

Endbericht zum Projekt

SIMULATION VON SUPPLY-CHAIN-MANAGEMENT SYSTEMEN

Gefördert von:

Forschungskommission der Universität Klagenfurt

Projektleitung:

Ao Univ. Prof. Dr. Günther Ossimitz

Mitarbeit am Projektbericht:

Benjamin Kreisler, Melanie Zoltan

Web-Umsetzung:

Benjamin Kreisler

Oktober 2002
Universität Klagenfurt
Institut für Mathematik

<http://beergame.uni-klu.ac.at>

Inhaltsverzeichnis

Danksagung	1
1. Ausgangslage.....	2
1.1 Wertschöpfungsketten im Brennpunkt	2
1.2 Das Beer-Distributions-Game	3
2. Projektdesign.....	7
2.1 Ziele des Projektes.....	7
2.2 Zeitplan.....	8
3 Supply Chain Management.....	9
3.1 Gründe für die Entstehung.....	9
3.2 Wertschöpfung als zusammengehöriger Prozess	11
3.3 SCM benötigt neue Planungs-Systeme	12
4 Der Bullwhip-Effekt.....	15
4.1 Gründe für die Entstehung.....	15
4.2 SCM, Bullwhip-Effekt und das Beer-Game	17
5 Das Beer-Distribution-Game	18
5.1 Überblick und grundlegende Regeln	18
5.2 Ergebnisse der Simulation.....	20
5.2.1 Entwicklung des Spielverlaufs.....	20
5.2.2 Typische Resultate	21
5.2.3 Exkurs: Ursachen und Auswege.....	24
6 Evaluation Traditionelles Design.....	26
6.1 Der Spielplan.....	26
6.2 Vorbereitungen.....	28
6.3 Spielschritte.....	28
6.4 Schwächen des traditionellen Designs.....	29
7 Klagenfurter Design	32
7.1 Der Spielplan.....	32
7.2 Vorbereitungen.....	33
7.3 Spielschritte.....	34
7.4 Übergang zwischen den Runden	36

7.4.1	Der Briefträger	36
7.4.2	Der Buchhalter	37
7.4.3	Der Schreiber	37
7.5	Erfahrungen mit dem Klagenfurt Design.....	37
7.5.1	Beer-Game vom 20. März 2002	37
7.5.2	Beer-Game vom 9. Juni 2002	39
8	Zusammenfassung und Ausblick	41
	Literaturverzeichnis	43

Danksagung

Am Zustandekommen und an der erfolgreichen Durchführung des Projekts „Simulation von Supply-Chain-Management-Systemen“ waren eine ganze Reihe von Personen maßgeblich beteiligt:

- Die Forschungskommission der Universität Klagenfurt, der Kärntner Universitätsbund, sowie die Österreichische Hochschülerschaft haben durch ihre finanzielle Unterstützung maßgeblich die erfolgreiche Durchführung dieses Projekts ermöglicht. Mein herzlichster Dank an die Verantwortlichen Prof. Helmut Rumpler und Dir. Hans Kampfer!
- Ganz besonders hat sich der Vizerektor für Forschung und Lehre, Prof. Martin Hitz sowie das gesamte Team der Science-Week-Organisatoren (DI Peter Rebernik vom Science-Week-Host Pharos, Mag. Barbara Maier für die örtliche Science-Week-Koordination) für das Beer-Game-Projekt eingesetzt. Ihnen allen mein herzlichster Dank!
- Eine besondere Motivation für die Durchführung des Projekts war die maßgebliche Unterstützung des Beer-Game-Events durch Sponsoren der Kärntner Wirtschaft: die Vereinigten Kärntner Brauereien AG haben die Schleppe-Event-Halle zur Verfügung gestellt sowie das Buffet gesponsert, Infineon und die Junge Wirtschaft Kärntens (unter der Leitung von Mag. Michael Themessl) haben ein professionelles Coaching des Beer-Game-Events durch die Systems Dynamics Austria Group (SDA) ermöglicht. Bei der medialen Umsetzung wurden wir vom Klagenfurter Privatfernsehen KT1 sowie von der Kleinen Zeitung Kärnten freundlichst unterstützt.
- Besonderer Dank gebührt Herrn Dr. Dietmar Pizzatto sowie Frau Gerda Elsner, die es uns ermöglichten, einen ersten Versuch mit dem neuen Beergame-Konzept an Schülern der Hauptschule Klagenfurt-Waidmannsdorf zu erproben.
- Bei der Durchführung des Projekts haben eine Reihe von Studierenden der Angewandten Betriebswirtschaft der Universität Klagenfurt mit großem Einsatz mitgearbeitet. Christiane Holzinger, Gerhard Horn, Ulrike Kotzent, Benjamin Kreisler, Martin Melinz, Simona Prentner, Michael Rachbauer, Martin Waiguny, Melanie Zoltan haben im Projektteam eine für alle Beteiligten ungewohnte und hochkomplexe Herausforderung mit viel Enthusiasmus erfolgreich bewältigt.
- Ganz besonderer Dank gebührt Herrn Kreisler für die ausgezeichnete Website zum Projekt <http://beergame.uni-klu.ac.at/> .
- Weiters haben an der Entwicklung des neuen Beer-Game-Konzepts eine Reihe von Studierenden der Universitäten Graz und der TU Wien bei den Probedurchgängen sowie wie beim abschließenden Beer-Game-Event maßgeblich zum Erfolg beigetragen.

1. Ausgangslage

1.1 *Wertschöpfungsketten im Brennpunkt*

Supply-Chain-Management, *built-to-order-Fähigkeiten* und *just-in-time Produktion* gehören wohl zu den aktuellsten Schlagwörtern der Betriebswirtschaft wie auch der Informatik. Bei allen geht es um die Idee, in Produktion und Vertrieb von Produkten das Angebot perfekt auf die Nachfrage abzustimmen und Zwischenlager soweit wie möglich auszuschalten. Die Betriebswirte – auf der einen Seite – sehen durch die Straffung der Wertschöpfungskette enorme Kostenvorteile. Und die Informatiker – auf der anderen Seite – stellen mit e-Business-Lösungen die Werkzeuge dafür bereit.

Doch dass im effizienten Management von Supply-Chains (Distributionsketten) gewaltige Potenziale liegen, ist nicht erst bekannt, seitdem das Internet populär geworden ist. Im Grunde wird bei den aktuellen Entwicklungen auf Erfahrungen aus der System-Dynamics-Forschung aufgebaut. Bahnbrechend waren die Arbeiten von Jay Forrester, die er am Massachusetts Institute of Technology (MIT) um 1958 mit Untersuchungen zu zyklischen Produktionsschwankungen bei General Electric begann und im Buch „Industrial Dynamics“ 1961 (Forrester 1961) publizierte. Forrester entwickelte damals die „System-Dynamics“-Modelliermethode, um rätselhafte Schwankungen in der Nachfrage nach Elektrogeräten zu simulieren. Dabei stellte sich heraus, dass die massiven Schwankungen in der Fabriknachfrage keineswegs in einer Schwankung der Endnachfrage begründet liegen, sondern praktisch ausschließlich in der Eigendynamik der Distributionskette. Eine vordergründig vernünftig erscheinende Lager- und Bestellpolitik der zwischen Fabrik und Konsumenten dazwischengeschalteten Groß- und Einzelhändler führt zu kostspieligen Schwankungen in der Nachfrage beim Produzenten. Zur Illustration seien reale Bestelldaten des Pasta-Produzenten Barilla aus Simchi-Levi (2000, S. 77) genannt:

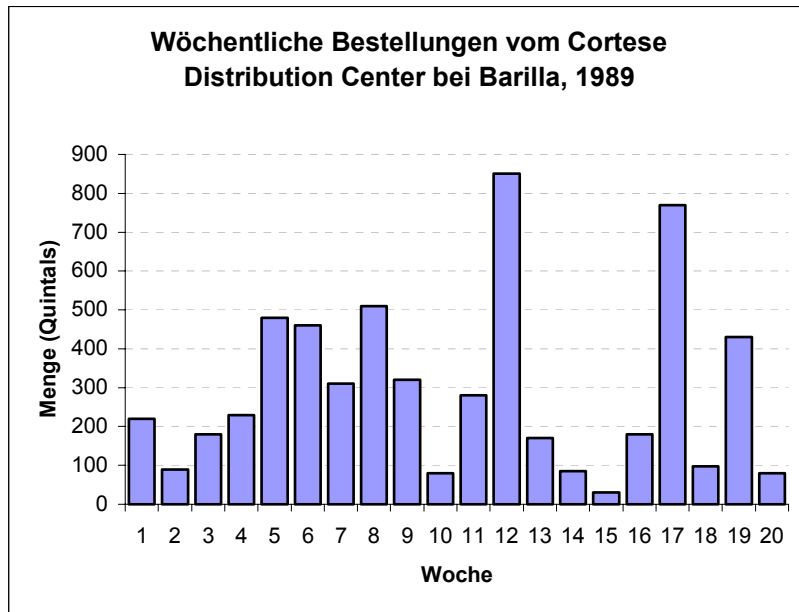


Abb.1: Schwankungen in der Nachfrage beim Produzenten

Es ist evident, dass eine innerhalb weniger Wochen zwischen 30 und 850 Einheiten schwankende Nachfrage riesige Probleme mit Lagerkosten und Lieferfähigkeit mit sich bringen. Außerdem kann man es ausschließen, dass die Endnachfrage nach Nudeln innerhalb weniger Wochen sich um das zig-Fache ändert.

1.2 Das Beer-Distributions-Game

Um das Verhalten von Distributionsketten praktisch erlebbar zu machen, wurde von der Gruppe um Forrester am MIT bereits um 1960 das Beer Distribution Game (kurz: Beer-Game) entwickelt. Das „Beer-Game“ simuliert ein einfaches Produktions-Distributionssystem: Eine Brauerei produziert Bier und liefert an einen Distributor, dieser wiederum an einen Großhändler aus. Der verteilt es weiter an einen Zwischenhändler, der wiederum an den Einzelhandel, der es dann an den Endkunden verkauft. Jeder der vier Beteiligten in dieser Distributionskette verfügt über ein Lager und versucht, die Bestellungen des nachgeordneten Kunden möglichst gut zu erfüllen und seinerseits durch Bestellungen bei seinem Lieferanten (bzw. Produktion im Falle der Fabrik) die Lieferfähigkeit aufrecht zu erhalten, ohne allzu große Lagerbestände oder gar Fehlbestände zu haben, die beide Kosten verursachen.

Ziel des Spieles ist es für alle Beteiligten, über ca. 30-50 Runden insgesamt die Kosten möglichst gering zu halten. Jede Runde besteht einfach darin, an den Kunden die bestellte Menge auszuliefern und anschließend eine frei wählbare Menge beim Lieferanten zu ordern. Außerdem muss eine entsprechende Statistik der Bestände bzw. Fehlbestände und Kosten geführt werden. Die vom Einzelhändler an den Endverbraucher zu liefernde Menge wird von der Spielleitung vorgegeben.

Das Beergame ist wahrscheinlich das bekannteste Unternehmensplanspiel weltweit. Seine Popularität verdankt es der Tatsache, dass ein scheinbar trivialer Vorgang (ein Produkt bestellen und liefern) in einer Supply Chain ungeahnte Dynamiken zeigen kann, die alle Beteiligten zunächst verblüfft. Typischerweise glauben viele Teilnehmer am Spiel, dass da „böse Mächte“ am Werk sein müssen, die sowohl beim Kunden als auch beim Lieferanten im Laufe der Zeit ein derartig absurdes Bestell- bzw. Lieferverhalten mit sich bringen. Erst im anschließenden Debriefing stellt sich heraus, dass in der Regel bereits ein kleiner externer Anstoß genügt, um innerhalb des Vertriebssystems gewaltigste Schwankungen in den Bestellungen und auch in den Lagerständen hervorzurufen. Die Mitspieler erkennen, dass es ihre eigene, scheinbar vernünftige, aber doch nicht systemgerechte Sichtweise war, die den turbulenten Verlauf der Geschehnisse bedingte.

Anders als bei den meisten anderen Planspielen ist beim Beergame alles transparent. Es gibt keine undurchschaubare „black box“, die vernünftiges Verhalten zu mysteriösen Ergebnissen transformiert, sondern es kann jede Bestell-Entscheidung und die daraus resultierenden Lieferungen exakt nachvollzogen werden. Man kann hinterher genau sehen und erklären, wie extreme Überkapazitäten oder auch extreme Fehlbestände aufgrund von Entscheidungen zustande kamen, die zunächst sehr plausibel erschienen, aber auf keiner systemischen Gesamtsicht beruhen und damit in fataler Weise zu kurz greifen.

Für die praktische Durchführung des Beer-Games gibt es verschiedene Vorschläge und z.T. auch fertig beziehbare Spielpläne:

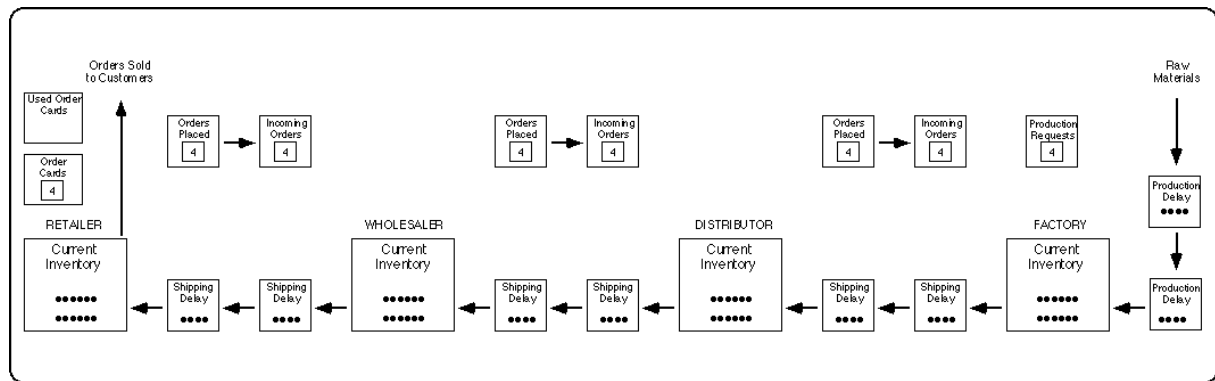


Abb.2: Original-Spielplan des „Beer-Games“ (Sternan 1992)

Schon Prof. John D. Sterman, der die ursprüngliche Simulation weiterentwickelte, erkannte die Schwächen des Designs. In einem Dokument mit Instruktionen zum „Beer-Game“ führt er Tipps an, aus denen sich die kritischen Punkte im Simulationsablauf ableiten lassen. So rät er den Spielleitern, besonders darauf zu achten, dass sich alle Teams in derselben Runde befinden. Und er verweist darauf, das Spiel an jenem Moment, an dem die ersten Fehlmengen auftreten, anzuhalten und die Teilnehmer noch einmal über die nunmehr eingetretene Situation zu instruieren. Im Folgenden wurde in zahlreichen Ansätzen versucht, diese technischen Probleme in der Simulation zu minimieren. Eine Möglichkeit präsentiert das Unternehmen „Learning Landscapes“. Hierbei wird versucht, die Bewegungen innerhalb der Supply-Chain mittels Drehscheiben zu vereinfachen. Nach der Idee der Hersteller müssten die Mitspieler pro Runde nur einmal am Rad drehen, um Bestellungen und Warenlieferungen innerhalb des Systems zu bewegen. Die Simulation würde dadurch sicherer, schneller und beschränkte sich auf das Wesentliche, so die Meinung von „Learning Landscapes“.

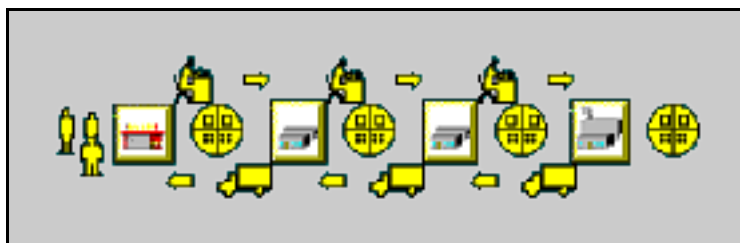


Abb.3: Simplifizierte Darstellung des Spielplans von Learning Landscapes
(<http://www.learninglandscapes.com/beergame.html>)

Allerdings zeigt die bisherige Erfahrung, dass bei der praktischen Durchführung der Simulation vielfältige Probleme auftreten können. Die Hauptschwierigkeit liegt, darin, dass vier in einer Kette zusammengeschaltete Gruppen zeitlich vollkommen synchron ein einzelnen Runden mit Bestellungen und Lieferungen abwickeln. Grob gesprochen muss man sicher stellen, dass die enorm beschleunigte Zeit für alle Gruppen gleich schnell vergeht und nicht eine Gruppe bereits Entscheidungen und Lieferungen von Woche 16 oder 17 bearbeitet, während eine andere Gruppe derselben Kette vielleicht sich noch mit der Bestellung von Woche 14 oder 15 herumschlägt. Insbesondere führen Verständnisprobleme bei einer einzigen Gruppe dazu, dass das Spiel vollständig zum Erliegen kommt. Dies kann in der Praxis dazu führen, dass die Spieler der anderen Gruppen warten müssen und schlimmstenfalls Langeweile aufkommt und die Aufmerksamkeit sowie das Interesse am Weiterspielen sinkt.

2. Projektdesign

2.1 Ziele des Projektes

Das Projekt „Simulation von Supply-Chain-Management-Systemen“ hatte sich als Ziel gesetzt:

- 1) Schwachstellen im üblichen Design des Beer-Games konkret und nachvollziehbar zu identifizieren.
- 2) Eine verbesserte Fassung des „Beer-Games“ in einem Simulationsdurchlauf zu testen.
- 3) Ein optimiertes Design des „Beer-Games“ aufgrund der aus 1) und 2) gewonnenen Erkenntnisse zu entwickeln, die es letztendlich ermöglicht, die Simulation
 - mit Laien (Personen ohne jegliches wirtschaftliches Vorwissen)
 - mit minimalem Fehlerrisiko (den technischen Ablauf der Simulation betreffend)
 - in einer kürzeren Zeit (maximal zwei statt ca. vier Stunden für ca. 30-40 Runden)durchzuführen.
- 4) Testen des optimierten Designs in einer Weise, dass ein Beer-Game mit vier Ketten und ca. 100 Teilnehmern an einem Halbtage gespielt werden kann.
- 5) Letztlich eine Dokumentation des optimalen „Beer-Games“ zu schaffen, die für zukünftige Simulationen (z.B. für LV-Zwecke) herangezogen werden kann.

Beim bisher üblichen Design ist das Beer-Game samt ausführlichem De-Briefing nach dem Spiel ein Ganztages-Event. Ziel der Optimierung sollte sein, die Gesamtdauer ohne Verlust an Qualität auf einen Halbtage zu reduzieren.

2.2 Zeitplan

Am 30. November 2001 nahm das Projektteam an einem Beer-Game in der Wiener Ottakringer Brauerei teil, das am „klassischem“ Design angelehnt war. Die dabei persönlich miterlebten Schwächen und Probleme bei der Durchführung dienten als Grundlage zur Entwicklung eines Konzeptes, welches die Simulation weniger anfällig für Fehler und damit „stabiler“ machen sollte.

Mitte Dezember wurde an der Hauptschule Waidmannsdorf erstmals erfolgreich ein Design-Entwurf erprobt, bei dem der Informationsfluss zwischen den Gruppen einer Kette nicht mehr durch die Spieler, sondern durch externe Personen – sogenannte Briefträger – erfolgte. Aufbauend auf diesem Ansatz wurde ein komplettes Muster zur Durchführung des Beer-Games samt Spielmaterialien produziert. Diese erste Version eines optimierten Designs kam schließlich am 20. März 2002 bei einer an der Universität Klagenfurt mit Studenten durchgeführten Beer-Game-Simulation zum Einsatz. Die dabei gewonnenen Erfahrungen wurden herangezogen, um das Design nochmals weiter zu entwickeln.

Dieses „Klagenfurter“ Design des Beer-Games blieb aber nicht nur ein inneruniversitäres Forschungsprojekt, sondern wurde auch in einer größeren Öffentlichkeit erprobt. In den stimmungsvollen Räumlichkeiten der Event-Halle der Schleppe Brauerei nahmen am 9. Juni 2002 an einem großen – im Rahmen der ScienceWeek veranstalteten – Event mehr als 100 Schüler, Studierende und auch Manager als Spieler teil.

3 Supply Chain Management

3.1 Gründe für die Entstehung

Die 70er und 80er Jahre brachten der produzierenden Industrie eine empfindliche Verschärfung des Wettbewerbs, der nun zunehmend global geführt wurde. Produktlebenszyklen wurden immer kürzer und die Qualität der Produkte zu einem dominierenden Faktor bei der Kaufentscheidung. Neue Strategien zur effizienteren Produktion wie Kanban, lean production, Total Quality Management (TQM) und andere wurden nicht nur ungemein populär, sondern erlaubten es den Unternehmen auch, ihre Kosten nachhaltig zu reduzieren. Erfolge hatten die Unternehmen, die die besten Produkte in bester Qualität in kürzester Zeit auf den Markt brachten und über niedrigere Produktionskosten bessere Margen erzielen konnten.

In der ersten Hälfte der 90er Jahre kam ein weiterer Faktor hinzu, der zu einer Änderung der Wettbewerbssituation führte: die Einführung integrierter Transaktionssysteme (sogenannter ERP-Systeme, Enterprise Resource Planning Systems). ERP-Systeme von Anbietern wie SAP, Baan oder JD Edwards durchdringen sämtliche belegorientierte Geschäftsprozesse wie die Auftragsbearbeitung, die Buchführung, den Einkauf, den Vertrieb und die Produktionswirtschaft. Über ERP-Systeme wird der gesamte Belegfluss innerhalb eines Unternehmens integriert, die beteiligten Geschäftsprozesse standardisiert und optimiert.

Heute sind wir wieder einen Schritt weiter. Erstklassiges Engineering und Optimierung der belegorientierten Geschäftsprozesse sind nach wie vor notwendig, um am Markt bestehen zu können, sie allein bringen ein Unternehmen aber nicht mehr an die Spitze der Wettbewerber. Durch bisherige Strategien der Produktdifferenzierung – etwa durch hohe Qualität oder ein gutes Preis/Leistungsverhältnis – lassen sich keine Wettbewerbsvorteile mehr erzielen, da es der Konkurrenz zumeist möglich ist, sofort nachzuziehen. So erhält die Service-differenzierung – die Abgrenzung gegenüber der Konkurrenz durch zusätzliche Dienstleistungen – einen wachsenden Stellenwert. Einer der entscheidenden Faktoren der Servicequalität eines Unternehmens sind seine Logistikleistungen.

Kunden verlangen hier erstklassige Resultate: die Lieferfähigkeit eines Herstellers und insbesondere seine Liefertreue werden zu ausschlaggebenden Faktoren bei der Auftragserteilung.

Die Logistik wird von einer simplen Unternehmensfunktion also mehr und mehr zur Strategie, der eine viel größere Bedeutung zukommt, als es der oft gleichbedeutend verwendete Begriff „Materialwirtschaft“ vermuten lassen würde. Neben Wettbewerbsvorteilen lassen sich durch eine Optimierung der logistischen Aktivitäten innerhalb der Wertschöpfungskette eines Unternehmens aber auch Einsparungspotentiale realisieren und Kosten minimieren. (Beides kann etwa anhand des Phänomens des Bullwhip-Effektes gut nachvollzogen werden – siehe Kapitel 4)

Diese ganze Entwicklung hat - gemeinsam mit den Fortschritten in Kommunikations- und Transporttechnologien - das Interesse auf die Lieferketten - Supply Chains - der Unternehmen gelenkt und die Entwicklung von Techniken zu deren Steuerung motiviert. Viele Unternehmen haben erkannt, dass eine kooperative Wertschöpfung und Supply Chain Management (SCM) den nächsten Schritt zur Erhöhung von Gewinn und Marktanteil darstellt.

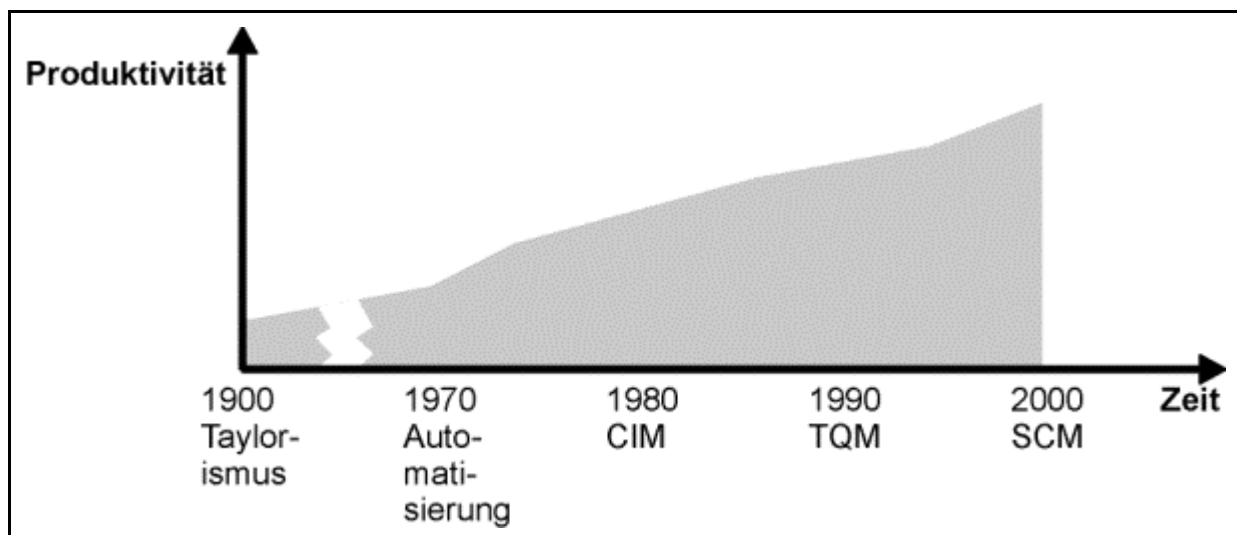


Abb.4: Die „Evolution“ von Managementsystemen

(modifiziert nach Hartweg, Forschungsinstitut für Rationalisierung / RWTH-Aachen)

3.2 Wertschöpfung als zusammengehöriger Prozess

Supply Chain Management begründet sich auf der Logistik, der Kunst, Materialflüsse bedarfsgerecht zwischen Quellen und Senken zu leiten. Verlässt man die Grenzen des Unternehmens und integriert die Kunden der Kunden und die Zulieferer der Zulieferer mit in die Planung und Steuerung, so kommt man zum Supply Chain Management (SCM). Supply Chain Management überwindet die Grenzen zwischen einem Unternehmen und seinen Wertschöpfungspartnern. Es sieht die Wertschöpfung als zusammengehörigen Prozess, der beim Rohstofflieferanten beginnt und beim Kunden endet und der nicht durch eine unnötige Fragmentierung unterbrochen werden sollte. Schließlich interessiert den Endkunden ja auch nur das fertige Produkt und nicht das Zusammenspiel von Produzenten, Spediteuren und Händlern, die nötig war, um das Produkt ins Regal zu bringen. Die SCM-Hauptzielsetzung ist deshalb die Gesamtoptimierung des Material-, Waren-, Informations- und Wertflusses entlang der gesamten Wertschöpfungskette.

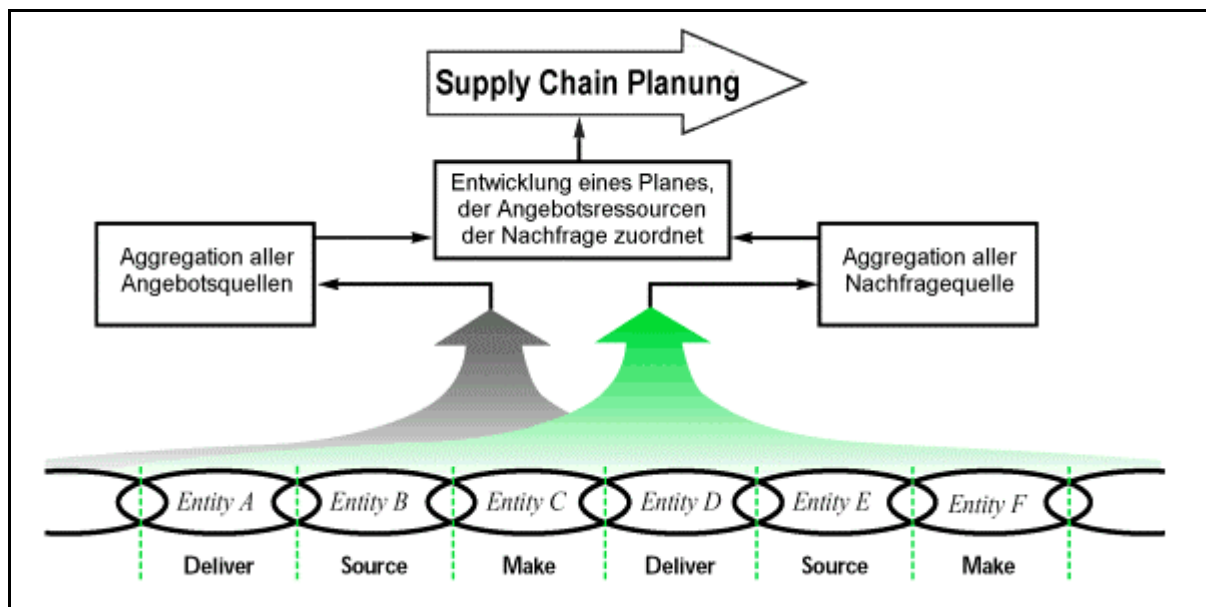


Abb.5: Effektives SCM verlangt das Aufeinanderabstimmen der einzelnen Glieder (Quelle: Supply-Chain Council / SCOR Modell 5.0)

Durch eine ganzheitliche und prozessorientierte Betrachtung will SCM

- eine Verbesserung der Kundenorientierung und -zufriedenheit,
- eine Synchronisierung des Bedarfs mit der Versorgung,
- einen Abbau der Bestände entlang der Wertschöpfungskette,

- eine Bedarfs- und umweltgerechte Produktion,
- mehr Flexibilität bei Beschaffung und beim Absatz
- und damit einhergehend eine Verbesserung der Termintreue und des Lieferservices erreichen.

Anforderungen an SCM-Systeme sind etwa die unternehmensübergreifende vernetzte Synchronisation, Bestandssicherheit, Prozesssicherheit und -transparenz, Eigenverantwortlichkeit sowie Effizienz und Wirtschaftlichkeit. Hier liegt auch die derzeitige Problematik zum Thema Supply-Chain-Management. Die Anforderungen sind schnell formuliert, aber in ihrer durchgängigen Erfüllung heute kaum zu realisieren, weil die vorhandenen Produktionssteuerungs- und Planungssysteme (PPS-Systeme) nicht oder nicht zuwenig auf die gesamte Wertschöpfungskette ausgerichtet sind.

3.3 SCM benötigt neue Planungs-Systeme

Traditionell werden Logistikprozesse in Unternehmen über die Materialbedarfsplanung (material requirements planning, MRP) gesteuert. MRP erhält als Input den Bedarf, den Bestand, die Durchlaufzeiten, die Stücklisten sowie die offenen Bestellungen und liefert als Ergebnis den Produktionsplan und die Bestellungen. Dabei wird aber ausschließlich die Materialverfügbarkeit berücksichtigt, nicht jene der benötigten Kapazitäten (Transportmittel, Maschinen). Ein von MRP erstellter Plan muss also nicht unbedingt durchführbar sein. Daraufhin wurden in den 70ern und 80ern die bestehenden Systeme um eine Sammlung von Planungsprozessen erweitert. Diese Gesamtarchitektur wurde Manufacturing Resource Planning (MRP II) getauft und erlaubt die Erstellung optimaler Pläne – aber eben nur lokal.

Abb. 6 zeigt eine Supply Chain aus der Getränkeindustrie. Jedes Glied in der Kette wird lokal durch ein MRP II System optimiert. Dabei gibt jede Stufe den Bedarf für die Vorgängerstufe vor. Aufgrund der Abhängigkeit der Nachfolger von der Versorgung durch die Vorgängerstufen sowie durch Störungen, Verzögerungen u.ä. in allen Gliedern der Supply Chain ergeben sich upstream zunehmend größere Bedarfsfluktuationen. Da die lokalen MRPII Systeme keinen Überblick über die Abhängigkeiten entlang der Supply Chain sowie den am Anfang der SC stehenden

Kundenbedarf geben, bleibt den Herstellern keine andere Wahl, als ihre Produktion durch zusätzliche, d. h. logistisch nicht benötigte Bestände abzubuffern. (Kapitel 4 untersucht diese Zusammenhänge näher.)

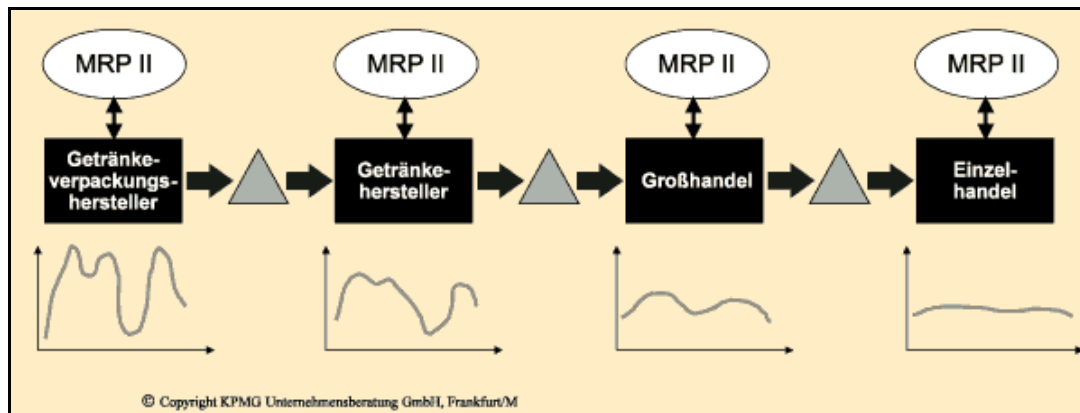


Abb.6: MPRII Systeme optimieren nur lokal (Quelle: Kilger, 1998)

Traditionelle, am MRP II-Konzept ausgerichtete Produktionsplanungs- und Steuerungssysteme funktionieren nur dann zufriedenstellend, wenn die Durchlaufzeiten relativ sicher prognostizierbar sind, wenig Störungen und Ausfallszeiten auftreten, das Produktionsprogramm mit einem genügenden zeitlichen Vorlauf bekannt ist und kurzfristig keine Produktionsengpässe auftreten. Dies ist bei den heutigen Rahmenbedingungen kaum noch einzuhalten.

Die anschließende Erweiterung der MRP II-Systeme um Funktionen etwa aus den Bereichen Finanz-, Personal- und Rechnungswesen unter dem Begriff ERP-Systeme führte zwar zu einer Optimierung der unternehmensweiten Geschäftsprozesse, änderte aber nichts an der Tatsache, dass auch diese Planungssysteme die Existenz einer Supply Chain ignorieren und damit grundsätzlich ungeeignet sind, Supply-Chain-spezifische Probleme erfolgreich zu managen.

Dieses Defizit wird von sogenannten Advanced Planning Systems (APS) behoben. Von den traditionellen Planungswerkzeugen unterscheiden sie sich durch

- restriktionsorientierte Planungsphilosophie
- realitätsnahe Abbildung der gesamten Supply Chain
- simultane Planung
- hohe Geschwindigkeit

- globale Sicht und
- wechselseitige Kommunikation

Gegenwärtig arbeiten die Advanced Planning Systems als eine Erweiterungspaket zu einer ERP-Software und ermöglichen so eine wirksame Unterstützung der Planungs- und Entscheidungsprozesse beim Supply Chain Management. Gemeinsam ist den Produkten, dass sie auf einer restriktionsorientierten Planungsphilosophie beruhen. Dies bedeutet, dass Engpässe und Einschränkungen z.B. von Transportmitteln, Kapazitäten oder Materialbeständen über die gesamte Supply Chain hinweg identifiziert und im Interesse eines größtmöglichen Durchsatzes berücksichtigt werden.

Noch vor wenigen Jahren (1997) war das Angebot von Systemen des Supply Chain Managements noch wenig befriedigend. Die bestehenden Marktlücken werden aber mittlerweile von den großen Softwarehäusern intensiv bearbeitet. Bei der derzeitigen Entwicklung wird (unter anderem von SAP) vor allem auf dem SCOR-Modell aufgebaut. Dies beruht auf einer 1996 gegründeten Initiative von Anwendern und Software-Häusern zur Entwicklung eines Referenz-Modells mit dem Ziel, für diesen Bedarf ein einheitliches Verständnis zu erreichen, aber auch Benchmarks zu unterstützen. Der Prozess Supply Chain Plan wird in mehreren Hierarchie-Stufen in Unterprozesse zerlegt, die alternativ ausgewählt werden können. Diese Prozess-Elemente werden als Systembausteine bereitgehalten; die Anwender wählen aus und ergänzen um ihre spezifischen Anforderungen. Eine positive Nebenwirkung dieses Vorgehens: Erstmals werden Logistiksysteme durch Standard-Prozess-Beschreibungen, Terminologiewahl und Angabe von Leistungszielen vergleichbar. Dies erleichtert die Auswahl von Softwarelösungen, verringert Transaktionskosten und ermöglicht die Einordnung neuer Systeme in die bestehende Systemumwelt.

4 Der Bullwhip-Effekt

Bei unternehmensübergreifenden Lieferketten tritt das Problem des Bullwhip-Effektes auf - auch Whiplash oder Whipsaw-Effekt genannt. Dieses Phänomen ist bereits seit den 60er Jahren bekannt, als Jay Forrester am Massachusetts Institute of Technology die Bücher System Dynamics und Industrial Dynamics veröffentlichte. Darin untersuchte er das Verhalten der Supply Chain bei unterschiedlichen Bedarfsverläufen und wies nach, dass sich die Schwankungen der Bestellungen der Kette in Richtung der Zulieferer (upstream) aufschaukeln.

Es sollte aber bis Anfang der 90er Jahre dauern, bis sich auch in der Praxis jemand die Mühe machte, den Effekt aufzuzeigen. Es war der Konzern Procter & Gamble, der in Bezug auf die Produktion und Nachfrage seines „Bestsellers“, der Pampers-Windel, auf ein interessantes Phänomen stieß. Obwohl die Nachfrage des Marktes konstant war, bestellte der Großhändler – die Stufe nach der Windel-Produktion von Procter & Gamble – sehr unterschiedliche Mengen. Dem nicht genug, fluktuierte die Nachfrage von Procter & Gamble nach Vorprodukten noch stärker. Allgemein zeigte sich, dass die Bestellungen nach der ersten Stufe – sprich dem Handel – keinen Zusammenhang mehr mit dem ursprünglichen Bedarf der Babys bzw. deren Eltern an Pampers-Windeln hatten. Der Begriff des Bullwhip-Effektes war geboren.

4.1 Gründe für die Entstehung

Die Erhöhung an Variabilität von Bestellungen einerseits und Lagerbeständen andererseits, die wir erleben, wenn wir die Lieferkette hinaufwandern, wird also als Bullwhip-Effekt bezeichnet. Um dieses Phänomen zu verstehen, muss man sich die Ursachen für die Schwankungen der Bestellmengen verdeutlichen. Schon die Variabilität in den Bestellungen des Einzelhändlers ist viel größer, als jene in der Konsumentennachfrage. Dies liegt an folgenden Punkten:

- **Bündelbestellungen:** Gewöhnlich gibt es für Unternehmen aufgrund fixer Bestellkosten eine optimale Bestellmenge sowie eine optimale Bestellhäufigkeit. Das hat zur Folge, dass Bestellungen in bestimmten Intervallen erfolgen; zumeist folgen dann Perioden ohne Bestellung auf eine

Periode mit einer großen Bestellmenge. Die Zulieferer fördern diese Unbeständigkeit noch zusätzlich durch die Gewährung von Mengenrabatten.

- **Preisfluktuationen:** Wenn die Preise von (Vor)Produkten niedrig sind, werden Unternehmen gewöhnlich ihre Lager füllen wollen und große Bestellmengen ordern. Steigen die Preise dann wieder, bleiben Bestellungen aus - solange es die Lagermengen erlauben.
- **Knappheit:** Herrschen Engpässe im Angebot und können nicht die vollen Bestellmengen geliefert werden, so werden die Unternehmen ihre Bestellungen hinaussetzen, da sie damit rechnen, proportional zu ihren Wünschen bedient zu werden. Endet die Rationierung dann wieder, kehren die Unternehmen zu ihren gewöhnlichen Bestellmengen zurück.

All diese Punkte führen zu Schwankungen innerhalb der Bestellmengen. Diese Schwankungen schaukeln sich aufgrund der Struktur der Supply Chain upstream noch zusätzlich auf: Ist es dem Einzelhändler noch möglich eine auftragsbezogene (pull) Distribution zu betreiben - sprich eine Distribution, die sich nach der tatsächlichen Konsumentennachfrage orientiert - so gilt dies bereits ab dem nachfolgenden Glied nicht mehr. Die Supply Chain basiert ab dem Großhändler auf einer auftragsneutralen (push) Distribution bzw. Produktion. Bestell- und Produktionsentscheidungen basieren auf langfristigen Voraussagen, denen als Grundlage die Bestellungen der vorgelagerten Stufen dienen. (Der Übergang zwischen pull und push Distribution/Produktion wird als Order Penetration Point (OPP) bezeichnet.)

Jede Stufe erstellt lokale Prognosen, die aber dem tatsächlichen Verlauf hinterherlaufen. Bei der Berechnung der zu produzierenden / bestellenden Menge wird der aktuelle Bestand und die Prognose verwendet, es kommt zu einer Überreaktion auf die Niveauveränderung. Die nachfolgende Stufe hat das gleiche Problem, somit schaukeln sich die Überreaktionen entlang der Kette auf.

Eine solche Push-Based Supply Chain führt zu langsamen Reaktionszeiten der Teilnehmer und eben zum Bullwhip-Effekt. Die Konsequenzen sind Perioden von

überevollen Lagern gefolgt von Perioden der Knappheit. Das führt zu schlechtem Lieferservice, verlorenen Einnahmen, uneffektiven Transport und kürzen Produktlebenszyklen.

4.2 *SCM, Bullwhip-Effekt und das Beer-Game*

Der Bullwhip-Effekt resultiert aus den komplexen und dynamischen Abhängigkeiten in der Supply Chain. Die „Mitspieler“ innerhalb der Kette treffen (lokal) rationale Bestell- und Produktionsentscheidungen aufgrund verzerrter Wahrnehmungen und mangelhafter Informationen über das Gesamtsystem. In dieser Umgebung versagen individuelle Entscheidungsträger gewöhnlich in der Vorhersage der Auswirkungen ihrer eigenen Aktionen auf die anderen Glieder der Supply Chain. Da sich jeder lokale Entscheidungsträger im Recht fühlt, besteht die Tendenz, die Dynamik eher auf externe Effekte zu schieben als sie als Folge des eigenen Handelns anzusehen. Das Problem liegt im System bzw. in der mangelhaften Wahrnehmung der systemischen Zusammenhänge.

Dass die bestehenden PPS-Systeme genauso wie die traditionellen (und scheinbar intuitiven) Entscheidungsmuster in der Planung logistischer Tätigkeiten dem Erreichen eines systemweiten Optimums entgegenstehen, zeigt das Unternehmensplanspiel Beer-Distribution-Game in eindrucksvoller Weise. Das Verhalten der Spieler hinsichtlich der Produktionsplanung ist vollkommen auf ihren lokalen Bereich konzentriert und weist dieselben Defizite auf, wie sie für MRP II-Systeme gelten. Es lässt sich vermuten, dass nicht nur die technischen Systeme zur Planung, Steuerung und Überwachung von Logistikketten und Netzwerken noch unausgereift sind, sondern auch die geistige Haltung der Entscheidungsträger zuwenig in Richtung systemisches Denken geht.

5 Das Beer-Distribution-Game

Das Beer-Distribution-Game stammt aus den frühen 60er Jahren, als die Disziplinen „Systemisches Denken“ und „system dynamics“ sprichwörtlich „laufen lernten“. Es wurde von der Sloan System Dynamics Group am Massachusetts Institute of Technology (MIT) als Teil von Jay Forresters Forschung im Bereich „industrial dynamics“ entwickelt. Das Spiel soll einen Einstieg in die oben erwähnten Fachgebiete ermöglichen und eine Art „Flugsimulator für Manager“ bieten, in dem sie die Folgen ihres (durchaus fehlerhaften) Handelns erleben können, ohne gleich tatsächlich einen Betrieb in den Ruin zu stürzen. Während der mittlerweile vier Jahrzehnte seines Bestehens wurde das „Beer-Game“ genannte Spiel von tausenden Menschen auf der ganzen Welt gespielt und dabei immer wieder verändert. Aber ob man nun Bier, Tee oder Fruchtsaft durch die Supply-Chain verschickt, ändert nichts an den grundlegenden Aussagen der Simulation.

5.1 Überblick und grundlegende Regeln

Den Teilnehmern des Beer-Distribution-Games wird eine Rolle innerhalb einer vierstufigen Logistikkette zugewiesen. Sie übernehmen als (zumindest zweiköpfiges) Team die Position entweder einer Brauerei, eines Distributors, eines Großhändlers oder eines Einzelhändlers. Diese Sektoren sind hintereinander angeordnet und haben im Grunde alle dieselbe Aufgabe zu erfüllen: In jeder Runde (eine Runde = 1 Woche) die Bestellungen der nachgeordneten Kunden möglichst gut zu erfüllen und durch eigene Bestellungen beim vorgeordneten Lieferanten (bzw. durch Produktionsaufträge im Falle der Brauerei) die eigene Lieferfähigkeit aufrecht zu erhalten.

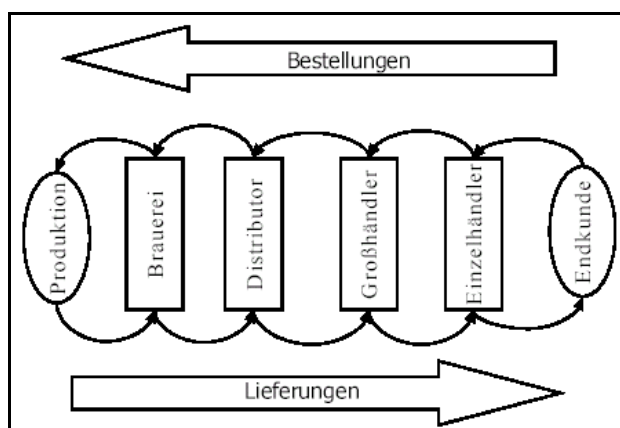


Abb.7: Logistikkette im Beer-Game

Dabei sind die Erteilung von Bestellungen und das Verschicken von Lieferungen die einzige Form von Kommunikation, die zwischen den einzelnen Stationen erlaubt ist! Auch sind den Sektoren immer nur jene Bestellungen, die sie selbst betreffen, niemals aber die der anderen Stufen bekannt. Der Einzelhändler z.B. erhält „exklusiv“ die Nachfrage des Marktes vom Spielleiter, die den anderen Spielern unbekannt bleibt. Absprachen zwischen den Teams und ähnliche „Tricks“ sind nicht zugelassen, da dadurch die Intention des Spieles untergraben wird.

Die Bestellpolitik der einzelnen Teams geschieht nicht willkürlich, sondern folgt dem Ziel, die Gesamtkosten möglichst gering zu halten. Die Spieler sehen sich mit zwei Arten von Kosten konfrontiert: Lagerkosten und Fehlmengenkosten. Immer dann, wenn eine Einheit Bier auf Lager liegt, verliert man Zinsen für das „investierte“ Kapital. Diese entgangenen Gewinne stellen Kosten dar und werden mit einer Geldeinheit (oder € 1) pro gelagerter Einheit Bier bewertet. Ist man andererseits einmal nicht in der Lage, die Bestellungen zu erfüllen, so entstehen aufgrund der Unzufriedenheit des Kunden ebenfalls Kosten (etwa Strafzahlungen, Preisnachlässe etc). Diese Fehlmengenkosten betragen zwei Geldeinheiten (€ 2) pro nicht gelieferter Einheit Bier.

Daraus ergibt sich, das die Teilnehmer - wollen sie den Sieg erringen - eine Bestellpolitik verfolgen müssen, bei der sie den eigenen Lagerbestand möglichst niedrig halten, aber gleichzeitig nicht in Verlegenheit kommen, unerwartet große Bestellmengen nicht erfüllen zu können und Fehlmengen zu produzieren. Da die Spieler Bestellungen immer bis zu jener Höhe erfüllen müssen, zu der sie in der Lage sind und nicht erfüllte Mengen in der nächsten Runde erhalten bleiben, bleibt für etwaige Rationierungstechniken kein Spielraum.

Wie bereits erwähnt, läuft das Beer-Game - ist es einmal gestartet - in Runden ab, wobei eine Runde etwa den Zeitraum von einer Woche (manchmal auch einem Monat) symbolisieren soll. In jeder Runde beliefern Brauerei, Distributor, Großhändler und Einzelhändler ihre jeweiligen Kunden und bestellen bei ihren Lieferanten. Die in einer Runde bestellten Mengen treffen allerdings erst nach einer

Verzögerung ein - in der Regel sind das 2 Wochen. Ein Umstand, der - wie sich zeigen wird - ganz enorme Auswirkungen nach sich zieht.

Zu Beginn des Spieles befindet sich die Lieferkette im Gleichgewicht. Über die ersten Runden hinweg sollen die Spieler erst einmal mit dem Mechanismus des Bestellens und Lieferns vertraut werden. Haben sich die Teilnehmer ausreichend zurechtgefunden, bringt die Spielleitung die Kugel ins Rollen, indem er die Konsumentennachfrage geringfügigst variiert. Selbst diese einmalige Erschütterung reicht aus, um in Folge Chaos und Panik im System ausbrechen zu lassen. Zwischen der 30. und 40. Runde wird das Spiel abgebrochen.

Das Beer-Game ist denkbar simpel im Vergleich zur Realität. Kapazitätsbeschränkungen, unvorhergesehene Produktionsausfälle und sonstige Katastrophen werden außer Acht gelassen. Dennoch sind die Ergebnisse auch in dieser vereinfachten Umgebung eindrucksvoll genug, um bei vielen Teilnehmern Betroffenheit und ernsthaftes Nachdenken auszulösen.

5.2 Ergebnisse der Simulation

Auch wenn natürlich jede Beer-Game-Simulation ihren eigenen, individuellen Verlauf nimmt, so stößt man bei der Betrachtung der Entwicklung von Lagerbeständen und Bestellmengen doch immer wieder auf ähnliche Muster. Dass ist umso bemerkenswerter, wenn man bedenkt, dass die Spieler frei entscheiden können, wieviel sie bestellen bzw. produzieren wollen. Wie kommt es dann, dass doch fast jedes Beer-Game mehr oder weniger die gleichen (ineffizienten) Ergebnisse hervorbringt?

5.2.1 Entwicklung des Spielverlaufs

Das „Unheil“ nimmt seinen Ausgang ab dem Zeitpunkt, ab dem die Endnachfrage auf ein höheres Niveau ansteigt. In Folge beginnt der Lagerbestand des Einzelhändlers zu sinken und er erhöht seine Bestellungen. Da die Mengen, die er heute bestellt, aber erst in zwei Runden eintreffen, wird sein (effektiver) Lagerbestand weiter absinken. Die Reaktion: Er gerät in Panik und erhöht seine Bestellungen weiter. Der

Großhändler - die vorgelagerte Stufe - sieht sich plötzlich mit einem Bombardement von höheren Bestellungen konfrontiert und stockt seinerseits die Nachfrage auf.

Jede Station sieht sich in der Situation, dass der Lieferant scheinbar „schläft“ und die Bestellungen ignoriert, während der Kunde immer stärker danach verlangt, bedient zu werden. Dadurch entsteht der Eindruck, als ob die Marktfrage explodiert wäre.

Wie eine Welle schaukeln sich nun die Mengen entlang der Kette auf, bis eine riesige Nachfrage die Brauerei erreicht, die natürlich sofort die Produktion hinaufschraubt. Nun macht sich die Welle in umgekehrter Richtung und in Form von Bierlieferungen auf den Weg und überrollt die Stufen geradezu. Hat man in der einen Runde noch Fehlmengen zu verzeichnen gehabt, explodiert das Lager innerhalb der nächsten Runden. Und ganz nach der Devise „Die Geister die ich rief ...“ wollen die Lieferungen nicht enden. In vielen Fällen begründen die Spieler durch das blitzartige Drosseln ihrer Bestellungen einen zweiten Zyklus – was aber wiederum das Schwanken im Gesamtsystem verstärkt.

Man sieht: Gerade durch die individuellen Ausgleichsbemühungen aller entsteht insgesamt ein äußerst instabiles und ineffizientes Verhalten des Gesamtsystems. Runden mit enormen Bestellungen folgen auf solche mit null Einheiten, Wochen mit übervollen Lager folgen auf solche, in denen man verzweifelt auf Lieferungen wartet.

5.2.2 Typische Resultate

Da bei jedem Beer-Distribution-Game andere Personen mitwirken und ihre individuellen Charakterzüge in die Simulation einbringen, wird es auch niemals völlig identische Ergebnisse geben. Dennoch: in den wesentlichen Grundzügen wird (fast) jedes Spiel den oben beschriebenen Verlauf nehmen. Das lässt sich auch aus den Aufzeichnungen verschiedener Durchgänge der Simulation erkennen.

Abbildung 8 präsentiert Resultate einer am Massachusetts Institute of Technology (MIT) von John D. Sterman durchgeführten Simulation. Jede der Spalten steht für eine Kette; die oberen Diagramme stellen die Entwicklung der Bestellungen, die

unteren die der effektiven Lagerbestände dar. Jeweils der erste Graph zeigt die Aufzeichnungen der factory (F), der zweite die des distributors (D), gefolgt von jenen des wholesalers (W) und des retailers (R). Von den Kosten her lässt sich sagen, dass diese nach Abbruch des Spiels in Runde 36 durchschnittlich bei \$2.000 liegen, es aber nicht unüblich ist, wenn sie \$10.000 übersteigen. (Die optimale Leistung würde bei \$200 liegen).

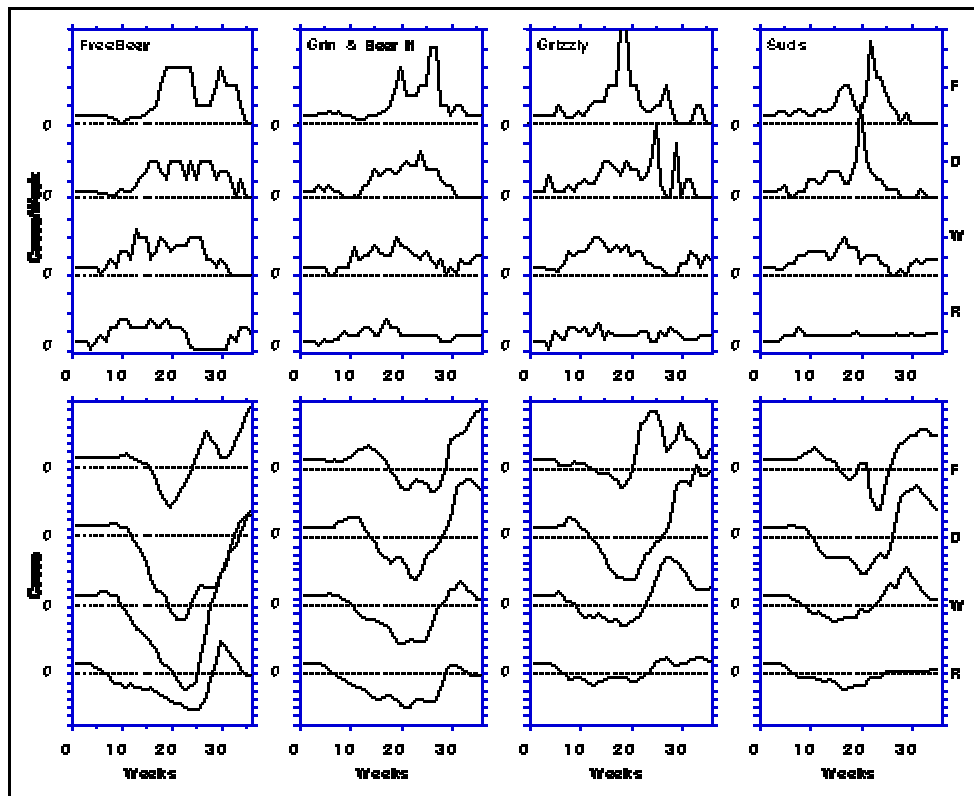


Abb.8: Ergebnisse von Beergame-Simulationen am MIT / John D. Sterman

Die Kurven veranschaulichen die unter 5.2.1 beschriebene Entwicklung des Spielgeschehens: Nacheinander sammeln sich bei den einzelnen Stufen Fehlmengen an, eine nach der anderen Station erhöht die Bestellungen und reduziert sie dann wieder, wenn die Lager plötzlich explodieren. Die Entwicklung beginnt beim Einzelhändler und pflanzt sich die Supply Chain hinauf bis zur Fabrik fort, macht dann kehrt und rast die Kette wieder runter.

Es genügt ein Blick, um festzustellen, dass sich die Graphen ähneln. Man findet in jeder Kette dieselben, typischen Verhaltensmuster, die Sterman wie folgt benennt:

- **Schwingung (Oszillation):** Bestellmengen und Lagerbestände fluktuieren, es ergibt sich eine Schwingungskurve mit einer Periode (Schwingungsdauer) von etwa 20 Wochen.
- **Verstärkung:** Die Amplitude und die Varianz in den Bestellungen erhöht sich stetig vom Kunden zum Einzelhändler zur Fabrik, ein Phänomen bekannt als der Bullwhip-Effekt. Die Höchstbestellung (bzw. Produktion) der Fabrik ist im Durchschnitt doppelt so hoch wie die Spitzenbestellung des Einzelhändlers.
- **Phasenverschiebung:** Bewegt man sich vom Einzelhändler zur Fabrik, tendieren die Bestellungen dazu, ihren Höchstwert immer später zu erreichen.

Abbildung 9 zeigt Resultate von anderen Beer-Game-Simulationen, wieder mit ähnlichen Mustern in den ersten beiden Spalten, die zwei am MIT durchgeführte Beer-Game-Ketten wiedergeben.

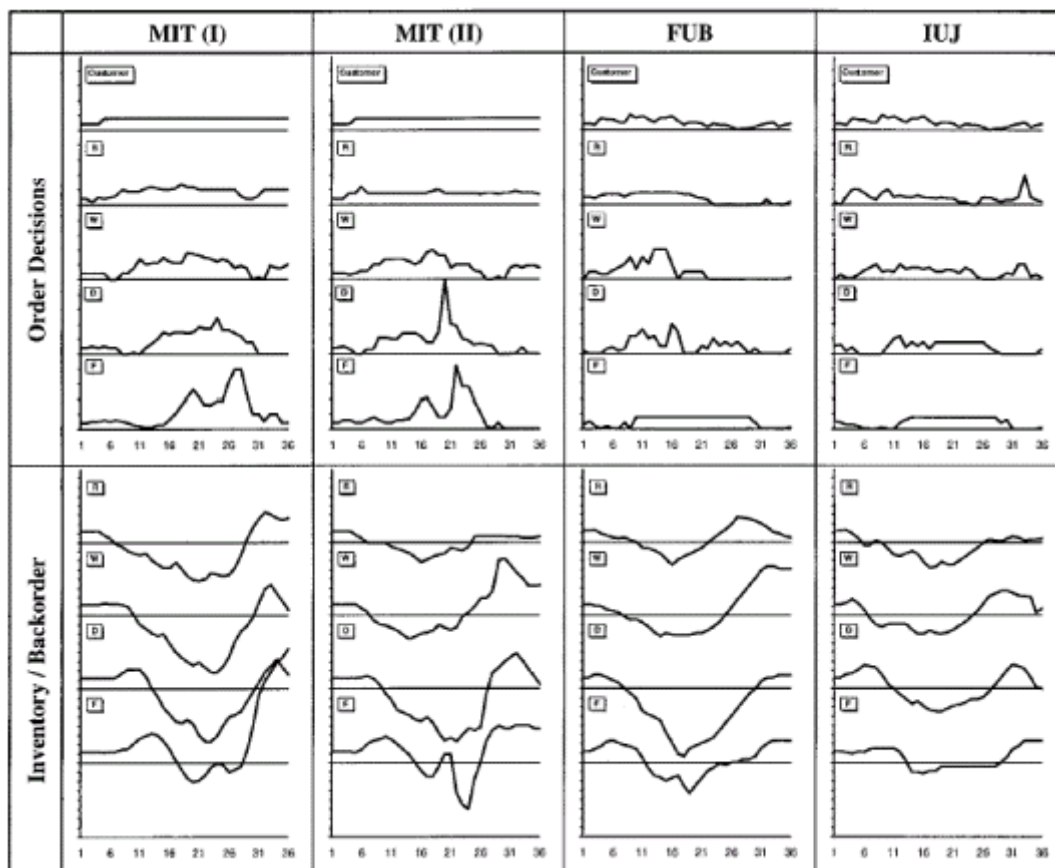


Abb.9: Weitere Ergebnisse (MIT, Freie Universität Berlin, Internat. University of Japan)

Es soll an dieser Stelle darauf hingewiesen werden, dass die Effekte auch unter verschiedenen Formen der Konsumentennachfrage auftreten und die Leistung sogar

bei vollkommener Information im System nicht signifikant besser wird. Während die ersten beiden Ketten - Simulationen durchgeführt am MIT - den „traditionellen“ Regeln (einmalige Veränderung der Konsumentenachfrage + keine Information über Bestellungen der anderen Stationen) unterliegen, hatten die Spieler in Kette 3 (Freie Universität Berlin - FUB) und 4 (International University of Japan - IUJ) vollkommene Systeminformation. Die Konsumentennachfrage war darüber hinaus nicht konstant, sondern unterlag einer geringfügigen Variabilität (siehe erste Zeile) Trotz dieser Veränderungen im Aufbau der Simulation zeigen sich - wenn auch abgeschwächt - wieder die Muster der Schwingung, Verstärkung und Phasenverschiebung. Ein Hinweis darauf, dass ein optimales Management der Supply Chain mehr verlangt, als nur das Vorhandensein globaler Information auf allen Stufen.

5.2.3 Exkurs: Ursachen und Auswege

Die Komplexität, die bereits in dieser simplen Supply Chain vorliegt, die Ungewissheit über die Marktnachfrage und der Zeitdruck, unter dem die Stationen ihre Entscheidungen treffen müssen, macht die Erzielung optimaler Ergebnisse kompliziert. Die Spieler treffen ihre Bestell- und Produktionsentscheidungen lokal und das unter verzerrten Wahrnehmungen und mangelnden Informationen. Es ist nicht verwunderlich, dass sie in dieser Umgebung versagen, die Auswirkungen ihrer Entscheidungen auf das System vorauszusagen.

Während des Beer-Games gehen die Emotionen oft hoch. Spieler fühlen sich frustriert und hilflos und neigen dazu, externen Faktoren, andern Stufen oder dem Konsumenten die Schuld für ihre schlecht Performance zuzuschieben. Letzterer ist als Sündenbock besonders beliebt: Erst bestellt er soviel und dann wenn ich endlich liefern kann, hat er es sich anders überlegt. Die meisten Spieler sind überrascht, wenn sie erfahren, dass die Konsumentennachfrage mit Ausnahme einer einmaligen Erhöhung während des Spieles konstant war.

Gewöhnlich fällt es den Spielern extrem schwer, sich die Auswirkungen ihres Handelns auf das ganze System vorzustellen. Es ist kompliziert, sich die Wechselbeziehungen, Zeitverzögerungen und Rückkoppelungen im System zu überlegen und

man neigt dazu, ein relativ einfaches Bestellschema zu verwenden. So ist es eine natürliche Reaktion, bei Fehlmengen wie wild zu bestellen, obwohl in der Lieferkette genug Bier vorhanden ist. Besonders wenn wir unter Druck stehen, vergessen wir, dass wir Teil eines Systems sind und konzentrieren uns stattdessen vollkommen auf unsere Rolle in diesem. Wenn uns dann die langfristigen Folgen unserer kurzfristigen Entscheidungen ereilen, beschuldigen wir unsere Kunden für ihre absurden Bestellungen und unsere Lieferanten für ihre Langsamkeit.

Zu verstehen, wie sich durch scheinbar rationales Handeln ein Ergebnis ergibt, das keiner wollte, ist einer der wichtigen Erkenntnisse aus der Beer-Game-Simulation. Die geistigen Modelle, die Menschen dazu verwenden, um komplexe dynamische Systeme zu steuern, beschränken sich auf den Glauben, dass sie im Grunde nur ein Spielball im System sind. Das Beer-Game zeigt: nicht externe Faktoren, sondern die interne Struktur und die eigenen Entscheidungen bestimmen das Systemverhalten, oder kurz gesagt: „structure creates behavior“. Sich auf externe Effekte hinauszureden verhindert, dass wir lernen und beginnen, Systeme unseren Erfordernissen anzupassen. Der Ausweg aus dem Dilemma heißt also: Wir müssen beginnen „systemisch zu denken“.

6 Evaluation Traditionelles Design

Damit die Beer-Game-Simulation tatsächlich spielbar wird, bedarf es neben der unter 5.1 erwähnten Regeln auch eines (technischen) Designs zur Durchführung. Die Wichtigkeit eines ausgereiften Designs ist evident; soll es doch dazu beitragen, dass die Simulationen einerseits reibungslos abläuft und es andererseits auch gewährleistet ist, dass die gewünschten Effekte (etwa hinsichtlich Bestellverhalten) möglichst deutlich auftreten. Jenes Muster, nach dem das Beer-Game (ungeachtet kleinerer, lokaler Modifikationen) heute weltweit durchgeführt wird, soll im Folgenden als „traditionelles Design“ bezeichnet werden.

Bestandteile dieses „traditionellen Designs“ sind ein Spielplan, Aufzeichnungslisten für Lagerstand und Bestellentscheidungen sowie Instruktionen für die Teilnehmer. Neben allgemeinen Regeln zum Verhalten während der Simulation (z.B. „Kommunikationsverbot“), sind die (sich in jeder Runde wiederholenden) Spielschritte von besonderer Bedeutung – schließlich sind die Teilnehmer während des Beer-Games hauptsächlich mit der „Abarbeitung“ dieser Schritte beschäftigt.

6.1 Der Spielplan

Der Spielplan in Abbildung 10 stellt im Wesentlichen den Entwurf dar, mit dem die Beer-Game-Simulation heute weltweit durchgeführt wird. Darauf finden sich grob gesprochen vier Arten von Felder: Lager, Liefer- bzw. Produktionsverzögerung sowie Postein- und Postausgangsfeld.

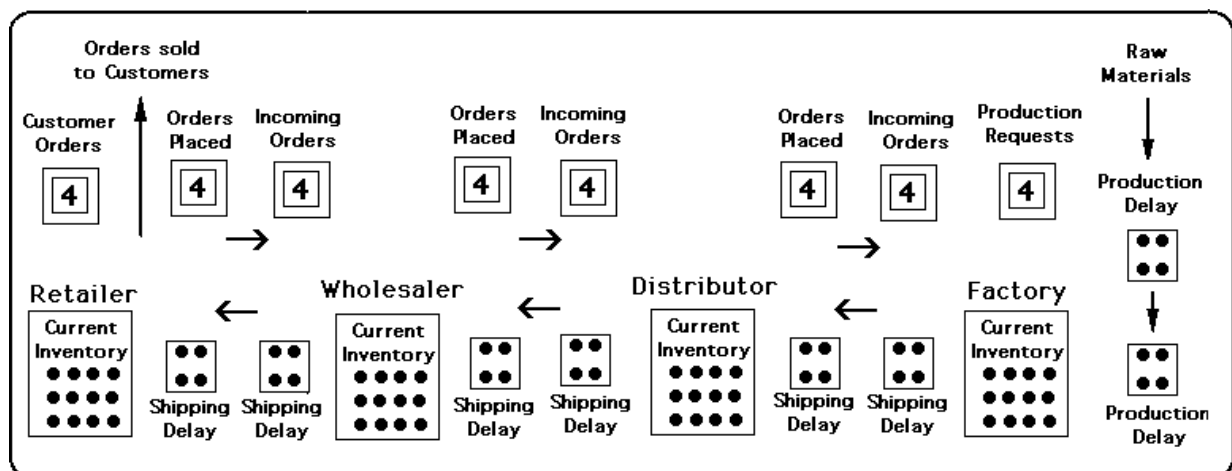


Abb.10: Klassisches Design des Beer-Game-Spielplans

Jede der vier Stufen der Kette (Brauerei, Distributor, Groß- und Einzelhändler) besitzt ein Lager. Dieses Lagerfeld bestimmt nebenbei auch die (Sitz-)Position der Teilnehmer. Auf diesem Feld befinden sich – in Form von Münzen oder Spielsteinen – die eingelagerten Einheiten an Bier. Eintreffende Lieferungen (Münzen) werden in das Lager verschoben; ausgehende Lieferungen dem Lager entnommen.

Den „Magazinen“ der einzelnen Stationen vorgelagert sind jeweils zwei Verzögerungsfelder: Transport bzw. Produktion von Bier benötigt Zeit ... im Fall des Beer-Games sind es zwei Wochen.

Während Bierlieferungen in Form von Münzen „downstream“ bewegt werden, gelangen Bestellungen von Bier auf Zetteln notiert „upstream“. Diese Zettel sollen mit der Rückseite nach oben abgelegt werden, damit die Bestellungen nicht von Leuten aus der Nachbargruppe eingesehen werden können. Eigene Bestellungen werden im Postausgangsfeld abgelegt (*orders placed*), Bestellungen der Kunden dem Posteingang (*incoming orders*) entnommen. Die Brauerei legt ihre Produktionsentscheidungen auf dem Feld *production requests* ab. Am Übergang zwischen diesem und dem oberen Produktionsverzögerungsfeld „verwandeln“ sich dann die papierernen Bestellungen in Münzen (Biereinheiten).

Die einzelnen Felder sind so angeordnet, dass sie dem durchgehenden (Informations- und Waren-)Fluss innerhalb der Logistikkette entsprechen. Der Spielplan wird über mehrere Tische ausgebreitet; ist aber auf zwei Personen-Teams ausgerichtet.



Abb.11: Traditioneller Spielplan

6.2 Vorbereitungen

Jede Stufe beginnt mit einem Lagerbestand von 12 Einheiten; 4 Einheiten Bier stehen im linken *shipping delay*-Feld bereit und die offenen Bestellungen jeder Stufe betragen ebenfalls 4 Einheiten. Darüber hinaus liegt in den Feldern *incoming orders* ein Bestellzettel über eine Menge von wiederum 4 Einheiten Bier. Bei der Brauerei liegen 4 Münzen in der unteren Produktionsstufe und 4 Einheiten warten darauf, in Münzen umgewandelt zu werden.

Schließlich erhält jede Stufe zwei Diagramme zur Aufzeichnung der Entwicklung ihres Lagerbestandes und ihrer Bestellungen. (Zum Notieren von offenen Bestellungen wird noch ein DIN A4-Zettel benötigt.)

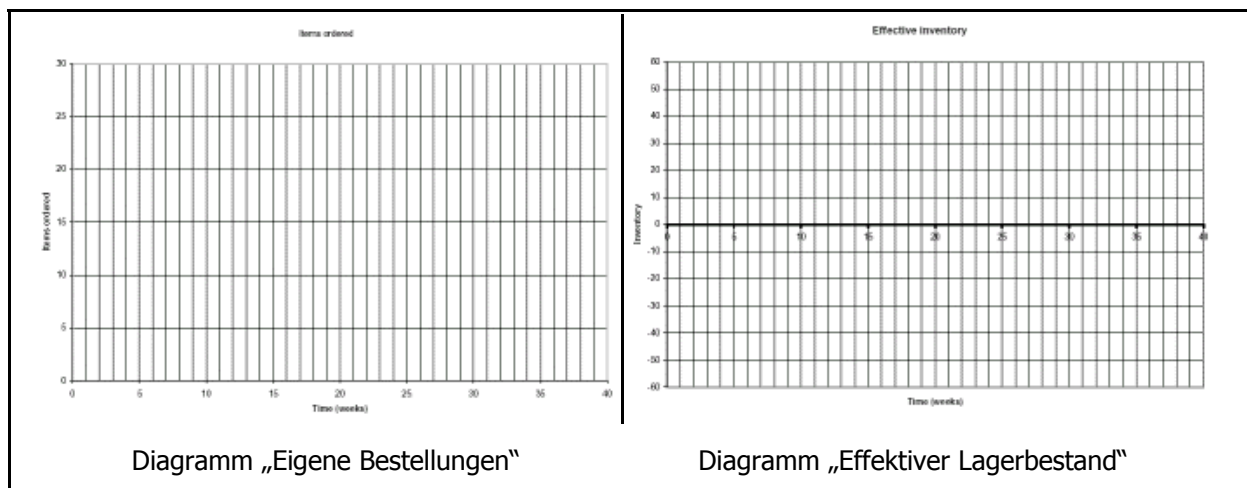


Abb.12: Aufzeichnungslisten

6.3 Spielschritte

Das Spiel läuft in Runden ab, wobei eine Runde einen Zeitraum von einer Woche darstellt. In jeder Runde haben die Spieler der einzelnen Stufen dieselben Schritte zu absolvieren. Sind sie damit fertig, beginnt die nächste Runde (Woche). Es ist wichtig, dass alle Spieler sich in der gleichen Runde befinden und in jeder Runde die Schritte in der angegebenen Reihenfolge durchgeführt werden. Die einzelnen Spielschritte sehen wie folgt aus:

1. **Fill Orders:** Die offenen Bestellungen werden erfüllt. Aus dem Lager (*current inventory*) wird die entsprechende Menge an Münzen entnommen und auf das

(erste) Feld links des Lagers (*shipping delay*) gelegt. Wurden dadurch alle offenen Lieferungen erfüllt, so wird der Zettel, auf dem die Rückstände notiert sind, weggeworfen. Ansonsten werden die gelieferten Einheiten abgezogen und der neue Bestand an offenen Bestellungen notiert. Die Brauerei nimmt in diesem Schritt den auf dem Feld *production request* liegenden Zettel weg und platziert die darauf notierte Menge in Form von Münzen im oberen Feld der Produktion (*production delay*)

- 2. Record Effective Inventory:** Der „tatsächliche“ Lagerbestand wird aus der Menge an Münzen im *current inventory* und den Lieferrückständen ermittelt und im entsprechenden Diagramm eingetragen.
- 3. Advance Shipment:** Die Münzen im linken der beiden *shipping-delay*-Felder werden nach links - also ins Lager - bewegt. Bei der Brauerei wandern die Münzen aus dem unteren Produktionsfeld ins Lager.
- 4. Advance Shipping Delay:** Die Münzen im rechten *shipping-delay*-Feld werden ins linke bewegt; jene aus der oberen Produktionsstufe in die untere.
- 5. Make Order:** Die Bestellentscheidung wird getroffen und auf einem Zettel notiert, der auf dem Feld *orders placed* (bzw. *production request*) abgelegt wird.
- 6. Record Order:** Die eigene Bestellung wird nun in dem zugehörigen Diagramm eingetragen.
- 7. Receive Order:** Der Zettel auf dem Feld *incoming orders* wird aufgenommen und die drauf notierte Menge zu den offenen Bestellungen hinzugefügt.
- 8. Advance Order Slip:** Zu guter letzt wird der Bestellzettel vom linken in das rechte Feld bewegt, also von *orders placed* auf *incoming orders*. Damit ist die Runde komplett.

6.4 Schwächen des traditionellen Designs

Das Beer-Game wurde ursprünglich als eine Art Brettspiel mit einem Spielplan von ungefähr 2,5m x 0,75m entwickelt. Dieses Design wird heute noch von der System Dynamics Society vertrieben (<http://www.albany.edu/cpr/sds/Beer.htm>) Mit diesem Spielplan kann im wesentlichen eine Kette vom Hersteller bis zum Einzelhändler

simuliert werden. Die wesentlichen Problempunkte und Fehlerquellen beim klassischen Design sind:

- 1) Die Protokollierung der Lagerstände bzw. offenen Bestellungen erfolgt durch die Spieler selbst. Die Spieler müssen über den gesamten Spielverlauf eine Lagerliste korrekt fortführen.
- 2) Lagerstand und offene Bestellungen werden bei allen Gliedern der Distributionskette derart protokolliert, dass offene Lieferungen als negative Lagerbestände ausgewiesen werden. Dies bereitet in der Praxis oft gedankliche Schwierigkeiten.
- 3) Das schwerwiegendste Problem ist, dass alle Teilgruppen einer Kette zum selben Zeitpunkt in die nächste Runde wechseln müssen, um Asynchronizitäten zu vermeiden, dass etwa die Brauerei bereits die Aktionen von Woche 12 durchführt, während der Einzelhändler gleichzeitig die Aktionen von Woche 11 durchführt. Der Hintergrund dieses Problems liegt darin, dass einerseits die Teilteams jeder Kette unabhängig von einander agieren und nicht direkt mit einander kommunizieren sollen und trotzdem zeitlich exakt synchron von einer Runde in die nächste wechseln müssen.

Im klassischen Design wurde versucht, Problem 1) durch eine entsprechende Einschulung der Spieler zu begegnen. In der Praxis kommt es jedoch immer wieder vor, dass beim Führen der Listen Fehler gemacht werden, die dann von der Spielleitung (meist unter einigem Zeitaufwand) identifiziert und korrigiert werden müssen – sofern man überhaupt rechtzeitig bemerkt, dass „etwas nicht stimmt“.

Da negativer Lagerbestände (Problem 2) erfahrungsgemäß immer wieder Schwierigkeiten machen, wird beim klassischen Design üblicherweise das Spiel unterbrochen, sobald irgendwo erstmals Fehlbestände auftreten, um dann den Sonderfall „negatives Lager“ nochmals ausführlich zu erläutern.

Dem Problem 3 der Synchronizität jeder Kette wird in der Praxis des klassischen Designs durch einen „Ansager“ begegnet, der verkündet, dass nun die nächste Runde beginnt. Oft wird dies durch eine optische Anzeige der Rundenummer

unterstützt. Allerdings garantiert dies nicht, dass damit tatsächlich alle Teilgruppen einer Kette zur selben Zeit die Runde wechseln. Die Ansager-Methode hat darüber hinaus auch den Nachteil, dass sie bei mehreren Ketten dazu führt, dass sich der Ansager an der langsamsten Kette zu orientieren hat.

Insgesamt machen die angeführten Probleme das Beergame im klassischen Design vor allem recht zeitaufwändig. Größere Unterbrechungen, wenn ein Teilteam einer Kette außer Tritt geraten ist, kommen öfters vor. Im schlimmsten Fall sind dabei die auftretenden Fehler nicht mehr reparabel, etwa wenn vergessen wurde, bestellte Lieferungen durchzuführen. Da eine zeitverzögerte Nachlieferung in der Logik der Spieldynamik etwas ganz anderes ist als eine fristgerechte Lieferung, müsste man das gesamte Spiel auf die Runde vor dem Fehler zurückdrehen, was aber in der Regel den emotionalen Fluss des Spieles völlig zerstören würde und de facto nicht in Frage kommt. Möglich ist dann nur ein „Neuaufsetzen“ ab der Runde, wo der Fehler bemerkt wurde.

In der Praxis zeigt sich auch, dass längere Unterbrechungen wegen Problemen in einer Teilgruppe nur bei sozial sehr wohlwollenden Teilnehmerfeldern unproblematisch sind. Andernfalls kann es vorkommen, dass Teilnehmer ungeduldig werden, wenn „nix weitergeht“ – und wenn gar ein ganzes Teilteam den Tisch verlässt, dann ist damit die ganze Kette zusammengebrochen.

7 Klagenfurter Design

Das „Klagenfurter Design“ des Beer-Games wurde entwickelt, um die unter Punkt 6.4 beschriebenen Schwächen so weit wie möglich auszuschalten. Es wurde der Versuch unternommen, gewissermaßen ein optimiertes Design für die Simulation herzustellen, das es ermöglicht, das Beer-Game

- mit Laien (Personen ohne jegliches wirtschaftliches Vorwissen)
- mit minimalem Fehlerrisiko (den technischen Ablauf der Simulation betreffend) und
- in einer kürzeren Zeit (maximal zwei statt ca. vier Stunden für ca. 30-40 Runden)

durchzuführen. Beim bisher üblichen Design ist das Beer-Game samt ausführlichem De-Briefing nach dem Spiel ein Ganztages-Event. Ziel der Optimierung sollte sein, die Gesamtdauer ohne Verlust an Qualität auf einen Halbtage zu reduzieren.

7.1 Der Spielplan

Die Optimierung setzt an mehreren Punkten an. Der Spielplan, der im traditionellen Design auf einem einzigen großen Plakat aufgezeichnet wird, wurde in mehrere kleinere Pläne aufgeteilt. Die Simulation ist nun auf mehrere Tische verteilt, wodurch es einerseits möglich wird, dass nicht nur Zweierteams, sondern auch Kleingruppen bis zu 10 Personen die Rolle der Brauerei, des Distributors, des Groß- oder des Einzelhändlers übernehmen. Andererseits wird durch diese (räumliche) Aufteilung auch besser gewährleistet, dass zwischen den einzelnen Logistikstufen keinerlei Kommunikation stattfindet.

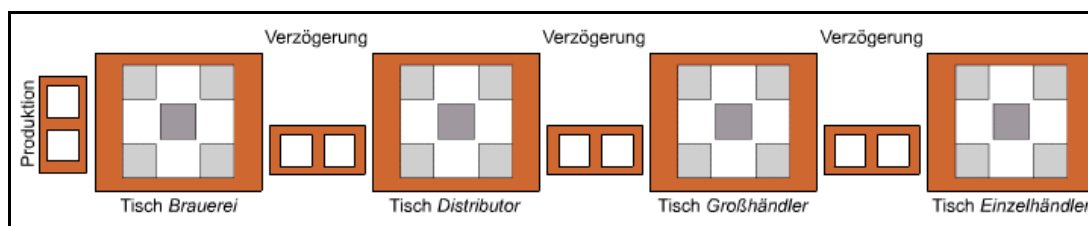


Abb.13: Aufbau nach „Klagenfurter Design“

Der eigentliche Spielplan, den die Teilnehmer auf ihren Tischen vorfinden, besteht aus 5 Feldern: „Post Eingang“, „Post Ausgang“, „Lager Eingang“, „Lager Ausgang“ und in der Mitte das Feld „Lager“. In jeder Runde haben die Spieler die einzelnen Felder nach einem denkbar einfachen 4-Schritte-Schema zu bearbeiten. Der Spielplan beschreibt bzw. impliziert die zu setzenden Schritte zudem durch seinen Aufbau.

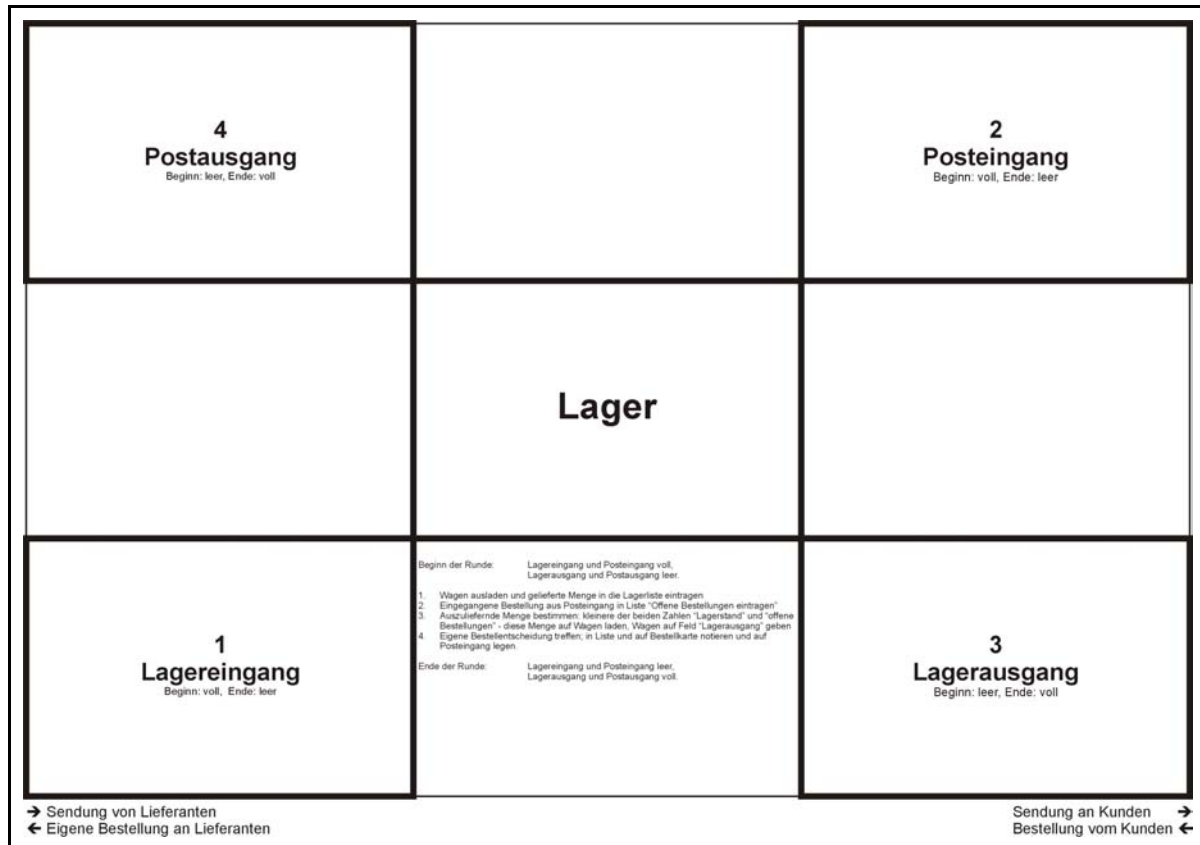


Abb.14: Spielplan

Die Felder für Verzögerungen im Transport und in der Produktion wurden aus dem eigentlichen Spielplan herausgenommen und finden sich nun auf eigenen Plänen auf Tischen zwischen den einzelnen Stationen der Kette.

7.2 Vorbereitungen

Während der Simulation wird Bier in Form von symbolischen Einheiten (etwa Papierstreifen mit dem Aufdruck *1, 5 oder 10 Einheiten*) in Wägen (Streichholzschachteln) durch die Kette transportiert. In entgegengesetzter Richtung wandern Bestellzettel verpackt in Kuverts vom Endkunden bis zur Brauerei. Zudem unterliegen die Teilnehmer auch einer „Buchführungspflicht“: Eine Bestell- und Lagerliste muss von jeder der vier Stationen in der Kette geführt werden.

akt.Wo. Lagerliste Distributor								Offene Bestellungen - Distributor								Schritt(4)	
1		Schritt (1)			Schritt(3)			Schritt(2)				Schritt(3)				eigene Bestellung	
Woche	Lager Beginn	plus	Lager-zugang	minus	Lager-Ausgang	=	Lager Ende	Woche	offene Best. Beginn	plus	neue Bestellung	minus	Lager-ausgang	=	off. Bestell. Ende		
1	0	+W07	8	-W07	4	=	4	1	0	+K14	4	-W07	4	=	0	in: K14	12
2		+W08		-W08		=		2		+K15		-W08		=		in: K15	
3		+W09		-W09		=		3		+K16		-W09		=		in: K16	
4		+W10		-W10		=		4		+K17		-W10		=		in: K17	
5		+W11		-W11		=		5		+K18		-W11		=		in: K18	
6		+W12		-W12		=		6		+K19		-W12		=		in: K19	

Abb.15: Lager- und Bestelliste (Distributor)

Die Lager- und Bestelliste macht es den Spielern leichter, den Überblick über ihre jeweilige „wirtschaftliche“ Situation zu behalten. Ein Blick genügt, um festzustellen, ob man mit seinen Lieferungen im Verzug ist oder das Lager überquillt. Zum Führen der Listen genügen die vier Grundrechnungsarten. Der Aufbau der Liste impliziert zudem die durchzuführenden „Berechnungen“ (Lagerstand plus Zugänge minus Abgänge ergibt neuen Lagerstand). Dadurch wird die Zeit für spieltechnische Überlegungen auf ein Mindestmass reduziert und die Aufmerksamkeit der Spieler auf die Bestellentscheidung gelenkt. Zudem wird das Phänomen negativer Lagerbestände vermieden: Am Ende jeder Periode sind entweder der Lagerbestand oder die offenen Bestellungen null.

7.3 Spielschritte

Zu Beginn jeder Runde steht auf dem Feld *Lagereingang* ein Wagen (eine Streichholzschachtel) – beladen mit einer Lieferung Bier – und ein Kuvert mit einer Bestellung der jeweiligen Kunden liegt auf dem Feld *Posteingang*. Die beiden *Ausgangs*-Felder sind leer. Diese Startsituation ist für alle vier Stationen (Brauerei, Distributor, Großhändler, Einzelhändler) gleich. Auf den Verzögerungsfelder warten zudem Bierlieferungen auf den Weitertransport.

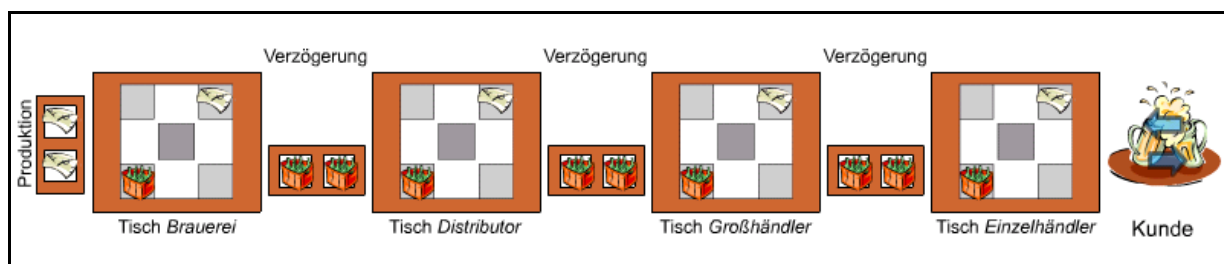


Abb.16: Ausgangslage zu Beginn einer Runde

Die Spieler haben nun 4 Schritte zu absolvieren:

- 1. Schritt:** Der Wagen am Feld *Lagereingang* wird „entladen“. Die erhaltenen Bier-Einheiten wandern ins Lager und werden in der Lagerliste festgehalten (Spalte „Lagerzugang“).
- 2. Schritt:** Das Kuvert am Feld *Posteingang* wird geöffnet und die darin enthaltene Bestellung in der Bestellsliste notiert (Spalte „neue Bestellung“).
- 3. Schritt:** Durch den Vergleich der beiden Zahlen *offene Bestellungen* und *Lagerstand* wird die zu liefernde Menge festgestellt. Man wählt stets die kleinere der beiden Zahlen. Die entsprechenden Bier-Einheiten werden dann dem Lager entnommen, und im Wagen am Feld *Warenausgang* abgelegt. Die Menge wird dann sowohl in der Bestell- als auch in der Lagerliste festgehalten (Spalte Lagerausgang). Daraus ergeben sich dann die neuen Werte für Lagerstand und offene Bestellungen.
- 4. Schritt:** Als letzter Schritt muss noch die eigene Bestellung festgelegt werden. Die Bestellentscheidung wird auf dem Bestellzettel notiert, ins Kuvert gesteckt und am Feld Postausgang abgelegt. Zudem wird die Zahl in der Liste festgehalten.

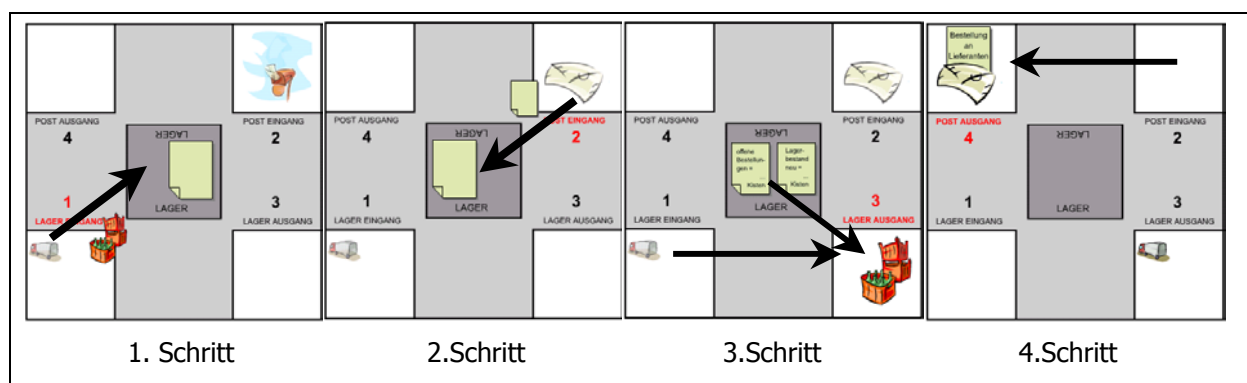


Abb.17: Spielschritte

Am Ende der Runde liegt ein Kuvert mit der eigenen Bestellung auf dem Feld *Postausgang* und ein Wagen beladen mit der eigenen Bierlieferung steht auf dem Feld *Lagerausgang*. *Lagereingang* und *Posteingang* sind leer. Damit ist für die Spieler die jeweilige Runde beendet.

7.4 Übergang zwischen den Runden

7.4.1 Der Briefträger

Bei der Entwicklung des „Klagenfurter Designs“ wurde versucht, den Spielern die Kontrolle über den Übergang zur nächsten Runde und damit auch die Möglichkeiten, die gesamte Kette ins Chaos zu stürzen, aus der Hand zu nehmen. Dies wird nun dadurch realisiert, dass die Teilnehmer die Bestellungen und Lieferungen nicht selbständig weiterverschieben dürfen. Haben die Spieler ihr Schema durchgearbeitet, können sie nicht mehr weitermachen und müssen warten, bis der Briefträger/Spediteur einerseits den nächsten Wagen mit Ware vom Lieferanten und andererseits die neueste Bestellung vom Kunden bringt. So ist gewährleistet, dass sich Brauerei, Distributor, Großhändler und Einzelhändler alle in der selben Woche befinden.

Der Briefträger/Spediteur rückt nach dem Ende jeder Runde die (durchnummerierten) Kuverts mit den Bestellungen und die (ebenfalls durchnummerierten) Wägen mit den Bierlieferungen um jeweils eine Position weiter und leitet so die nächste Runde ein. Darüberhinaus notiert er sich die Bestell-Entscheidungen der einzelnen Stufen der Kette und liefert diese beim Buchhalter (eine weitere externe Person) ab.

Die Abbildung zeigt den Weg des Briefträgers: Am „Hinweg“ verschiebt er die Wägen und nimmt die Lieferung an den Kunden aus dem Spiel. Am „Rückweg“ bringt er die Bestellung des Kunden ins Spiel und transportiert die Bestell-Kuverts der einzelnen Stufen weiter.

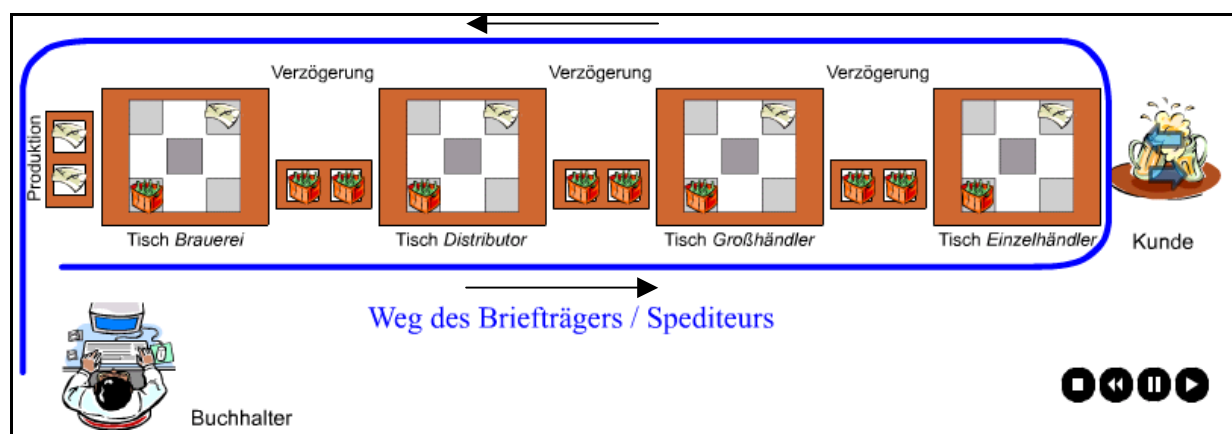


Abb.18: Briefträger (Spediteur) verschiebt Bierlieferung und Bestellungen

7.4.2 Der Buchhalter

Der Buchhalter ist samt Laptop und Drucker das Back-Up-System der Kette. Er trägt die Bestellentscheidungen jeder Runde in ein Excel-Sheet ein, welches automatisch die abhängigen Größen (Lagerbestände, offene Bestellungen) berechnet. Im Notfall kann der Buchhalter so kurzfristig den Verlauf der letzten Runden ausdrucken und Fehler in den Aufzeichnungen der Teilnehmer korrigieren. Weiters verfolgt das Excel-Sheet ständig die Kosten und erspart so mühsame händische Auswertungen am Ende der Simulation.

7.4.3 Der Schreiber

Zu guter Letzt sitzt bei jeder Stufe eine Person am Tisch, die das Beer-Game schon einmal gespielt hat, mit dem Führen der Lager- und Bestellaufzeichnungen vertraut ist und diese auch durchführt. Diese Person greift in die Bestellentscheidungen nicht ein, sondern überwacht nur die korrekte Ausführung der Spielschritte.

7.5 Erfahrungen mit dem Klagenfurt Design

7.5.1 Beer-Game vom 20. März 2002

Das Beer-Game nach „Klagenfurter Design“ wurde zum ersten Mal am 20. März 2002 an der Universität Klagenfurt getestet. Dabei wurden zwei Ketten mit insgesamt etwa 30-35 Spielern parallel betrieben. Bei den teilnehmenden Personen handelte es sich um Studenten aus Klagenfurt und Graz.

Allgemein lässt sich sagen, dass das Schema von den Spielern schnell übernommen wurde. In der Regel zeigte sich, dass die Spieler dann tatsächlich am meisten Zeit mit der Entscheidung über die Bestellmenge verbrachten – was ja der entscheidende Punkt im Spiel ist. Die Zeit für die technischen Abläufe (Führen der Lagerliste, Bereitstellen der Lieferungen) nahm demgegenüber nur einen kleinen Teil der Gesamtzeit ein. Die Spielgeschwindigkeit lag bei etwa 9 Runden pro 30 Minuten - ein mehr als akzeptabler Wert. Das hohe Tempo führte auch dazu, dass die Simulation von den Spielern bis zum Ende hin keineswegs als langweilig empfunden wurde. Andererseits überforderte die Geschwindigkeit schnell die Briefträger, sodass man

pro Kette sehr bald 2 Personen einsetzen musste. Wobei einer die Dokumentation der Bestellentscheidungen übernahm und der andere das Weiterschieben der Wägen und Kuverts.



Abb.19: Beer-Game vom 20.03.2002 / Universität Klagenfurt

Das Back-up System musste während der ganzen Simulation niemals zum Einsatz kommen. Dabei wurde die Listenführung den Spielern selbst überlassen, Schreiber an den Spieltischen kamen noch nicht zum Einsatz.

Ein Punkt, der allerdings der Änderung bedarf, betrifft die Verzögerung zwischen den einzelnen Stationen. Es zeigte sich, dass bei einer (ursprünglich geplanten) Verzögerung von 2 Wochen für Lieferungen und Bestellungen die Simulation sehr schwerfällig reagiert und die Schwankungen (der Lagerbestände) nur langsam entstehen. Bei künftigen Beer-Games wird nun auf die Verzögerung bei den Bestellungen verzichtet. So soll sich die Panik-Reaktion der Kette auf die Fehlmengen schneller bis zur Brauerei durchschlagen und die Periode der Schwankungskurve deutlich verkürzt werden.

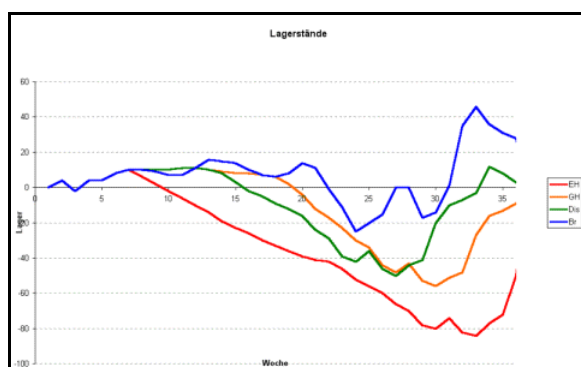


Abb.20: Entwicklung der Lagerbestände / Kette Tür

7.5.2 Beer-Game vom 9. Juni 2002

In einem größeren Umfang wurde das Beer-Game im Rahmen der ScienceWeek am 9. Juni 2002 in der Schleppe Event Halle in Klagenfurt durchgeführt. Es wurden vier Ketten betrieben, mit insgesamt etwa 100 teilnehmenden Personen; darunter Studenten und Schüler, aber auch Selbständige und Manager sowie Vertreter der regionalen Presse. Die Vereinigten Kärntner Brauereien AG, Infineon, Junge Wirtschaft sowie die Universität Klagenfurt, die Österreichische Hochschülerschaft und ScienceWeek Austria unterstützten das Projekt als Sponsoren.

Angesichts dieses Rahmens sah sich das Projektteam natürlich der Herausforderung gegenüber, einen flüssigen Spielablauf zu gewährleisten. Dies wurde zum wesentlichen Erfolgskriterium; größere Verzögerungen oder ein etwaiges Zusammenbrechen der Simulation wäre angesichts dieser Aufmerksamkeit mehr als peinlich gewesen.

Eine größere Abordnung von Studierenden der TU Wien dokumentierte ihre Erfahrungen beim Event (<http://beergame.uni-klu.ac.at/ablauf/frontpage.html>). Hier einige Auszüge:

„In den ersten Runden des Spieles war die Verwirrung bei den Spielteilnehmern noch groß, schnell aber fühlten sich alle mit dem Spielablauf vertraut und man widmete sich nur noch der Frage, wie man den Lagerstand minimieren könnte, um Lagerhaltungskosten zu sparen.“

(Florian Kneidinger)

„Zuerst herrschte leichte Verwirrung, denn die rein theoretische Erklärung schien nicht jeder (meiner Person inklusive) ganz verstanden zu haben. Aber mit Erleichterung habe ich dann festgestellt, dass die ersten 6 Runden des Spieles gemeinsam, mit vorgegebenen Zahlen und mit Verständnis für die Langsameren im Schneckentempo durchgespielt werden. Nach diesen 6 Runden war dann aber alles klar. Simple Addition und Subtraktion werden reichen, um mich hier durchschlagen zu können.“

(Richter Daniel)

Auch wenn die Erklärungen zu Beginn über Intention und Ablauf des Spieles besonders für nicht wirtschaftlich erfahrene Personen oft wenig verständlich sind, so wird die anfängliche Verwirrung und Verunsicherung in den ersten Runden schnell abgebaut. Das simple 4-Schritt-Schema wird – unterstützt durch den Spielplan – von den Teilnehmern rasch übernommen. Nach wenigen Runden treten die technischen Probleme in den Hintergrund und man widmet sich in erster Linie dem Treffen der Bestellentscheidung.

Das auch das „Klagenfurter Design“ letztlich nicht vor Fehlern gefeit ist und dass der Person des Briefträgers die größte Verantwortung zukommt, zeigt das folgende Zitat:

„Zu Beginn des Spieles tauchen in unserer Kette bereits früh Fehler auf. Als Fehlerquellen mache ich einerseits ‚Fehllieferungen der Postboten‘ als auch individuelle Fehler bei den einzelnen Kettenmitgliedern aus. Beispielsweise wurden auch Anweisungen des Beer-Game-Teams entweder nicht verstanden oder bewusst falsch ausgeführt. Bestellungen von unserem Distributor gingen unserer Bestellung vorweg usw... Prof. Ossimitz und einige Kollegen der „System Dynamics Austria Group“ versuchen das ganze System zu stabilisieren und neu aufzubauen.

Interessant zu bemerken war, dass auch verschiedene (selbstgezeichnete) Lagerlisten der Teilnehmer zu Missverständnissen führten, die sich natürlich auf die gesamte Kette auswirkten.“

(Christian Nirtl)

Resümierend lässt sich sagen, dass beim Beer-Game vom 9. Juni 2002 durchwegs ein glatter Spielverlauf erreicht wurde und die Simulation von den Teilnehmern keineswegs als langweilig empfunden wurde. Auch die Spielzeit war mit etwa 2½ Stunden für 36 Runden durchaus akzeptabel. Das einzige Problem lag nicht im Bereich der Spieler, sondern in jenem der Briefträger. Durch eine gründliche Schulung von Briefträgern und Schreibern sind solche Fehler aber auf alle Fälle vermeidbar.

8 Zusammenfassung und Ausblick

Die in 2.1 formulierten Ziele des Projekts „Simulation von Supply-Chain-Management-Systemen“ konnten weitestgehend erreicht werden. Es ist gelungen, ein neues, „Klagenfurter“ Design für das Beer-Game zu entwickeln, das sich unter den scharfen Bedingungen eines öffentlichen Events mit sehr heterogenen Spielerteams (Schüler, Studierende, Manager) und Medienpräsenz bewährte. Das Design wurde derart vereinfacht, dass die Mitspieler fast nichts mehr falsch machen konnten und alle kritischen Teile der Simulation an Mitarbeiter ausgelagert wurden. Eine Schlüsselrolle kam dabei den „Briefträgern“ zu, die für die Synchronizität aller Teams einer Kette sorgten und auch den Fortgang des Spieles derart dokumentierten, dass mit Hilfe eines zusätzlichen „Buchhalters“ der Sieger des Spiels unmittelbar nach der letzten Runde gleich feststeht. Am besten bewährt haben sich dabei Tandems von Briefträgern, damit in diesem heiklen Bereich eine entsprechende laufende Kontrolle erfolgt.

Das Klagenfurter Design ermöglicht es auch, die Spielzeit für 35 Runden auf 2 – 2,5 Stunden zu reduzieren bzw. die Sequenz an aufeinanderfolgenden Runden so weit zu steigern, wie dies der tatsächlichen Entscheidungsgeschwindigkeit der beteiligten Teams entspricht.

Wird das Klagenfurter Design in der Form durchgeführt, dass an jedem Tisch auch noch eingeschulter Schreiber sitzt, so ergibt dies einen recht beträchtlichen Personalaufwand. Beschränkt man sich auf einen Briefträger pro Kette sowie auf einen ergänzenden Buchhalter, so kann man den Personalaufwand bei n Ketten auf $n+1$ Personen reduzieren. Beim Beer-Game-Event wurden ein Buchhalter für zwei Ketten eingesetzt; es sollte jedoch kein Problem sein, dass ein Buchhalter bis zu vier Ketten verwaltet.

Hinsichtlich der Einfachheit des Spielplanes und der Spielschritte für die einzelnen Teams sind zwar gewisse Adaptionen oder Varianten vorstellbar (beispielsweise könnte man die Schritte 2 und 3 in ihrer Reihenfolge vertauschen), aber eine

substanzielle Reduktion der Komplexität auf der Ebene eines Gliedes der Distributionskette ist nicht mehr so ohne weiteres möglich. Sehr wohl verbessert werden könnte die Dokumentationsarbeit an den einzelnen Tischen, indem man etwa statt händischer Listen die relevanten Daten (eingehende Lieferung, eingehende Bestellung, ausgehende Lieferung sowie ausgehende Bestellung) direkt in eine Excel-Tabelle eingetippt werden und die entsprechenden Berechnungen vom Computer übernommen werden.

Werden alle Computer einer Kette mit einander vernetzt, so ließen sich natürlich auch noch die Briefträger einsparen, indem jeglicher Transfer – sei es von Lieferungen oder Bestellungen, virtuell durchgeführt wird. Die Teams würden dann die eingehenden Bestellungen, die eingehenden Lieferungen und sich die daraus ergebenden Lieferausgänge automatisch angezeigt bzw. errechnet erhalten und müssten pro Runde nur mehr eine einzige Zahl festlegen und eingeben: die eigene Bestellung. Damit wäre das Design dann aber den heute schon bestehenden Computerversionen des Beer-Games stark angenähert.

Literaturverzeichnis

Binner, Hartmut F. (2002): Unternehmensübergreifendes Logistikmanagement. Wien: Hanser

Dörner, Dietrich (1989): Die Logik des Mißlingens. Strategisches Denken in komplexen Situationen. Reinbek: Rowohlt.

Forrester, Jay (1961): Industrial Dynamics. Cambridge, Mass: The MIT Press
O'Connor, Joseph / Ian McDermott (1998): Die Lösung lauert überall. Systemisches Denken verstehen und nutzen. Kirchzarten bei Freiburg: VAK Verlags GmbH.

Glasser, Perry (2000): Supply Chain Fatalism: Chips and Beer, URL: <http://www.illuminata.com/public/content/beer/beer3.htm>

Haehling von Lanzanauer, Christoph / Pilz-Glombik, Karsten (2000): A Supply Chain Optimization Model for MIT's Beer Distribution Game, in: ZfB, 70. Jg. (2000), H. 1, S.101-116

Kilger, Christoph (1998): Optimierung der Supply Chain durch Advanced Planning Systems, in: Information Management & Consulting 13 (1998), S. 49-55

Pollitt, David (1998): Supply-chain logistics, in: International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, Vol. 28 No. 3, 1998, pp. 181-200.

Ossimitz, Günther / Franz Schlöglhofer (1991c): Untersuchung vernetzter Systeme (Lehrplankommentar). In: H. Bürger et al. (Hg.), Mathematik AHS Oberstufe Kommentar (pp. 198-211). Wien: Österreichischer Bundesverlag.

Ossimitz, Günther (1996): Projekt "Entwicklung vernetzten Denkens" (Endbericht an die Forschungskommission). Klagenfurt: Universität Klagenfurt.

Ossimitz, Günther (1998): Systemisches Denken und Systemisches Management. In: W. Fischer et al. (Hg.): Systemorientierte Ansätze in Wirtschaft und Gesellschaft (pp. 117-131). Graz: Österreichische Hochschülerschaft.
<http://www.uni-klu.ac.at/~gossimit/pap/sysdenk2.htm>

Ossimitz, Günther (2000): Entwicklung systemischen Denkens. München: Profil Verlag.

Ossimitz, Günther (2001a): Stock-Flow-Thinking and Reading stock-flow-related Graphs: An Empirical Investigation in Dynamic Thinking Abilities. Manuskript, Universität Klagenfurt.
<http://www.uni-klu.ac.at/~gossimit/pap/sfthink.pdf>

Ossimitz, Günther (2001b): Unterscheidung von Bestands_ und Bewegungsmassen: Ergebnisse einer empirischen Untersuchung. In: K. P. Müller (Hg.): Beiträge zum Mathematikunterricht 2001. Hildesheim: Franzbecker.
<http://www.uni-klu.ac.at/~gossimit/pap/ludwigsburg.pdf>

Ossimitz, Günther (2001c): Bestandsgrößen und Flussgrößen. Universität Klagenfurt: Skriptum

Ossimitz, Günther (2001d): The development of Systems Thinking Skills. In: E. Cohors-Fresenborg et al. (Hg.): Developments in Mathematics Education in Germany. Hildesheim: Franzbecker
<http://www.fmd.uni-osnabrueck.de/ebooks/gdm/annual1996.html>

Richardson, George P. (1991): Feedback Thought in Social Science and Systems Theory. Philadelphia: University of Pennsylvania Press.

Richmond, Barry (1991): Systems Thinking: Four Key Questions . Lyme, NH: High Performance Systems Inc.

Richmond, Barry (1993): Systems thinking: critical thinking skills for the 1990s and beyond. System Dynamics Review, 9(2), 113-133.

Richmond, Barry (1994): System Dynamics/Systems Thinking: Let's just Get On With It (Conference Paper). Lyme, NH: High Performance Systems, Inc.
<http://www.hps-inc.com/st/paper.html>

Senge, Peter M. (1990): The fifth discipline: the art and practice of the learning organization (1st Aufl.) . New York: Doubleday.

Servatius, Hans-Gerd (1998): Integration der Wertschöpfung von Unternehmen, Kunden und Zulieferern: Ein Überblick, in: Information Management & Consulting 13 (1998), S. 14-17

Simchi-Levi, D. et al. (2000): Managing the Supply Chain. Boston: Irwin McGraw-Hill

Sterman, John (1984): Instructions for Running the Beer Distribution Game, URL:
<http://www.solonline.org/pratool/beer.html>

Sterman, John (1992): Teaching Takes Off. Flight Simulator for Management Education. The Beer Game, in: OR/MS Today, Oktober 2000, S. 40-44
(<http://web.mit.edu/jsterman/www/SDG/beergame.html>)

Urban, Georg (1998): Anregungen für Logistik-Systeme - aus Sicht eines Nutzfahrzeugherstellers, in: Information Management & Consulting 13 (1998), S. 42-45