirkungsschleifen.

Bei den Ursachenketten können wir uns die indirekten Einflüsse anzeigen lassen, die zeigen, welche effektiven Einflüsse Faktoren entlang der jeweiligen Wirkungswege auf einen ausgewählten Faktor haben. In der folgenden Abbildung hat auf dem obersten Zweig der Faktor Innovationen eine Wirkung von -10,0 auf den Faktor Gewinn. Diese ergeben sich durch Multiplikation der Plus 20 Prozent von Innovation auf Kosten (mittlerer Einfluss) und den Minus 50 Prozent (starker Einfluss) von Kosten auf Gewinn.  $+20 * (-0.5) = -10,0$ .

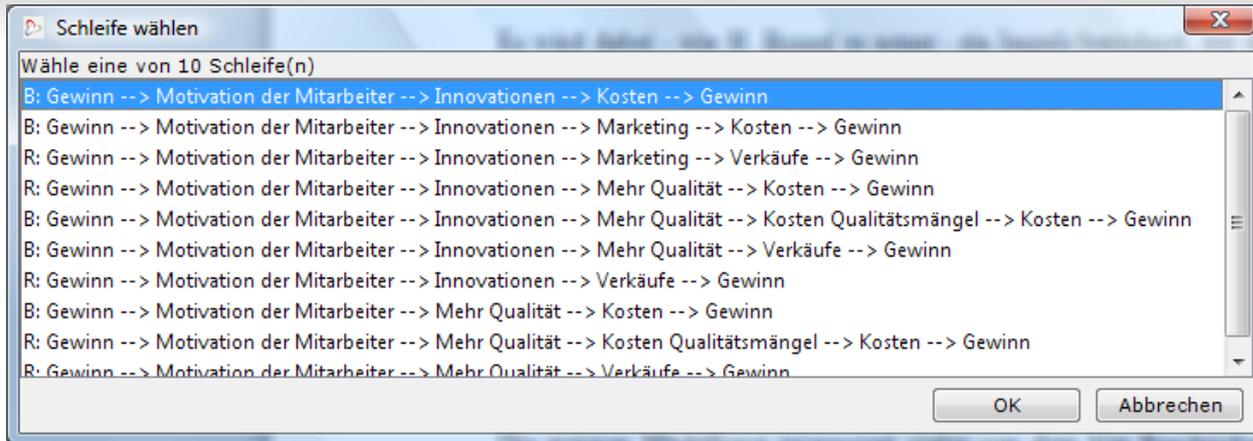
Der Faktor Innovationen wirkt aber noch über weitere Wirkungswege, so dass am Ende die Summe seiner Wirkungen interessiert, welche auf der x-Achse der Erkenntnis-Matrix eingetragen wird.



Übrigens gibt es Modelle, bei denen die Anzahl der Elemente einer Ursachenkette und auch die Anzahl der Wirkungsschleifen eines Modells exponentiell auf Zigtausend ansteigen. In diesem Fall dauert die Berechnung der Wirkungen sehr lange und die riesigen Wirkungsketten können manches Mal gar nicht mehr gezeichnet werden. Hierfür bietet der MODELER an, die Wirkungstiefe zu reduzieren. Das macht zwar das Ergebnis ungenauer, aber im Grunde können Einflüsse aus sehr langen Wirkungsketten und auch sehr langen Wirkungsschleifen zumeist auch vernachlässigt werden. Ob dem so ist, lässt sich herausfinden, indem sukzessive von Wirkungstiefe 5 höher gegangen wird<sup>6</sup>, bis sich das Bild der Erkenntnismatrix nur noch wenig verändert.

Für die y-Achse werden Wirkungsschleifen berücksichtigt. Dabei gibt es ja selbstverstärkende (Reinforcing Feedbackloops) und ausgleichende (Balancing Feedbackloops) Rückkopplungsschleifen. Anders als früher berücksichtigt der MODELER für die Erkenntnis-Matrix nun nicht mehr nur die Anzahl der Schleifen, in denen sich ein Faktor selbst befindet, sondern die Wirkung einer Schleife selbst und die Wirkung, mit der diese Schleife angestoßen wird. Eine sehr umfangreiche Berechnung, die mehrfach die häufig viele Tausend Elemente umfassenden Ursachenketten durchläuft.

<sup>6</sup> über das Menü Bearbeiten, Einstellungen ... Modell



Es wird dabei - wie H. Bossel es nennt - ein Impuls berechnet, der durch das Modell zum Zielfaktor läuft. Oder anders beschrieben: wenn ein Faktor um 1 zunähme - wie wirkte sich das auf den ausgewählten Zielfaktor aus.

Die Erkenntnis-Matrix zeigt also an, welche Wirkung ein Faktor je Zeitschritt hat, und wie sich diese Wirkung möglicherweise aufgrund von Wirkungsschleifen je Zeitschritt ändert. Das bedeutet bei qualitativen Modellen, dass wir uns bei der Gewichtung der Zusammenhänge überlegen müssen, inwieweit je vorab festgelegtem Zeitschritt<sup>7</sup> eine schwache, mittlere oder starke Wirkung vorliegt. Werden zudem Wirkungsverzögerungen (Delays) bei den Verbindungspfeilen angegeben, schmälern diese den Einfluss im Sinne eines durchschnittlichen Wertes um 50 (mittelfristig) bzw. 75 (langfristig) Prozent.

Die meisten Modellierer interessiert vieles von dem hier Beschriebenen berechtigter Weise aber nicht. Für diese gilt, dass natürlichsprachlich Argumente, Prozesse u.ä. aufgezeichnet und grob gewichtet werden können, um hernach aus dem Vergleich von Maßnahmen oder Risiken einen echten Erkenntnisgewinn aus groben Annahmen zu erhalten. Dass ein qualitatives Modell dabei sehr wohl nahe an die Aussagekraft eines quantitativen Modells kommen kann - nur eben viel schneller - zeigt unser Projektbericht zum HR-Modell für den Flughafen München (<http://www.consideo-modeler.de/papers.html>)

## Wie können wir vom qualitativen zum quantitativen Modell kommen?

Eigentlich ist die recht einfache Quantifizierung qualitativer Modelle zu einem System Dynamics Modell hier nicht das Thema, siehe Fußnote 1 ganz am Anfang dieses Dokuments. Die Software Heraklit allerdings bietet zur Bereicherung der qualitativen Modellierung eine Simulationskomponente, bei der in verschiedenen Durchläufen Faktoren eine relative Änderung ihres Anfangswertes von 50 erfahren. Ein erst einmal netter Ansatz, den wir auch schon einmal implementiert hatten.<sup>8</sup> Allerdings können die entstehenden Kurvenverläufe nur eine grundsätzliche Charakteristik wiedergeben, nicht

<sup>7</sup> im Arbeitsbereich 'Beschreiben', wo es sich bei qualitativen Modellen anders als bei quantitativen Modellen nur um eine beschreibende Angabe der Zeiteinheit und des Zeitraums handelt

<sup>8</sup> tatsächlich hatte ich vor meiner Zeit bei Consideo sogar eine eigene Software für Workshops entwickelt, illsa-SEB, welche auch so vorging. Diese Software war aber ausschließlich für Workshops geeignet, da doch die Möglichkeiten absoluter Daten fehlten

aber mit realen Zahlen arbeiten. Durch die fehlende Unterscheidung zwischen Bestands- und Nicht-Bestandsfaktoren im Sinne von System Dynamics werden weitere Ungenauigkeiten produziert. Insgesamt erschien uns der Aufwand ein aus einem qualitativen Modell automatisch erstelltes quantitatives Modell einigermaßen realitätsnah hinzubekommen - so wie Heraklit es anbietet - für größer, als die konsequente Übertragung in ein richtiges System Dynamics Modell, wie in Fußnote 1 beschrieben. Wir vermuten, dass Heraklit wegen der abstrakten bzw. normierten Daten zumeist nur in der Ausbildung eingesetzt wird, und wegen der am Ende doch recht komplizierten - weil mächtigen - Möglichkeiten auch nur äußerst selten. Nun, das sei aber nur unsere Wahrnehmung basierend auf Aussagen ehemaliger Heraklit-Anwender.

Weniger bei Heraklit als im MODELER ist es möglich, Hunderte oder sogar Tausende von Faktoren in den Zusammenhang zu stellen. So ist es gängige Praxis, mit nur einer kleinen Auswahl von Faktoren, die sich nach der qualitativen Analyse in der Erkenntnis-Matrix als entscheidend erwiesen haben, ein neues, quantitatives Modell aufzubauen. So gehen auch Six Sigma Anwender vor, wenn sie mit der Ishikawa Modellierung vorab schauen, welche Faktoren überhaupt für ein Qualitätsmanagement messbar gemacht werden sollen.

Mit dem bereits erwähnten Projekt beim Flughafen München haben wir eine Ausnahme erlebt, bei der ein qualitatives Modell vollständig in ein quantitatives Modell überführt werden sollte. Dabei nimmt die Anzahl der benötigten Faktoren allerdings deutlich zu - die benötigte Zeit für die Modellerstellung sogar überproportional.

### Das wichtigste zum Schluss: Vernetztes Denken, Soft Systems Thinking etc.

Wir möchten, dass zukünftig wirklich alle besser planen, besser entscheiden und besser kommunizieren durch Vernetztes Denken. Um diese Mission zu erreichen, fokussieren wir unsere Entwicklungen auch zukünftig auf fundierten und praxisorientierten Methoden und intuitiver Bedienbarkeit, vertreiben die Software zu äußerst fairen Konditionen und verschenken sie gar an Schulen und Universitäten.

Ich betone aber auch, dass es nicht eine Software allein ist. Als Hilfestellung zum Aufbau eines Modells, zur Frage nach den entscheidenden Faktoren und auch zur Interpretation der gefundenen Faktoren bieten wir die in unseren anderen Veröffentlichungen beschriebene KNOW-WHY-Methode an.

Solange wir nur das, was wir denken und sagen, visualisieren, ist das Modeln eine einfache Sache und hilft uns, allein oder noch besser im Dialog mit anderen die Argumente zu präzisieren und zu korrigieren. Das sind die Stärken, die Peter Checkland mit seiner Soft Systems Methodology beschreibt. Sobald wir aber mit nur wenigen Faktoren ganz abstrakt die wesentliche Charakteristik eines Systems abbilden wollen, braucht es wieder Experten und deren Hard Systems Thinking, welche es in über 50 Jahren nicht geschafft haben, Vernetztes Denken zu verbreiten.

Viele verzagen, wenn alle Details, die sie sehen, auch abgebildet werden sollen - für den MODELER wegen der Submodelle zwar kein Problem, aber offenbar doch mit sehr viel Fleiß verbunden. Aber ist nicht genau das der Punkt - dass die Details, die wir sehen, auch beachtet werden sollten? Wenn ich mich von vorn herein auf die wesentliche

Charakteristik, auf wenige Faktoren beschränken möchte, kenne ich doch eigentlich auch das Ergebnis meines Modells schon vorweg - dann habe ich doch keinen Erkenntnisgewinn mehr, sondern allenfalls das Ziel, andere von meiner Erkenntnis bzw. Meinung zu überzeugen, oder?

## Weitere Informationen

Im MODELER-FORUM erhalten Sie kostenlos kostenlose Beispiele und Antworten auf Ihre Modellierungs-Fragen. Hier ein paar wenige Bücher zum Thema dieses Beitrages:

- M. Glykas (Hrsg): "Fuzzy Cognitive Maps: Advances in Theory, Methodologies, Tools and Applications (Studies in Fuzziness and Soft Computing)"
- F.Vester: "Die Kunst vernetzt zu denken"
- H. Bossel: "Systeme, Dynamik, Simulation"
- P. Checkland: "Soft Systems Methodology in Action..."
- K. Neumann: "KNOW-WHY: Management kapiert Komplexität"
- K. Neumann: "Management modelt", kostenloses E-Buch

Viele weitere Informationen finden Sie zudem unter [www.consideo.de](http://www.consideo.de)