Sonderdruck aus:

Wirtschaftskybernetik und Systemanalyse

Band 27

Interdisziplinarität und Komplexität

Konferenz für Wirtschafts- und Sozialkybernetik KyWi 2012
vom 28. bis 29. Juni 2012 in Aachen

Herausgegeben von

Sabina Jeschke, Eckart Hauck, Frank Hees,
Meike Tilebein, Thomas Fischer und
Markus Schwaninger

Duncker & Humblot · Berlin 2012

Inhaltsverzeichnis

Robert Rieg

Dynamik der Strategieumsetzung und Wirksamkeit der Balanced Scorecard: Modellierung und Simulation des Lern- und Anpassungsprozesses mittels System Dynamics 11

Alexander an Haack, Eckart Hauck und Sabina Jeschke

Entwicklung soziotechnischer Lösungssysteme im Rahmen der Unterstützung von Normungsarbeit durch eine Web-Kollaborationsplattform 25

Christian Mieke

Portfoliogestütztes Roadmapping in der Technologievorausschau 37

Anja Kreidler und Meike Tilebein

Vielfalt in Führungsteams – Umgang mit kognitiver Diversität im Zusammenwirken von Management und Controlling 45

Stefan N. Grösser und Alexander W. Hunziker

Ein dynamisches Experiment zum Vergleich von expliziten und impliziten Entscheidungsregeln 55

Falko E. P. Wilms

Zur Sozialkybernetik des direkten Gesprächs 67

Phil Friedrichsmeier, Nadine Voßen, Christian Tummel, Eckart Hauck und Sabina Jeschke

CloudLogistic – Geschäftsmodellentwicklung für eine Frachtenkooperation kleiner und mittlerer Straßengüterverkehrsunternehmen im Teilladungssegment 77

Tobias Maschler

Die Modellierung zyklischer Warte-Bediensysteme im Webprozess mittels Markov-Ketten für Szenarioanalysen 87

Bernhard Kroll

„Steuermannskunst" für die Stadtentwicklung 105

Margret Richter

Mit SyntHera® Qualtität in Quantität überführen 113

(Fortsetzung 3. Umschlagseite)

Ein dynamisches Experiment zum Vergleich von expliziten und impliziten Entscheidungsregeln

Von *Stefan N. Grösser* und *Alexander W. Hunziker*

A. Einführung

Unternehmensführung ist die Summe aller Handlungen auf Ebene des Gesamtsystems mit der Absicht, gruppenübergreifende Systeme zu harmonisieren. Führungskräften kommt dabei neben Organisation, Delegation und Kontrolle insbesondere die Aufgabe der Entscheidungsfindung zu. In diesem Beitrag konzentrieren wir uns auf Entscheidungsfindung in dynamischen Systemen. Ein dynamisches System ist eine sich im Zeitverlauf verändernde, geordnete Gesamtheit von Elementen. Aufgrund unvollständiger Informationen können Führungskräfte in solchen Systemen nur unter unsicheren Bedingungen entscheiden; eine Aufgabe, die sich Führungskräften nahezu täglich stellt.

Entscheidungen basieren auf Entscheidungsregeln (Englisch: Policy). Eine Entscheidungsregel kann implizit oder explizit sein. Implizite Entscheidungsregeln sind intuitiver Art. Explizite Entscheidungsregeln sind durch externe Artefakte manifestiert, z. B. durch schriftliche oder grafische Ausarbeitungen (Forrester, 1961). Die externen Entscheidungsregeln wurden meist durch einen höheren kognitiven Aufwand erstellt.

In diesem Artikel wollen wir die Performanz impliziter Entscheidungsregeln von Studierenden mit einer expliziten Entscheidungsregel vergleichen. Wir verwenden dafür das Kühlhausexperiment von Dörner (2006). Vier Studierendengruppen haben als Aufgabe, die Temperatur in einem Kühlhaus zu regeln. Wir berichten über eine Durchführung im Rahmen einer Weiterbildungsveranstaltung. Danach erstellen wir ein systemdynamisches Simulationsmodell zur selben Kühlhausaufgabe, für welche wir dann eine explizite Entscheidungsregel formulieren können. Im Anschluss daran vergleichen und diskutieren wir die Performanz beider Entscheidungsregeln. Eine Reflexion zu den Grenzen unseres Ansatzes sowie der Entwurf eines neuen Designs für die weiterführende Forschung beschließen den Artikel.

B. Replikation von Dörners Kühlhausexperiment

Die Idee besteht darin, ein Experiment durchzuführen, welches es erlaubt, den Umgang von Personen mit dynamischen, komplexen Situationen zu erfassen und zu vergleichen. Insbesondere wollen wir die Performanz von impliziten Entscheidungsregeln einschätzen. Das ferne Ziel ist, zu untersuchen, ob und in welche Richtung die Qualität von Entscheidungen in dynamisch-komplexen Systemen durch verschiedene Interventionen beeinflusst werden kann. Dieser Artikel ist ein erster Schritt hierzu. Das verwendete Experiment musste aus Ressourcengründen so konzipiert sein, dass die Übungsanlage sowohl als Unterrichtsinhalt fungiert als auch, quasi als Nebeneffekt des Unterrichts, aussagekräftige Daten über das Verhalten von Entscheidungsträgern generiert.

I. Teilnehmende

Die Teilnehmenden waren Studierende einer Managementweiterbildung einer Schweizer Fachhochschule in Bern. Obwohl eine präzise Erhebung soziografischer Daten nicht möglich war, ist Folgendes bekannt: Alle Studierenden verfügten über einen Bachelorabschluss unterschiedlicher Fachrichtung; einzelne davon über eine gleichwertige Ausbildung mit Berufserfahrung. Die meisten hatten eine untere oder mittlere Führungsfunktion inne und die Übrigen strebten eine solche an. Das Durchschnittsalter betrug ca. 35 Jahre. Zu beachten ist, dass es sich nicht um Top-Führungskräfte handelte und dass durch ihre Bereitschaft zur Weiterbildung bereits im Vorfeld eine Selektion stattgefunden hat, die zu Verzerrungen der Ergebnisse führen kann.

II. Instruktion und Durchführung

Aus praktischen Gründen wurde das Experiment in vier Gruppen durchgeführt. Die Gruppenmitglieder waren gleichberechtigt, mussten jedoch einen Sprecher wählen. Falls eine Gruppe mehr als fünf Teilnehmer hatte, wurden die Überzähligen mit Beobachterrollen betraut. Die Beobachter wurden kurz instruiert und angewiesen, weder verbal noch nonverbal die anderen Teilnehmer zu beeinflussen. Nach der Gruppeneinteilung erhielten die Studierenden folgende schriftliche Anweisung (Dörner, 2006: 201):

„Sie sind Mitarbeitende bzw. Chef eines Kühl-Lagerhauses. Ein Techniker hat einen schwerwiegenden Defekt in der Kühlanlage festgestellt, der sich nicht innert Kürze reparieren lässt. Damit ist Ihr ganzes Lagergut bedroht. Sie haben veranlasst, dass das Lagergut in mobile Kühlwagen umgeladen wird. Bis diese Kühlwagen eintreffen, dauert es aber einige Stunden. Ihre Kühlanlage ist zum Glück nicht völlig kaputt. Der Techniker zeigt Ihnen ein Stellrad mit Zahlen von 0 bis 200. Es ist ihm nicht möglich, einen genauen Bezug zwischen diesen Zahlen und der Temperatur im Kühlraum anzugeben. Er weiß aber, dass tiefere Zahlen tendenziell tiefere Temperaturen bedeuten. Das Stellrad steht zurzeit auf 74."

Anschließend hatten die Studierenden drei Minuten Zeit, um ihre Strategie zu erarbeiten und einen Gruppensprecher zu wählen. Die Beobachtenden erhielten in dieser Zeit einen Beobachtungsauftrag. Die Teilnehmenden meldeten mündlich, welche Zahl sie am Stellrad einstellen wollten, und der Versuchsleiter meldete ihnen mündlich zurück, welche Temperatur sich daraufhin in ihrem Kühlhaus einstellte. Die vier Gruppen meldeten ihre Entscheidungen jeweils in Abständen von 15 Sekunden zur Vorgängergruppe; die Antworten vom Versuchsleiter erhielten sie unmittelbar nach ihrer eigenen Informationsübermittlung. In der darauffolgenden Minute erhielten sie keine weiteren Informationen und konnten auch keine Interventionen vornehmen. Um sicherzustellen, dass keine Gruppe aus der Beobachtung anderer Gruppen einen Rückschluss auf die eigene Kühlhaussituation ziehen konnte, erstellte der Versuchsleiter vier Kühlhäuser mit unterschiedlichen technischen Konfigurationen. Die vier programmierten Kühlhäuser waren in folgender Hinsicht gleich: Alle befanden sich zu Beginn im Gleichgewichtszustand von +20 °C, mit dem Stellrad auf Position 74. Blieb das Stellrad in dieser Position, blieb die Temperatur konstant auf +20 °C. Bei allen Kühlhäusern war das Rad auf Position 42 eingestellt, bei der sich die gewünschte Temperatur von +4 °C im Zeitverlauf einpendelte. Unterschiedlich waren jedoch die Parameter für Anspruchsverhalten (α) und überschießendes Verhalten (β); die verwendeten Werte zeigt Abbildung 1 (Berechnung gemäß Formel aus Dörner, 2006: 202).

Parameterkonfiguration	überschießt schwach ($\beta = 0.7$)	überschießt stark ($\beta = 0.85$)
Anspruchsverhalten kurz ($\alpha = 0.5$)	Kühlhaus 1	Kühlhaus 3
Anspruchsverhalten langsam ($\alpha = 1.3$)	Kühlhaus 2	Kühlhaus 4

Abbildung 1: Die Parameterkonfiguration der vier Kühlhäuser

Abbildung 2 zeigt diesen Zusammenhang. Die einzelnen Graphen stellen die Temperaturschwankungen in den vier Kühlhäusern bei einer standardisierten Intervention dar: Das Stellrad wird von der Startposition 74 sofort auf Position 42 eingestellt und dort belassen (Skala rechts). Die Temperatur schwankt zwischen +20 °C und –12 °C mit unterschiedlichen Geschwindig-

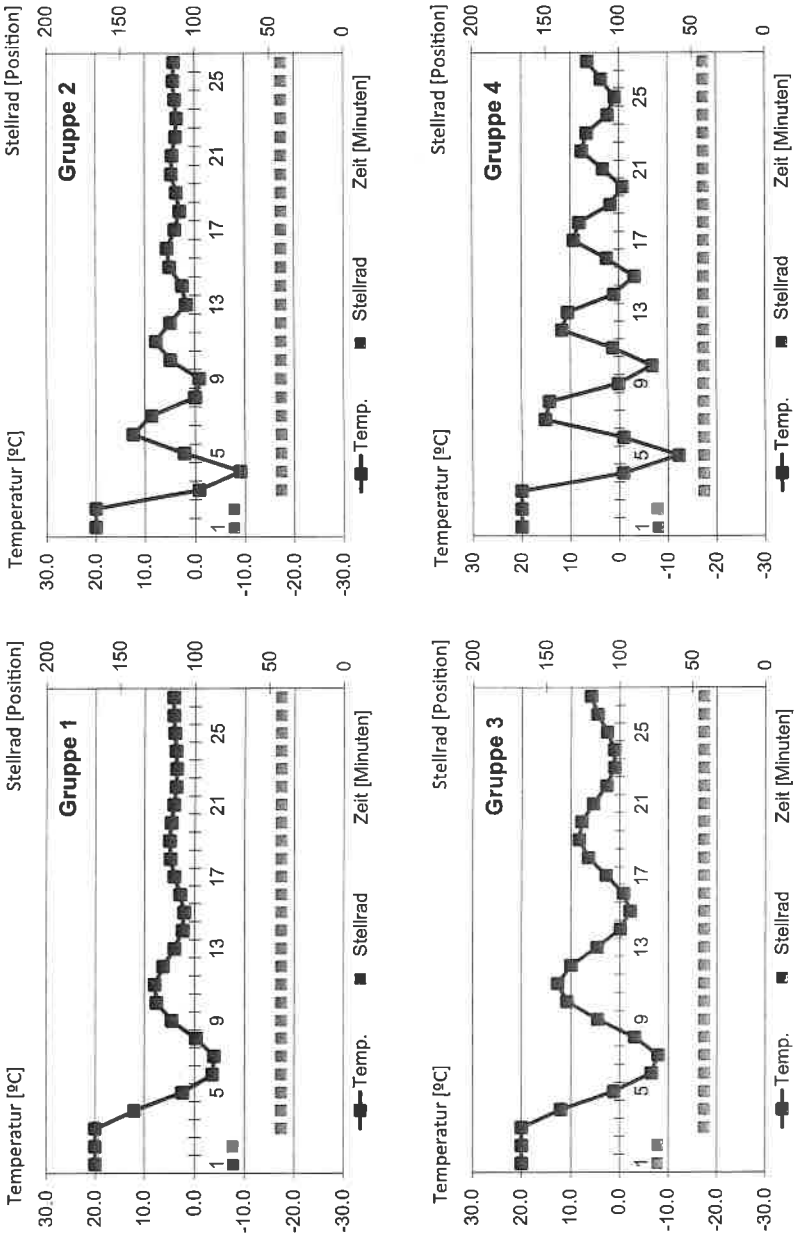


Abbildung 2: Die Parameterkonfiguration der vier Kühlhäuser

keiten und Amplituden. Im Zeitverlauf pendelt sich die Temperatur in allen Kühlhäusern bei der gewünschten Zieltemperatur von +4 °C ein. Das Experiment dauerte 25 Minuten. Das nach dem Experiment erfolgte Debriefing und das damit verbundene Lehrgespräch dauerten 20 Minuten. Das Experiment wurde im Anschluss an die Durchführung ausgewertet. Zunächst wurden die Studierenden befragt, was sie über ihre spezifische Kühlhaussimulation gelernt bzw. wie sie die Funktion des Kühlhaussimulators verstanden hätten. Im Anschluss wurden die zuvor erwähnten technischen Details aufgedeckt. Die Beobachter wurden aufgefordert, im Plenum zu erläutern, was sie beobachten konnten. Daraufhin wurden zwei Fragen diskutiert: Wie würde ein Experte für defekte Kühlhäuser bei dieser Aufgabe vorgehen, wenn er die Parameter nicht kennt? Was können wir aus diesem Experiment für die Führungspraxis in Organisationen ableiten und was nicht?

III. Resultate

Abbildung 3 zeigt die Resultate des Experiments. Gruppe 1 erreichte die gewünschte Temperatur relativ zielführend. Die Gruppen 3 und 4 konnten bis zum Ende des Experiments die korrekte Position des Stellrads erarbeiten; die Temperaturen konnten sich allerdings noch nicht auf den Zielwert einpendeln; Gruppe 2 war am Ende des Experiments von einer Lösung am weitesten entfernt. Es ist nicht überraschend, dass Gruppe 4 die geringste Performanz aufwies. Bekannt ist, dass ein System mit langen Verzögerungen und starkem Überschießen schwer zu steuern ist. Diese Bandbreite an Ergebnissen ist somit nicht ungewöhnlich (Dörner, 2006: 206 f.).

Typischerweise waren drei Phasen zu beobachten. In der ersten Phase gab es Spekulationen darüber, wie das Kühlhaus funktioniere und wie vorzugehen sei. Oft wurden lineare Zusammenhänge zwischen dem Stellrad und der Temperatur vermutet. Vor allem eine Abwägung zwischen Mut und Risiko war letztendlich für die ersten Einstellungen des Stellrads entscheidend. Wir nennen diese Phase „Ungewissheit". Nach wenigen Runden begann die zweite Phase: „Problemerkenntnis". Die meisten der bisherigen Hypothesen wurden verworfen. Die Teilnehmer begannen, die Daten genauer aufzuschreiben und zu analysieren. Ihnen wurde klar, dass man das Problem nicht in wenigen Minuten lösen konnte. In der dritten Phase hatten die Teilnehmer die Eigenschaften des Systems verstanden. Sie stellten fest, dass die Oszillationen, wenn einmal ausgelöst, kaum mehr entscheidend reduziert werden konnten. Es ging in der Diskussion um die Feinsteuerung des Systems und ebenfalls um die Frage, ob man mit einer zeitlich abgestimmten Intervention die Oszillation stoppen könnte. Interessant war die konstant hohe Aufmerksamkeit der Gruppe während der Diskussion der

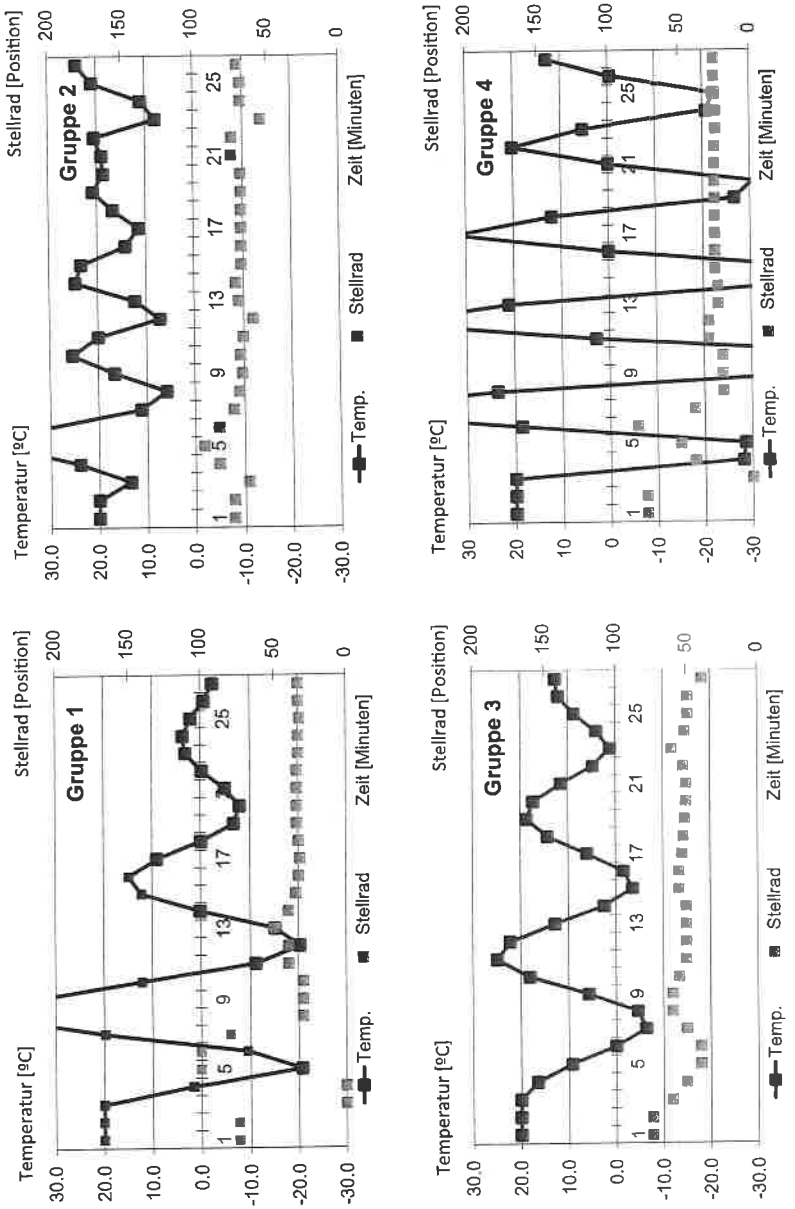


Abbildung 3: Entwicklung der Temperatur im Kühlhaus (schwarze Linie) und der Position des Stellrads (graue Punkte) für die vier Gruppen

Feinsteuerung. Man hätte erwarten können, dass sich die Teilnehmenden, nachdem das grundsätzliche Problem gelöst war, nicht mehr mit den Details auseinandersetzen würden. Es zeigte sich aber allgemein ein sehr hohes Engagement. Diese dritte Phase nennen wir die „operative Phase".

Die von Dörner (2006) erwähnten *Zufalls-Hypothesen* wurden nur selten beobachtet und nur bei Gruppen, welche in der ersten Phase die Position des Stellrads stark verändert hatten und somit in einer unlösbaren Situation waren. *Magische Hypothesen,* d.h. die Vermutung, dass bspw. die Zahl 13 grundsätzlich eine andere Qualität als 12 oder 14 haben würde, wurden zwar beobachtet, setzten sich in der Gruppendiskussion jedoch nicht durch. Die *progressive Konditionalisierung* bedeutet, dass Evidenz, die der Hypothese widerspricht, nicht als Widerlegung gedeutet wird, sondern als „Bestätigung unter bestimmten Bedingungen". Würde eine Gruppe bspw. 100 am Stellrad einstellen und mit der Zeit feststellen, dass das nicht gut kommt, könnte jemand sagen, die Größenordnung stimme schon, aber es müssten ungerade Zahlen sein. Die progressive Konditionalisierung war schwer zu beobachten, da vermutlich nicht alle Beobachtenden dieses Konzept genügend verstanden. Es erscheint trotzdem glaubwürdig, dass dieses Interpretationsmuster selten vorkam.

C. Replikation durch ein Simulationsmodell

Im Folgenden erstellen wir eine systemdynamische Simulation, die uns als In-vivo-Experimentierumgebung dient. In dieser Umgebung nutzen wir dann eine explizite Entscheidungsregel für die Steuerung der Stellradposition. Dann vergleichen wir die simulierten Ergebnisse dieser expliziten Entscheidungsregel mit den Ergebnissen der impliziten Entscheidungsregeln der Teilnehmenden. Wir verwenden die Methodik System Dynamics, um das Experimentalinstrument von Dörner zu replizieren (Grösser, 2012).

Wir operationalisieren die von Dörner publizierten Informationen zur Gleichungsstruktur mittels Standardformulierungen der System Dynamics Modellierung.[1] Die Kühlhaustemperatur und die Position des Stellrads sind als Bestandesgrößen dargestellt (Abbildung 4). Bestandesgrößen sind Akkumulationen von materiellen oder immateriellen Einheiten. Eine Bestandesgröße kann nur durch Flussgrößen verändert werden. Der Feedbackloop L1 bewirkt eine Anpassung der Kühlhaustemperatur an die gewünschte, durch die Stellradposition vorgegebene Temperatur. Dies ist eine Regelung erster Ordnung. Loop L2 erklärt, wie die Position des Stellrads verändert wird.

[1] Vgl. *Sterman* (2000) und *Richardson/Pugh* (1981). Das Modell ist auf Anfrage beim Erstautor erhältlich.

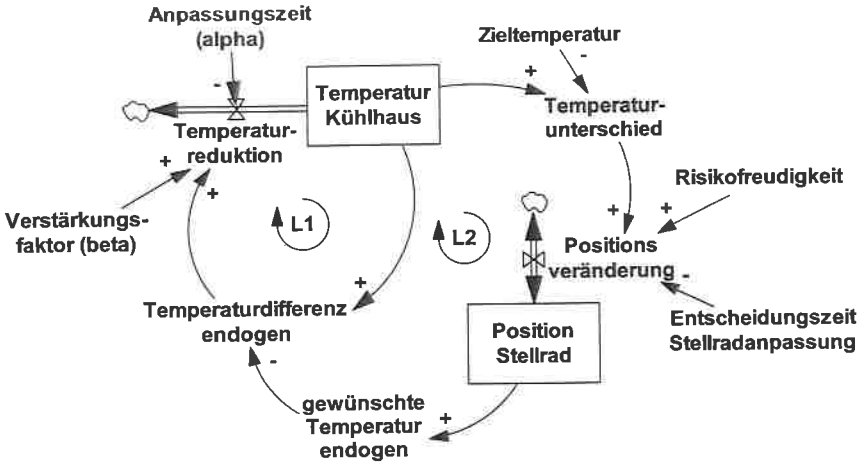


Abbildung 4: Systemdynamisches Modell zur Regulierung der Kühlhaustemperatur

Diese Entscheidung, welche im ersten Experiment durch die Teilnehmer erfolgte, wird nun durch eine explizite Entscheidungsregel vorgenommen. Diese Entscheidungsregel berücksichtigt die Temperaturdifferenz zwischen der aktuellen Temperatur des Kühlhauses und der gewünschten Zieltemperatur, die Risikofreudigkeit des Entscheiders und die Entscheidungsverzögerung. Sie lässt sich wie folgt beschreiben: Positionsveränderung = f (Temperaturunterschied, Risikofreudigkeit, Entscheidungszeit).

D. Diskussion

Die Teilnehmer haben für ihre Entscheidungen implizite Entscheidungsregeln verwendet. Das in diesem Paper entwickelte systemdynamische Modell verwendet eine explizite Entscheidungsregel. Der Vergleich der Ergebnisse der Kühlhaustemperatur beider Experimente lässt erkennen, dass die explizite Entscheidungsregel eine höhere Performanz aufweist, d.h., die Zieltemperatur wird schneller erreicht und mit weniger Abweichungen und Oszillationen als mit impliziten Entscheidungsregeln (Abbildung 5). Ein Ansatz zur Bestimmung der Leistungsfähigkeit einer Regel lässt sich anhand von Abbildung 5 erläutern. Wie bereits bekannt ist, hatten die Teilnehmenden die Aufgabe, durch Veränderungen des Stellrads die Temperatur im Kühlhaus schnellstmöglich auf die Zieltemperatur zu führen. Somit ist die Geschwindigkeit, mit der die Zieltemperatur erreicht wird, ein Kriterium für die Leistungsfähigkeit einer Entscheidungsregel. Ein zweites Kriterium bilden die während des Prozesses entstehenden Abweichungen durch Oszillationen. Dies ist leicht nachzuvollziehen, wenn wir davon ausgehen, dass für jede Veränderung der Temperatur Kosten für Heizung oder Kühlung entstehen sowie eventueller Schaden am Kühlgut. Aus Abbildung 5 können wir sehen, dass die explizite Entscheidungsregel zu einer Kühlhaustemperatur führt, welche schnell und mit relativ geringen Schwankungen auf die Zieltemperatur abfällt. Im Verhältnis dazu weist die durch die implizite Entscheidungsregel erzielte Temperaturentwicklung stärkere Oszillationen auf. Außerdem wird die Zieltemperatur deutlich langsamer erreicht. Somit ist die Performanz der impliziten Entscheidungsregel im Verhältnis zur expliziten Entscheidungsregel schlechter. Die Differenz der Integrale beider Kurven über den gesamten Zeitverlauf kann zur Quantifizierung der relativen Performanz der Entscheidungsregeln verwendet werden. Diese Fläche zwischen den Kurven entspricht 497 Temperatur-Minuten. Mit anderen Worten: Über einen Zeitraum von 25 Minuten resultiert die implizite Entscheidungsregel in einer Temperaturkurve, welche um durchschnittlich 19,8 °C von der Temperatur abweicht, die durch die explizite Entscheidungsregel erreicht wird.

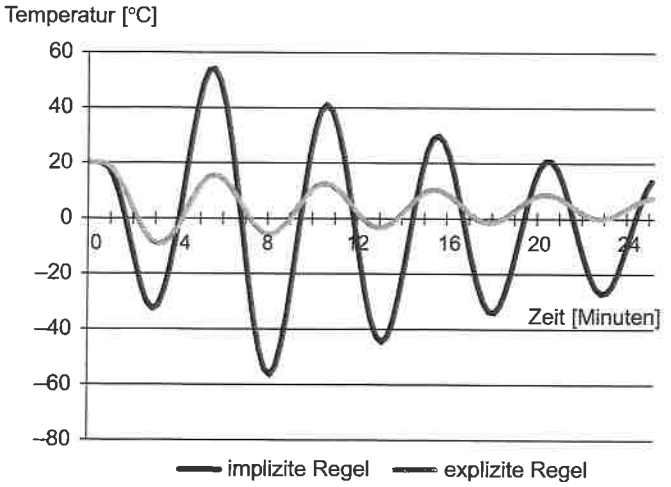


Abbildung 5: Verhalten der expliziten und der impliziten Entscheidungsregel zur Regulierung der Kühlhaustemperatur (Beispiel: Kühlhaus 4)

Der Grund ist einfach verständlich. Die explizite Entscheidungsregel verwendet idealisierte Annahmen;. man verfügt z.B. über vollkommene Kenntnisse über die Veränderung der Temperatur oder es wirken keine Einflüsse durch Teamentscheidungen. Des Weiteren ist die explizite Entscheidungsregel zu Beginn des Experiments schon definiert. Im Experiment mit den

Teilnehmern ist dies jedoch nicht der Fall. Die für die Entscheidungsfindung verwendeten mentalen Modelle verändern sich im Zeitverlauf. Lernprozesse sind wesentliche Ergebnisse für die Teilnehmenden im Experiment. In diesem Lernprozess wird die implizite Entscheidungsregel kontinuierlich angepasst. Dies wird in Abbildung 6 durch den Loop L3 dargestellt. Es ist insbesondere die Veränderung der Temperatur, welche zur Reflexion und Veränderung der verwendeten Entscheidungsregel anregt. Mit unserer Abbildung wollen wir nicht eine kausale Zuordnung einzelner Variablen implizieren, eher auf die Veränderung des mentalen Modells insgesamt hinweisen.

Die explizite Regel weist eine bessere Performanz auf als die implizite Regel. Mit anderen Worten haben wir eine explizite Entscheidungsregel definiert, welche die Steuerung effektiver erreicht als die Teilnehmenden. Diese Tatsache ist jedoch aus der Forschungsperspektive nicht befriedigend. Hier muss unser Ziel sein, den tatsächlichen Entscheidungsprozess der Teilnehmenden besser abbilden zu können. Es ist somit notwendig, dass wir die explizite Entscheidungsregel komplexer ausgestalten, um zu einer geringeren Performanz zu gelangen – eine kontra-intuitive Einsicht. Wir benötigen eine kompliziertere explizite Entscheidungsregel, um schlechtere Performanz simulieren zu können.

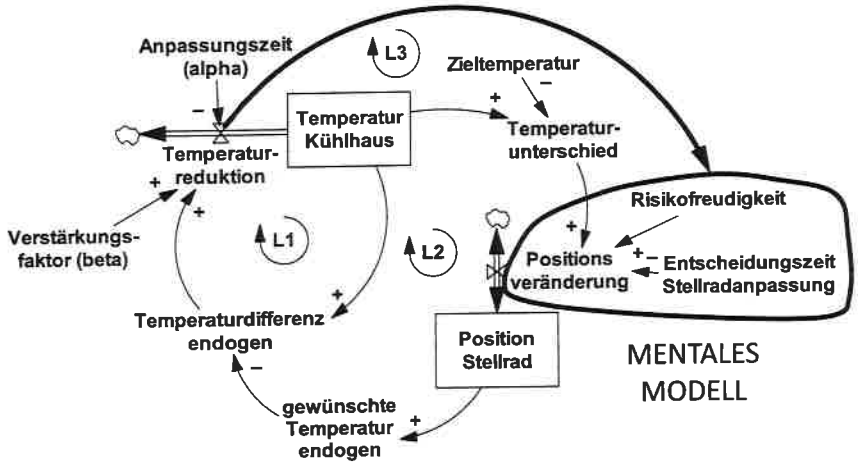


Abbildung 6: Regulierung der Kühlhaustemperatur mit mentalem Modell

Unsere Arbeit hat Limitierungen. Erstens, die Verwendung von unterschiedlichen Parametern für die vier Gruppen war prozesstechnisch notwendig, erschwerte aber einen direkten Vergleich der Gruppen. Durch die Verwendung des neuen Experimentalinstruments wird dieser Umstand einfacher in zukünftigen Forschungsaufgaben. Und zweitens denken wir, dass die Arbeit in Gruppen weitgehend die Realität in Unternehmen widerspiegelt. Doch kann angeführt werden, dass Entscheidungen in Unternehmen oft auch alleine getroffen werden. Deshalb sehen wir die Notwendigkeit, Entscheidungsfindungen sowohl von Individuen als auch von Gruppen in einer Teamsituation besser zu verstehen.

E. Ausblick

Durch die Verwendung von System Dynamics konnte das bestehende Instrument weiterentwickelt werden. Wir denken daran, diesen Ansatz im Rahmen der Ausbildung breiter einzusetzen und damit die Rahmenbedingungen für weitere Forschungen zu legen. Außerdem wären eine realitätsnähere Präsentation der Information im Experimentalinstrument sowie dessen Steuerung wünschenswert; bisher wurden alle Informationen mündlich übermittelt. Damit würde der Versuchsleiter entlastet, was ihm erlauben würde, sich auf andere Aspekte der Versuchsdurchführung zu konzentrieren. Eine Weiterentwicklung sollte gezielte Veränderungen in der Anordnung zulassen, damit wir feststellen können, unter welchen Bedingungen komplexe Aufgaben besser oder schlechter gelöst werden. Eine Möglichkeit dazu wäre, einem Teil der Probanden einen Text über Systemdynamik vorgängig lesen zu lassen. Eine andere wäre, den Druck auf die Teilnehmer zu erhöhen, indem man etwa einen Preis für die beste Gruppe aussetzt oder die Zeitvorgabe stärker limitiert.

Durch das verwendete Forschungsdesign ist es nicht nachvollziehbar, welche Faktoren die Teilnehmer bei ihrer Entscheidungsfindung beeinflusst haben. Das verwendete Forschungsdesign hat dies bisher nicht berücksichtigt. Dies soll in zukünftigen Forschungsanlagen angepasst werden, damit die Frage nach den Entscheidungsregeln der Teilnehmer beantwortet werden kann. Wenn diese Frage beantwortet ist, kann die für die Praxis relevantere Frage nach den Interventionen gestellt werden, mit denen die Leistung von Teams verbessert werden kann.

Literaturverzeichnis

Dörner, D. (2006): Die Logik des Misslingens: Strategisches Denken in komplexen Situationen (5. Aufl. ed.). Reinbek bei Hamburg: Rowohlt Taschenbuch Verlag.

Forrester, J. W. (1961): Industrial Dynamics. Cambridge, MA: Productivity Press.

Groesser, S. N. (2012): Stichwort: System Dynamics, Gabler Wirtschaftslexikon. Heidelberg: Gabler Verlag.

Richardson, G. P./*Pugh*, A. L., III. (1981): Introduction to System Dynamics Modeling with DYNAMO. Cambridge, MA: Productivity Press.

Sterman, J. D. (2000): Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World. Boston, MA: McGraw-Hill.

Kai Mertins, Sven Wuscher und Markus Will
Wirkungszusammenhänge im Intellektuellen Kapital deutscher Unternehmen 123

Günther Schuh, Volker Stich und Maik Schürmeyer
Kybernetische Produktionsprogrammplanung bei Produktanläufen 131

Christian Büscher, Eckart Hauck, Daniel Schilberg und Sabina Jeschke
Kennzahlen zur Validierung der Reduzierung des Polylemmas der Produktionstechnik durch kognitive Montageplanung 139

Autorenverzeichnis 149