

# Zwei Tage Nachhaltigkeit

R. J. Baumgartner

Berichte aus Energie- und Umweltforschung

**26/2010**

## **Impressum:**

Eigentümer, Herausgeber und Medieninhaber:  
Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie  
Radetzkystraße 2, 1030 Wien

Verantwortung und Koordination:  
Abteilung für Energie- und Umwelttechnologien  
Leiter: DI Michael Paula

Liste sowie Downloadmöglichkeit aller Berichte dieser Reihe unter  
<http://www.nachhaltigwirtschaften.at>

# Zwei Tage Nachhaltigkeit

Priv.-Doz. Dr. Rupert J. Baumgartner  
Lehrstuhl Wirtschafts- und Betriebswissenschaften,  
Montanuniversität Leoben

Dr. Johannes Fresner  
Stenum GmbH, Graz

DI Jürgen Jantschgi  
Jantschgi C&R, Wolfsberg

Thomas Winter  
Attractive Software, Graz

Leoben, Dezember 2009

**Ein Projektbericht im Rahmen der Programmlinie**



Impulsprogramm Nachhaltig Wirtschaften

Im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie



## Vorwort

Der vorliegende Bericht dokumentiert die Ergebnisse eines Projekts aus der Programmlinie FABRIK DER ZUKUNFT. Sie wurde im Jahr 2000 vom Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie im Rahmen des Impulsprogramms Nachhaltig Wirtschaften als mehrjährige Forschungs- und Technologieinitiative gestartet. Mit der Programmlinie FABRIK DER ZUKUNFT sollen durch Forschung und Technologieentwicklung innovative Technologiesprünge mit hohem Marktpotential initiiert und realisiert werden.

Dank des überdurchschnittlichen Engagements und der großen Kooperationsbereitschaft der beteiligten Forschungseinrichtungen und Betriebe konnten bereits richtungsweisende und auch international anerkannte Ergebnisse erzielt werden. Die Qualität der erarbeiteten Ergebnisse liegt über den hohen Erwartungen und ist eine gute Grundlage für erfolgreiche Umsetzungsstrategien. Anfragen bezüglich internationaler Kooperationen bestätigen die in FABRIK DER ZUKUNFT verfolgte Strategie.

Ein wichtiges Anliegen des Programms ist es, die Projektergebnisse – seien es Grundlagenarbeiten, Konzepte oder Technologieentwicklungen – erfolgreich umzusetzen und zu verbreiten. Dies soll nach Möglichkeit durch konkrete Demonstrationsprojekte unterstützt werden. Deshalb ist es auch ein spezielles Anliegen die aktuellen Ergebnisse der interessierten Fachöffentlichkeit zugänglich zu machen, was durch die Homepage [www.FABRIKderZukunft.at](http://www.FABRIKderZukunft.at) und die Schriftenreihe gewährleistet wird.

Dipl. Ing. Michael Paula  
Leiter der Abt. Energie- und Umwelttechnologien  
Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie



# Inhaltsverzeichnis

1.	Technisches Glossar .....	5
2.	Kurzfassung .....	7
3.	Executive Summary .....	9
4.	Zwei Tage Nachhaltigkeit – Inhalte und Ergebnisse.....	10
4.1.	Ausgangssituation und Motivation .....	10
4.2.	Zielsetzungen.....	11
4.3.	Zielgruppen.....	12
5.	Das Unternehmensplanspiel „Sustainability Manager“ .....	13
6.	Technische Realisierung des „Sustainability Manager“ .....	24
7.	Konzeption und Umsetzung der Transfermaßnahmen.....	40
8.	Effekte der Transfermaßnahmen .....	42
9.	Schlussfolgerungen.....	44
10.	Technische Evaluierung und technische Potentiale für das Planspiel.....	45
11.	Inhaltliche Weiterentwicklung und weitere Verbreitung .....	49
12.	Detailangaben in Bezug auf die Ziele der Programmlinie .....	50
12.1.	Prinzip der Dienstleistungs-, Service- und Nutzenorientierung .....	50
12.2.	Prinzip der Nutzung erneuerbarer Ressourcen.....	50
12.3.	Effizienzprinzip .....	50
12.4.	Prinzip der Rezyklierungsfähigkeit .....	50
12.5.	Prinzip der Einpassung, Flexibilität, Adaptionfähigkeit und Lernfähigkeit .....	51
12.6.	Prinzip der Fehlertoleranz und Risikovorsorge .....	51
12.7.	Prinzip der Sicherung von Arbeit, Einkommen und Lebensqualität.....	51
13.	Literaturverzeichnis.....	52
14.	Abbildungsverzeichnis.....	55
15.	Tabellenverzeichnis .....	56
16.	Unterschrift .....	57
17.	Anhänge.....	58
17.1.	Anhang Spielanleitung Sustainability Manager (Kurzanleitung für Spielleiter) .....	58
17.2.	Anhang Einladung Seminar Nachhaltigkeitsmanagement Juli 2009 .....	62
17.3.	Anhang zum technischen Teil.....	63
17.4.	Anhang Unterlagen zum Seminar Nachhaltigkeitsmanagement Juli 2009 .....	67



# 1. Technisches Glossar

Asynchronous JavaScript and XML (AJAX)	Eine Gruppe von Webtechnologien, um Webanwendungen interaktiver gestalten zu können.
Browser Game	Spiel, das online im Internet direkt in einem Browser wie bspw. Mozilla Firefox, Apple Safari oder Microsoft Internet Explorer gespielt werden kann.
Business Rule Management System (BRMS)	Regelbasiertes System zur Steuerung von Geschäftsprozessen
JBoss Rules (Drools)	Framework zur Erstellung regelbasierter Expertensysteme
Drools Guvnor	Business Rule Management System (BRMS), welches das professionelle Entwickeln, Verwalten und Testen von Regeln ermöglicht.
Emergenz	Emergente Ordnungen beschreiben Phänomene, die sich nicht aus der isolierte Analyse einzelner Systemkomponenten erklären lassen, sondern Resultat des Zusammenwirkens verschiedener Komponenten sind; Begriff aus der Theorie komplexer Systeme.
Expertensystem	Softwaresysteme, welche hochwertige Lösungen zu fachspezifischen Fragestellungen liefern; Teilbereich der Künstlichen Intelligenz.
Fuzzy Expert System	Expertensystem, welches logisches Schließen auf Basis von mehrwertiger Logik und Unschärfe ermöglicht (Fuzziness).
Game Engine	Hauptbestandteil einer Spielesoftware, welche für die wichtigsten Bereiche verantwortlich ist (bspw. Darstellung, KI, Interaktion)
Granularität	Maß für den Detailierungsgrad des abgebildeten Wissens im Sustainability Manager
GUI	Graphical User Interface; Grafische Benutzeroberfläche, welche der Anwender zur Interaktion mit dem Computer nutzt.
Human Computer Interaction (HCI)	Schnittstelle zwischen Mensch und Maschine, bspw. durch eine Benutzeroberfläche( GUI).
Java Enterprise Edition, Java EE (J2EE, Java EE 5,6)	Industriestandard zur Erstellung von Enterprise Software mit Java
Meta World Facts	Fakten des Unternehmensweltmodells, welche für die zeitliche, räumliche und logische Strukturierung der Welt notwendig sind („Metainformationen über die Welt“).
Planspiel	In Planspielen haben Mitwirkende die Möglichkeit,

(Unternehmensplanspiel)	Verhaltensweisen auszuprobieren und die daraus resultierenden Konsequenzen kennenzulernen. Akteure im Unternehmensplanspiel haben die Möglichkeit, sich mit tatsächlichen Unternehmensstrukturen vertraut zu machen und in einer festgelegten Rolle zu agieren.
Real-World Facts	Fakten des Unternehmensweltmodells im Expertensystem, welche reale Sachverhalte, Individuen und Gegenstände beschreiben.
ReteOO/Leap	Der ReteOO/Leaps-Algorithmus ist eine Erweiterung des Rete-Algorithmus von Charles Forgy, welcher zur Abbildung regelbasierter Systemprozesse dient (bspw. bei der Vorwärtsverkettung in Expertensystemen).
Rule Engine	Kern eines regelbasierten Expertensystems, bestehend zumindest aus Production Memory (Regeln), Working Memory (Fakten) und einer sogenannten Inference Engine (Sie vollzieht den logischen Schluss).
Serious Games	Computer- und Videospiele, welche nicht primär der Unterhaltung dienen, sondern weiterbilden, Schulen und informieren.
WissensingenieurIn	Person, welche Experten interviewt, Wissen formuliert und dazugehörige Regeln erstellt. Begriff aus dem Gebiet der Expertensysteme.

## 2. Kurzfassung

Ziel dieses Verbreitungsansatzes von 2T (zwei Tage Nachhaltigkeit) war es, mit einem im Rahmen des Projektes entwickelten Planspiel ein zweitägiges Seminar zu gestalten und anzubieten, in dem gemeinsam mit (angehenden) Führungskräften die wesentlichen Elemente einer Strategie zur nachhaltigen Unternehmensführung erarbeitet werden sowie praxistaugliche Managementinstrumente vorgestellt und geübt werden. Gemeinsam können im Anschluss in kleinen Gruppen mit dem Planspiel "Sustainability Manager" praktische Erfahrungen mit nachhaltiger Unternehmensführung gesammelt werden sowie das Gelernte gemeinsam ausgewertet werden.

Zur Vorbereitung des Planspiels werden die wesentlichen Grundlagen und Managementinstrumente einer nachhaltigen Unternehmensführung im Seminar erarbeitet und diskutiert.

Das Planspiel wird auf Basis von Webtechnologien unter Verwendung von „soft computing“-Ansätzen ausgeführt. Ausgehend von Strategieüberlegungen, von Stoff-, Energie- und Kostenflüssen und der Organisation eines Modellbetriebs werden der bzw. die Entscheidungsträger (Führungskräfte) angeregt, Entscheidungen, die vor dem Hintergrund eines Marktmodells und eines Modells des Verhaltens der Mitarbeiter und der Anrainer zu treffen sind, bezüglich einer nachhaltigen Wirtschaftsweise zu überprüfen und die jeweiligen Auswirkungen zu überdenken.

Das Planspiel ist vergleichbar mit der selbständigen Bearbeitung einer Fallstudie, in der ausgehend von der realitätsnahen Beschreibung eines Unternehmens vom Spieler alle unternehmerischen Entscheidungen über Strategie, ökoeffiziente Prozessführung, Rohstoffauswahl, Arbeitsorganisation, Produkte und Preise getroffen werden müssen. Die Methode „Planspiel“ zielt auf Schlüsselqualifikationen wie Selbstständigkeit, Verantwortung, Teamfähigkeit, Kommunikation, Kreativität, Flexibilität. Dabei wird inhaltliches und strategisches Lernen angesprochen. Die Teilnehmer lernen in Alternativen zu denken. Darüber hinaus wird bereichsübergreifendes Denken und Handeln gefördert. Es wird verdeutlicht, welche möglichen Folgen hinter selbst getroffenen Entscheidungen stecken können. Dadurch wird im besonderen Maße der Umgang mit komplexen Entscheidungssituationen trainiert. Insgesamt werden die Teilnehmer dazu angehalten, auch in schwierigen Situationen „den Überblick zu behalten“. Nicht zuletzt dadurch birgt die Methode ein großes Motivationspotenzial in sich. Die Teilnehmer werden dazu veranlasst, fremde Rollen einzunehmen und sich in deren Positionen hineinzuarbeiten.

Ziel ist es, das Unternehmen möglichst nachhaltig zu führen. Das Planspiel simuliert die Auswirkungen der Entscheidungen in einer Spielperiode (z. B. Wirtschaftsjahr), berechnet relevante Nachhaltigkeitsindikatoren und spiegelt die Entwicklung des Unternehmens in der Periode in den Dimensionen Wirtschaftlichkeit – Soziale Aspekte – Umweltauswirkungen

wider. Danach muss der Spieler wiederum Entscheidungen für die nächste Periode treffen. Dadurch ist es möglich, im Zeitraffer langfristige Entwicklungen aufgrund längerfristiger nachhaltiger Entscheidungen zu simulieren. So lernt der Spieler Periode für Periode besser die wesentlichen Aspekte einer nachhaltigen Wirtschaftsweise und deren Konsequenzen für das eigene Unternehmen kennen und wird in die Lage versetzt, dann für den eigenen Betrieb nachhaltige Strategien zu entwickeln.

### 3. Executive Summary

Goal of the dissemination project 2T (two days of sustainability) was to develop a management game for a series of seminars

- in which together with managers the important elements of a successful strategy for sustainable management are discussed and demonstrated
- in which practical management tools are presented and worked with to understand the three dimensions of sustainable development
- in which together in small groups practical experience in sustainable management of an experimental company is collected with the management game and
- experiences are reflected and analysed.

The management game is based on a model of an enterprise, using web technology and soft computing approaches. It includes strategic aspects, the organisation of the company, and material, energy and cost aspects. It asks the player to take decisions in front of a market model and a model of the employees and other stakeholders, to check their decisions in relation to a sustainable economy and to analyse the effects of their decisions.

Using this management game can be compared to solving a case study with a realistic background of an enterprise, in which the player has to take all relevant decision regarding strategy, eco-efficient process design, selection of raw materials, and organisation of work, products and prices. The method develops key qualifications like responsibility, team work, communication, creativity and flexibility. Factual as well as strategic learning is addressed. The participants are trained to think in sustainable alternatives. Systemic approaches are fostered. The consequences of the decisions taken are demonstrated. Structured approaches to complex situations are trained. The participants learn to keep cool in difficult situations. This brings along a high potential to motivate the participants to take different roles and to take different jobs.

The goal is to run the enterprise in the best sustainable way. The enterprise model of this game simulates the effects of the decisions in one game period (e. g. a business year), calculates sustainability indicators and mirrors the development of the company in the dimension economy, ecology and social aspects. After taking this feedback the player has to take decisions for the next period. So in fast motion the long term effects of sustainable management are demonstrated. So period after period the player learns to understand the essential aspects of sustainable management and is enabled to develop strategies for his or her (future) company.

## 4. Zwei Tage Nachhaltigkeit – Inhalte und Ergebnisse

### 4.1. *Ausgangssituation und Motivation*

Nachhaltigkeit für Unternehmen und (angehende) Führungskräfte zu vermitteln, stellt die grundlegende Motivation für dieses Projekt dar. Es steht außer Streit, dass eine nachhaltige Entwicklung für die Gesellschaft immer wichtiger wird und dass daher alle gesellschaftlichen Akteure, d.h. auch Unternehmen und die Wirtschaft insgesamt, dazu einen Beitrag leisten sollten. Allerdings können Unternehmen durch eine sinnvolle Nachhaltigkeitsorientierung auch ihre wirtschaftliche Entwicklung positiv beeinflussen, womit hier eine Win-Win-Situation gegeben ist.

Von dieser Ausgangslage ausgehend bestand das Ziel dieses Projektes darin, ein Unternehmensplanspiel zu entwickeln und anschließend im Rahmen von Seminaren einzusetzen, an Hand dessen (angehende) Führungskräfte die grundlegenden Prinzipien nachhaltiger Unternehmensführung erlernen und anwenden zu können. Inhalt des Projekts war die Modellierung eines Unternehmens in einem Planspiel, um die Herausforderungen und Konsequenzen von Handlungen auf die Dimensionen der Nachhaltigkeit aufzeigen und darstellen zu können.

In einer computerzentrierten Gesellschaft, die mehr denn je auf Wissen und Informationsreichtum beruht, ist ein verstärktes Interesse an neuen Wegen im Bereich des Bildungswesens nicht nur natürlich, sondern auch von großer Bedeutung für die zukünftige Entwicklung.

Spiele bieten eine hervorragende Möglichkeit, neue Fähigkeiten zu erlernen (Hoffmann Leah (2009)). Das gilt ebenso für körperlich aktiv erlebte Spiele als auch für Denkspiele wie Schach oder Go. Einige Menschen in unserer Gesellschaft, die bereits mit Computerspielen aufgewachsen sind, haben durch diese spielerisch bessere Reaktionsfähigkeit, strategisches Denken, Wirtschafts- und Allgemeinwissen, oder etwa bessere Sprachkenntnisse erworben. Hier war der edukative Aspekt allerdings nur ein Mittel, um dem Zweck der Immersion – dem Eintauchen in ein dem Realen gegenüber gleichwertiges Erleben – gerecht zu werden.

Planspiele wurden seit langem in Berufs- und Studiausbildung eingesetzt, um vermitteltes Wissen zu testen und durch Identifikation mit einer Rolle in der Gruppe spielerisch zu festigen. Der vom Projektteam verfolgte Ansatz ist nun eine Integration des Planspielansatzes in wissensbasierte Computerspiele. Eine wesentliche Herausforderung liegt dabei in der Förderung eines aktiv-empfangenden Lernverhaltens, welches Schlagworte wie „Learning by doing“ und „Blended learning“, aber auch Interesse, Motivation und das Entwickeln einer starken Vorstellungskraft beinhaltet.

Ein wichtiger Unterschied zu klassischen Lernmethoden ist die Möglichkeit des Erprobens und Scheiterns, sowie der mühelosesten und kurzlebigeren Wiederholung von Lerninhalten. Auf diese Weise wird eine Vertiefung geschaffen, welche sonst nur durch eine lange Praxis und durch die Orientierung an geeigneten Vorbildern realisierbar ist. Anders betrachtet übernimmt eine von fachkundiger Hand erschaffene virtuelle Welt gerade diese Funktion, d.h. es findet ein Wissenstransfer von großer Komplexität auf hohem Niveau statt.

Dieser Transfer von Know-How – und das unterscheidet diese Umsetzung bereits von gewöhnlichen Computerspielen – muss auf wissenschaftlich fundierter Basis erfolgen. Damit rücken einerseits die Wissensakquisition und die danach zu erfolgende Formalisierung in den Vordergrund, andererseits werden auch hohe Ansprüche an die Evaluierung und Verifizierung dieser Prozesse gestellt.

Um diesen Anforderungen gerecht werden zu können, bedarf es der Modellierung und Entwicklung sehr komplexer technischer Systeme. Erst durch das notwendige Maß an Komplexität ist es möglich, die vielen kausalen und stochastischen Zusammenhänge wahrheitstreu abbilden zu können. Um eine derart heterogene Menge an Fachwissen überhaupt verwalten zu können, müssen umfangreiche Instrumente erdacht, entwickelt und eingesetzt werden. Die Grundmotivation zur Forschung an wissensbasierten Spielen liegt demnach darin begründet, dass wir aus der simulierten Realität viel für das reale Leben lernen können. Dies ergibt eine lernpsychologisch unvergleichliche Möglichkeit durch Erfahrung und Wiederholung zu lernen. Was durch Flugsimulatoren schon lange gängige Ausbildungspraxis ist, wird in Zukunft auch in weniger technisch fokussierten Anwendungsbereichen als pädagogisches Instrument nicht mehr wegzudenken sein. In diesem Sinne stellt das entwickelte wissensbasierte Planspiel eine für die Ausbildung und für die Unternehmenspraxis äußerst wichtige Konkretisierung des Nachhaltigkeitsmanagements als virtuelle Lernplattform dar.

Ein Beispiel eines bereits recht erfolgreichen Planspieles im Bereich der Bewusstseinsbildung in Richtung Nachhaltigkeit und vernetztem Denken auf einer volkswirtschaftlichen Ebene ist das Spiel "Ecopolicy" (siehe [www.frederic-veste.de/deu/ecopolicy](http://www.frederic-veste.de/deu/ecopolicy) bzw. [www.ecopolicyade.info](http://www.ecopolicyade.info)). Auf Basis dieses Spieles finden in Deutschland Schulwettbewerbe statt. Der "Sustainability Manager" will ebenfalls diese beiden Themen Nachhaltigkeit und vernetztes Denken – allerdings auf der unternehmerischen Ebene – fördern.

## **4.2. Zielsetzungen**

Das Projekt 2 Tage Nachhaltigkeit umfasst zwei wesentliche Hauptziele:

1. Entwicklung eines wissensbasierten Planspiels zur nachhaltigen Unternehmensführung
2. Anwendung des Planspiels in Seminaren und Weiterbildungsveranstaltungen

Das Ziel des Planspiels ist es, ein Unternehmen in seinen Abläufen darzustellen und Auswirkungen des Unternehmens auf die soziale, ökologische und ökonomische Dimension der nachhaltigen Entwicklung abzubilden. Durch die konkrete Anwendung in Seminaren wurden Erfahrungen mit dem Planspiel gesammelt. Diese Erfahrungen sind in die Verbesserungen des Planspiels eingeflossen. Das positive Feedback der Teilnehmer zeigt die didaktische Eignung des gewählten Ansatzes für die Ausbildung im Bereich des Nachhaltigkeitsmanagements.

Grundlegendes Ziel der Spielerin/des Spielers ist es, das modellierte Unternehmen möglichst nachhaltig zu führen. Der Unternehmensmodell des Planspiels simuliert die Auswirkungen der Entscheidungen in einer Spielperiode (jeweils ein Monat), berechnet relevante Nachhaltigkeitsindikatoren und stellt die Entwicklung des Unternehmens in der Periode in den Dimensionen Wirtschaftlichkeit – Soziale Aspekte – Umweltauswirkungen dar. Danach müssen wiederum Entscheidungen für die nächste Periode getroffen werden. Dadurch ist es möglich, in einem Zeitraffer während einer Aus- bzw. Weiterbildung Entwicklungen aufgrund längerfristig wirkender Entscheidungen auf die Dimensionen der Nachhaltigkeit zu simulieren. So lernt die Spielerin/der Spieler Periode für Periode besser die wesentlichen Aspekte einer nachhaltigen Wirtschaftsweise und deren Zusammenhänge für das modellierte Unternehmen zu verstehen und wird in die Lage versetzt, dann für reales Unternehmen nachhaltige Strategien zu entwickeln.

Im Rahmen der Seminare (d.h. der Transfermaßnahmen) wurden die Ziele verfolgt,

- gemeinsam mit erfolgreichen Unternehmern (Mentoren) die wesentlichen Elemente einer Strategie zur nachhaltigen Unternehmensführung zu diskutieren und deren wesentliche Unterschiede mit konventioneller, klassischer Unternehmensführung aufzuzeigen,
- ein ganzheitliches Modell der nachhaltigkeitsorientierten Unternehmensführung sowie praxistaugliche Managementinstrumente vorzustellen,
- gemeinsam in kleinen Gruppen mit dem Planspiel praktische Erfahrungen mit nachhaltiger Unternehmensführung zu sammeln sowie
- das Gelernte gemeinsam zu reflektieren.

### **4.3. Zielgruppen**

Die Zielgruppen für die Teilnahme am Seminar und Planspiel Zwei Tage Nachhaltigkeit wurden definiert als Geschäftsführer, (angehende) Führungskräfte, Managementsystembeauftragte (z.B. Umwelt, Abfall, Qualität) aus Gewerbe- und Industrieunternehmen sowie Unternehmensgründer in diesem Bereich. Des Weiteren stellen Unternehmensberater im Bereich Unternehmensführung, Managementsysteme und Nachhaltigkeit eine wichtige Zielgruppe dar. Zusätzlich sollen mit diesem Projekt auch Studierenden der Montanuniversität Leoben angesprochen werden.

## 5. Das Unternehmensplanspiel „Sustainability Manager“

Startpunkt des Projektes war die Konzeption, Entwicklung und Programmierung des wissensbasierten Planspiels Sustainability Manager. Zur Entwicklung des Planspiels wurde einerseits auf aktuelle wissenschaftliche Literatur zum Thema Unternehmensführung, Nachhaltigkeitsmanagement und CSR sowie Innovationsmanagement und andererseits auf die praktische Erfahrungen der Projektpartner zurückgegriffen. Zur Konkretisierung des Nachhaltigkeitsmanagements wurden unter Berücksichtigung der umfassend vorhandenen Literatur (stellvertretend Dyllick Thomas, Hummel Johannes (1995); Dyllick Thomas, Schaltegger Stefan (2001); Dyllick Thomas, Hockerts Kai (2002); Dyllick Thomas, Bieker Thomas, Gminder Ulrich (2003); Elkington John (1998)); Korhonen Jouni (2003); Wheeler David, Elkington John (2001); Welford Richard (1997) im Wesentlichen die Arbeiten von Robèrt et al. (Robèrt Karl-Henrik et al. (2002)) und Baumgartner (Baumgartner Rupert J. (2005), Baumgartner Rupert J. (2009a), Baumgartner Rupert J. (2009b)) herangezogen. Die Gliederung der betrieblichen Aktivitäten und Funktionen wurde an Hand des Wertkettenmodells nach Porter (grundlegend Porter Michael E. (1980)) bzw. des EFQM-Modells (EFQM (2003)) vorgenommen.

Für das Planspiel wurde ein fiktives Unternehmen modelliert, welches Kraftfahrzeuge herstellt bzw. montiert. Der Modellierung lagen folgende von der Projektgruppe definierte Eckdaten zu Grunde:

- Hersteller von 50ccm Autos
  - Montagewerk
  - 1200 Stück pro Monat werden verkauft
  - 7600 € Verkaufspreis an Händler
- 150 Mitarbeiter (größter Arbeitgeber im Ort)
- Geringe Umsatzrentabilität
- Grosse freie Produktionskapazität
- Geringe Innovationskraft
- Viele Management Tools fehlen (Controlling,..)
- Bisher kein Fokus auf Nachhaltigkeit

Der Auswahl dieses Unternehmens lag die Überlegung zu Grunde, dass Autos als Produkte für die meisten Teilnehmer gut vorstellbar sind und somit wenig Zeit für die Einführung und Erläuterung des Unternehmens und der Produkte/Dienstleistungen erforderlich sein wird.

### **Nachhaltigkeitsmanagement und nachhaltigkeitsorientierte Unternehmensführung**

#### ***Nachhaltigkeitsprinzipien des Strategic Sustainable Development***

Im Jahr 2002 wurde von Robèrt et al. das Konzept des Strategic Sustainable Development veröffentlicht. Dabei wurden Prinzipien einer nachhaltigen Entwicklung formuliert, die das Ziel der Nachhaltigkeit definieren Robèrt Karl-Henrik et al. (2002). Der wesentliche Fortschritt

dieser Prinzipien liegt darin, dass diese strategischen Charakter aufweisen, d.h. handlungsanleitend wirken und zur Beurteilung von Nachhaltigkeitsaspekten verwendet werden können. Der grundlegende Gedanke ist dabei, Nachhaltigkeitsregeln umzukehren, d.h. nicht Zielvorgaben hinsichtlich bestimmter Verhaltensweisen oder Niveaus von Umweltbeeinflussungen (threshold level) vorzugeben, deren Festlegung problematisch bzw. nicht möglich ist (Robèrt Karl-Henrik et al. (2002), Korhonen Jouni (2007)), sondern nachhaltige Entwicklung als Prozess zu sehen, in dem grundlegende Prinzipien zu befolgen sind, um Fortschritte zu erreichen. Diese Prinzipien sind in ein Gesamtmodell eingebettet, welches zusätzlich Strategien zur Umsetzung sowie den Aspekt der Bewertung gesetzter Handlungen im Hinblick auf deren tatsächlichen Beitrag zu einer nachhaltigen Entwicklung beinhaltet (siehe Abbildung 1). Die Prinzipien lauten wie folgt (Robèrt Karl-Henrik et al. (2002), S. 198ff.):

1. Der systematische anthropogene Beitrag zur Zunahme der Konzentration von Stoffen sowie deren Umwandlungsprodukten in der Natur ist zu vermeiden bzw. zu vermindern. Dies bedeutet, selten vorkommende Ressourcen bzw. Rohstoffe durch häufig vorkommendere zu substituieren, die genützten Ressourcen effektiv und effizient zu nützen und die Abhängigkeit von fossilen Rohstoffen zu reduzieren. Dieses Kriterium betrifft z.B. die Treibhausgasemissionen.
2. Der systematische Beitrag zu steigenden Konzentrationen von anthropogen produzierten Stoffen ist zu vermeiden bzw. zu vermindern. Dazu sind persistente und in der Natur nicht vorkommende Stoffe, Komponenten und Materialien durch in der Natur vorkommende bzw. leichter abbaubare Stoffe, Komponenten und Materialien zu substituieren und diese effektiv und effizient einzusetzen.
3. Die systematische Überlastung natürlicher Systeme durch Entnahmeraten, die höher als die Reproduktionsfähigkeit dieser Systeme sind (z.B. Landwirtschaft, Überfischung), durch Veränderung dieser Systeme und Einführung systemfremder Spezies oder sonstiger Veränderungen ist zu vermeiden. Dies bedeutet, erneuerbare Ressourcen nur in einer Rate, die gleich oder geringer der Erneuerungsrate des betroffenen Systems ist, aus natürlichen Systemen zu entnehmen, Ressourcen und Land effektiv und effizient zu nützen und sehr vorsichtig gegenüber allen Veränderungen von Öko-Systemen zu sein.
4. Alle Anstrengungen sind zu unternehmen, um die sozialen und wirtschaftlichen Bedürfnisse regional, national und global unter Beachtung der ersten drei Prinzipien für die derzeit lebende Generation - unter Beachtung zukünftiger Bedürfnisse - zu befriedigen.

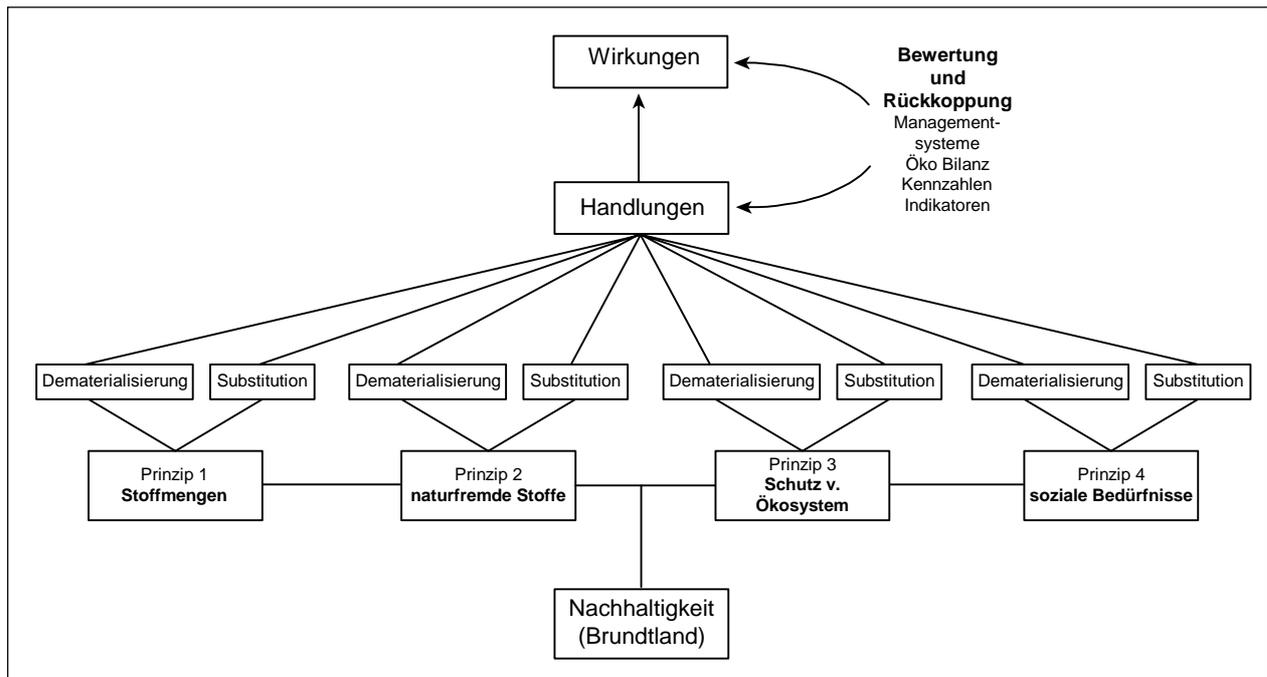


Abbildung 1: Modell des Strategic Sustainable Development (Robèrt Karl-Henrik et al. (2002), S. 199)

Diese Prinzipien stellen eine Konkretisierung der Brundtland-Definition dar und können mit zwei Strategien erreicht werden (Robèrt Karl-Henrik et al. (2002), S. 200):

- **Substitution**  
Substitution bedeutet, Ressourcen, Stoffe, Komponenten, Verfahrensweisen oder Technologien durch „Nachhaltigere“, d.h. mehr der Erreichung der Prinzipien dienende, zu ersetzen.
- **Dematerialisierung**  
Dematerialisierung bedeutet, den Stoff- und Energieeinsatz (in den meisten Fällen lässt sich der Energieeinsatz in Stoffströme rückrechnen) einerseits durch Erhöhung der Ressourcenproduktivität und andererseits durch Reduzierung von Abfällen und Emissionen, d.h. durch Reduktion der Menge der an die Umwelt abgegebenen Stoffe, zu optimieren.

Dieses Modell findet in der Nachhaltigkeitsdiskussion große Verbreitung. Ein Vorteil dieser Prinzipien ist, dass diese in zeitlicher Hinsicht flexibel sind und die Gefahr der Pfadabhängigkeit von Entwicklungen vermindern (Korhonen Jouni (2007), S. 1588).

### **Definition des Begriffs „Nachhaltiges Unternehmen“**

Zur Sicherstellung absoluter Fortschritte Richtung nachhaltiger Entwicklung eines Unternehmens sind neben den Bedürfnissen und Interessen des Unternehmens und von dessen Stakeholdern die Prinzipien einer nachhaltigen Entwicklung zu beachten (Baumgartner Rupert J. (2005), S. 55). Somit wird ein nachhaltiges Unternehmen wie folgt definiert (Baumgartner Rupert J. (2009b), S. 50):

*Bei einem nachhaltigen Unternehmen werden Aktivitäten, Maßnahmen und Strategien so geplant, entwickelt, ausgeführt sowie hinsichtlich Wirksamkeit überprüft, dass die Bedürfnisse des Unternehmens und seiner Stakeholder im Einklang mit den Prinzipien der nachhaltigen Entwicklung erfüllt werden können.*

Eine nachhaltigkeitsorientierte Unternehmensführung bedarf eines unternehmerischen Nachhaltigkeitsmanagements (Sustainable Business Management). Dieses Nachhaltigkeitsmanagement definieren van Kleef und Roome als Management, das die Einbettung des Unternehmens in soziale, ökologische und ökonomische Systeme erkennt und sich auf das Management der Beziehungen zur Erfüllung der sozialen, ökologischen und ökonomischen Bedürfnisse der Stakeholder in seinen Netzwerken konzentriert (van Kleef J.A.G. und Roome Nigel J. (2007), S. 43 basierend auf Roome Nigel J. (1998)). Diese Definition stellt das zu regelnde Element, nämlich die Beziehungen des Managements in den Mittelpunkt. Aus Sicht der Funktionen und Aufgaben des Managements kann Nachhaltigkeitsmanagement wie folgt definiert werden kann: Nachhaltigkeitsmanagement bezeichnet jenen Teil des gesamten Managementsystems, der die Abläufe, Verantwortlichkeiten, Strukturen und Mittel zur Festlegung und Umsetzung einer unternehmensspezifischen Vision und Politik zu Sustainable Development (sustainability policy bzw. Nachhaltigkeitspolitik) umfasst.

Die Vision stellt dabei eine normative Aussage des Managements zu Sustainable Development dar und bildet die Grundlage zur Ableitung der Politik und Strategie. Die Nachhaltigkeitspolitik beschreibt die Gesamtziele und Handlungsgrundsätze bezüglich Sustainable Development und bildet den Rahmen für die Festlegung und Bewertung der Nachhaltigkeitsziele. Die Nachhaltigkeitspolitik beschreibt die grundsätzliche Ausrichtung, die das Management dem Unternehmen geben will, und muss bezüglich Art und Umfang angemessen sein. Dabei ist die Verpflichtung der obersten Leitung zu einer nachhaltigen Ausrichtung des Unternehmens essentiell. Stone kritisiert hierzu, dass diese Verpflichtung in vielen Standards für umweltfreundliches bzw. nachhaltiges Management zwar eingefordert, aber die Ausgestaltung dieser nicht thematisiert wird. Verpflichtung kann als „Einschränkung der Handlungsfreiheit“ definiert werden, dies würde bedeuten, dass sich das Management verpflichtet, nur Aktivitäten, die im Einklang mit den Prinzipien und Zielen der nachhaltigen Entwicklung stehen, zu setzen, d.h. im Fall von Zielkonflikten hätten Nachhaltigkeitsziele Vorrang gegenüber anderen Zielen (Stone Lesely J. (2006), S. 7). In der Unternehmenspraxis ist selten anzutreffen, dass sich Entscheidungsträger derart weitreichend verpflichten bzw. verpflichten können; wenn ja, gilt diese Verpflichtung häufig eingeschränkt. Eine Verpflichtung von Organisationsmitgliedern über das jeweilige Eigeninteresse hinaus erfordert gegebenenfalls die Adaption des Wertesystems und damit der Organisationskultur (Stone Lesely J. (2006), S. 10 bzw. S. 13). Daher spielt die normative Managementebene bei einer umfassenden Integration von Nachhaltigkeit in die Unternehmensführung eine wesentliche Rolle. Bei Initiativen auf der strategischen Ebene alleine ist es fraglich, ob einerseits nachhaltigkeitsorientierte Lernprozesse im Sinne des deuterio-learning (Lernen zu lernen) initiiert werden können ((Stone Lesely J. (2006), S. 11)

und andererseits der wichtige Aspekt der unternehmensinternen und -externen Legitimität sichergestellt werden kann.

Von der Definition eines nachhaltigen Unternehmens ausgehend sind die konkreten zu berücksichtigenden Nachhaltigkeitsaspekte abzuleiten. Die Unternehmenstätigkeit erfordert die Beschaffung der Produktionsfaktoren, d.h. der erforderlichen Betriebsmittel (maschinelle Anlagen, Fuhrpark, Geschäftsausstattung, Betriebsgebäude,...), Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffe sowie das Einstellen der erforderlichen Mitarbeiter sowie den Absatz der erzeugten bzw. erbrachten Leistungen. Bei der Unternehmenstätigkeit entstehende Abfälle und Emissionen sind dieser zuzuordnen, zudem sind Produzenten verstärkt auch für die ordnungsgemäße Entsorgung ihrer Produkte verantwortlich. Die Nachhaltigkeitsaspekte lassen sich in ökologische, soziale und ökonomische Aspekte unterteilen und betreffen alle Input- und Outputfaktoren, den dispositiven Faktor, den Leistungserstellungsprozess, die erstellten Leistungen, Anforderungen von Kunden, Gesetzgeber, Gesellschaft und weitere Anspruchsgruppen sowie das Verhalten von Lieferanten und Kunden.

Die ökologischen Aspekte der Unternehmenstätigkeit umfassen jene Kriterien, die eine Auswirkung auf die natürliche Umwelt haben können (Vgl. hierzu auch die Kriterien nach GRI (Global Reporting Initiative) (2006), S. 27ff. oder Labuschagne Carin et al. (2005), S. 378). Diese können den Input- bzw. Outputfaktoren, dem dispositiven Faktor, den erstellten Leistungen sowie dem Leistungserstellungsprozess zugeordnet werden (Baumgartner Rupert J. (2009), S. 55ff.):

- Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffe (Inputfaktoren)
  - Nutzung erneuerbarer Ressourcen (Materialien, Energie) inklusive Recyclinganteilen
  - Nutzung fossiler und nicht-erneuerbarer Ressourcen (Materialien, Energie) inklusive Recyclinganteilen
  - Landverbrauch
- Leistungserstellung (Produktion)
  - Einsatz umweltfreundlicher Technologien (z.B. Cleaner Production)
  - Umweltorientierte Produkt- und Dienstleistungsgestaltung
  - Effiziente Nutzung der Produktionsanlagen
  - Umweltauswirkungen der durch das Unternehmen verursachten Transporte
- Produkte, Kuppelprodukte, Abfälle und Emissionen (Outputfaktoren)
  - Emission in Luft, Wasser und Boden
  - Abfälle und gefährliche Abfälle
  - Auswirkungen auf die Biodiversität
  - Durch Produktgestaltung determinierte produktbezogene Umweltauswirkungen (Nutzungs- und Entsorgungsphase)
- Umweltauswirkungen in der Vor- und Nachkette
  - Umweltauswirkungen bei den Lieferanten

- Durch das Nutzungsverhalten beeinflusste Umweltauswirkungen der erzeugten Produkte
- Management und Methode (dispositiver Faktor)
  - Einführen und Betreiben von Umweltmanagementsystemen und Einsatz ökologieorientierter Vorgehensweisen und Managementinstrumente (z.B. Öko-Controlling)
  - Entwicklung und Einführung umweltorientierter Unternehmensstrategien
  - Umweltfreundliches Verhalten der Mitarbeiter
  - Einbindung von Stakeholdern bei Umweltfragen
  - Kommunikation umweltrelevanter Fragestellungen

Die soziale Dimension der nachhaltigen Entwicklung umfasst unternehmensinterne und unternehmensexterne Aspekte (GRI (Global Reporting Initiative) (2006), S. 29ff.; Labuschagne Carin et al. (2005), S. 378f.; Ebner Daniela (2008), S. 135ff.):

- Unternehmensinterne Aspekte
  - Gesundheit und Sicherheit am Arbeitsplatz, Vermeidung von Arbeitsunfällen
  - Betriebliche Mitbestimmung, Vielfalt und Chancengleichheit
  - Corporate Governance
  - Attraktivität des Unternehmens für Mitarbeiter, Mitarbeiterorientierung und Mitarbeiterentwicklung
  - Einhaltung der Menschenrechte innerhalb des Unternehmens
  - Schutz von Kundendaten
  - Ethisches Verhalten des Unternehmens (keine Korruption, Kartellbildung etc.)
- Unternehmensexterne Aspekte
  - Beitrag des Unternehmens zur gesellschaftlichen Entwicklung bzw. Wirkung des Unternehmens auf die gesellschaftliche Entwicklung einer Region (z.B. Arbeitsplatzangebot)
  - Einbeziehung bzw. Berücksichtigung externer Stakeholder, Sicherstellung der Legitimität
  - Einhaltung der Menschenrechte im Wirkungsbereich des Unternehmens (z.B. Kinderarbeit, Rechte von Ureinwohnern, Recht auf Gewerkschaften und Kollektivvertrag, etc.)
  - Berichterstattung über soziale Aspekte der Unternehmenstätigkeit
  - Kennzeichnung von Produkten

Hinsichtlich der ökonomischen Dimension steht die Lebensfähigkeit und Weiterentwicklung des Unternehmens unter Berücksichtigung der ökologischen und sozialen Dimension im Mittelpunkt. Labuschagne et al. nennen folgende Aspekte für die ökonomische Dimension (Labuschagne Carin et al. (2005), S. 377f.):

- Finanzielles Gleichgewicht des Unternehmens, insbesondere Liquidität
- Wirtschaftlicher Erfolg des Unternehmens (beispielsweise Gewinn, Rentabilität, Wertschöpfung, Marktanteile)

- Mögliche finanzielle Vorteile durch Nachhaltigkeitsaktivitäten, beispielsweise durch Förderungen oder Subventionen

Ergänzend ist als Aspekt die Risikominimierung durch Nachhaltigkeitsmanagement zu nennen, da durch die Beschäftigung mit Umwelt- und Sozialaspekten die Identifikation von Risiken für das Unternehmen aus diesen Bereichen erleichtert wird.

### **CSR und Nachhaltigkeitsmanagement**

Neben dem Begriff Nachhaltigkeit und nachhaltige Entwicklung wird bei der Diskussion der gesellschaftlichen Verantwortung von Unternehmen und der Diskussion von Nachhaltigkeit auf Unternehmensebene der Begriff CSR (Corporate Social Responsibility) verwendet (Hansen Ursula et al. (2005)).

Für diesen Begriff liegen unterschiedliche Definitionen vor, die sich im Wesentlichen darin unterscheiden, ob die ökologische Dimension ein Teil von CSR ist oder nicht (Ebner Daniela et al. (2006)). Die gesellschaftliche Verantwortung von Unternehmen ist jener Bereich der Unternehmenstätigkeit, der „über die Erbringung wirtschaftlicher Tätigkeit hinausgeht“ (Dyllik Thomas, S. 374). Die wissenschaftliche Diskussion dieser Thematik reicht in den USA bis in die 1950er Jahre und im deutschsprachigen Raum bis in die 1970er Jahre zurück (Hansen Ursula et al. (2005), S. 375).

Die EU-Kommission definiert CSR als „Konzept, das den Unternehmen als Grundlage dient, auf freiwilliger Basis soziale Belange und Umweltbelange in ihre Unternehmenstätigkeit und in die Wechselbeziehungen mit den Stakeholdern zu integrieren“ (Europäische Kommission (2001), S. 7). Hansen und Schrader bezeichnen den CSR-Begriff als offen, er kann einerseits auf weniger weit gehende Aktivitäten der Verantwortungsübernahme beschränkt werden, aber andererseits ist eine abschließende Definition von CSR-Aktivitäten nicht möglich; auf Basis der Definition der EU-Kommission unterscheiden sie unterschiedliche Ebenen der Verantwortungsübernahme von Unternehmen, nämlich die Ebene CSR im Kerngeschäft (eigenes Unternehmen und Lieferanten) mit den Elementen umweltschonende Leistungserbringung, Beachtung von Arbeitsnormen, Schutz der Menschenrechte und Verzicht auf Korruption, die Ebene CSR in der Zivilgesellschaft (Spenden und Sponsoring, Corporate Volunteering) sowie CSR für die Rahmenordnung (gesellschaftsorientiertes Lobbying, Mitarbeit an freiwilligen Regulierungen) (Hansen Ursula et al. (2005), S. 377).

In diesem Sinn wäre CSR gleichbedeutend mit Nachhaltigkeit auf Ebene des einzelnen Unternehmens zu sehen. Van Marrewijk konstatiert zudem, dass viele Autoren sich bei der inhaltlichen Konkretisierung auf das Nachhaltigkeitskonzept beziehen (van Marrewijk (2003)). So nicht explizit erwähnt wird daher in weiterer Folge davon ausgegangen, dass CSR im Sinne von Nachhaltigkeit auf Unternehmensebene (sustainable management, corporate sustainability) zu verstehen ist, obwohl aus Sicht einer klaren Definition und Abgrenzung CSR nur für die soziale Dimension unternehmerischen Handelns verwendet werden sollte (Ebner Daniela et al. (2006)). Leitschuh sieht die Gleichsetzung von CSR und Nachhaltig Wirtschaften bzw. Nachhaltigkeit auf Unternehmensebene als problematisch, da

in der Praxis der Unternehmen CSR häufig ohne Verbindung zum Kerngeschäft im Sinne von Corporate Citizenship umgesetzt wird (Leitschuh Heike (2008)).

### ***Nachhaltige Unternehmensstrategien***

Auf dem Weg zu einem nachhaltigen Unternehmen können folgende Stufen unterschieden werden, wobei die einzelnen Stufen sich im Bezug auf die im Fokus stehende Handlungsebene unterscheiden (Bleischwitz Raimund et al. (2004), S. 118f.):

- Stufe 1 ist an den Outputs orientiert: Hier setzen Unternehmen Maßnahmen des nachsorgenden Umweltschutzes, der in der Regel sehr kostenintensiv ist.
- In Stufe 2 wird auch der Produktionsprozess betrachtet, es steht der Öko-Effizienz der Prozesse im Vordergrund.
- In Stufe 3 werden auch Management- und Supportprozesse einbezogen, womit die höchste Stufe des Effizienzansatzes erreicht wird. Es werden hier auch präventive Maßnahmen innerhalb des Unternehmens umgesetzt.
- In Stufe 4 betrachtet das Unternehmen bewusst den Lebenszyklus, es werden Vor- und Nachstufen mit einbezogen. Es ist jedoch zu beachten, welchen Einfluss das Unternehmen auf die vor- und nachgelagerten Bereiche nehmen kann.
- In Stufe 5 werden schließlich Erwartungen und Anforderungen von Stakeholdern aktiv aufgegriffen und in das Unternehmen integriert.

Diese Stufen beschreiben die Orientierung des Unternehmens hinsichtlich der Anforderungen der nachhaltigen Entwicklung. Es ist zu beachten, dass für jede Stufe die grundlegenden Nachhaltigkeitsziele und die Aspekte Innovation, Stakeholder und Ressourcensicherung zu berücksichtigen sind.

Es können verschieden strategische Varianten hinsichtlich der Orientierung an Sustainable Development unterschieden werden, die sich je nach Zweck, Ziel, Ansatzpunkt und Handlungsebene der Strategie differenzieren lassen (Baumgartner Rupert J. (2009b), S. 62ff., Baumgartner Rupert J. (2009b), S. 138ff.):

- **Introvertiert (sicher):** Kennzeichnend für diese Strategievariante ist der defensive Charakter, Nachhaltigkeitsaspekte werden auf Grund gesetzlicher Vorgaben berücksichtigt. Die grundlegende inhärente Frage lautet: „Sollen wir etwas unternehmen?“ Es wird das Thema Sustainable Development beobachtet und analysiert, aber nur sporadisch umgesetzt. Primäres Ziel ist die Rechtssicherheit und Risikovorsorge zur Absicherung des Unternehmens hinsichtlich seiner Produkte, Märkte und Finanz- und Haftungsrisiken vor ökologisch oder sozial begründeten Ansprüchen. Der Ansatzpunkt liegt intern, die Strategie bezieht sich primär auf die Gesellschaft. Diese Strategie ist für Unternehmen der Stufen 1 bis 3 geeignet (siehe Abbildung 2).

- Extrovertiert (glaubwürdig):** Der Zweck dieser Strategie ist die Differenzierung durch die Profilierung des Unternehmens auf nachhaltigem Gebiet. Es soll damit die „License to operate and grow“ gesichert werden. Kritisch ist bei dieser Strategievariante anzumerken, dass die Umsetzung häufig im Bereich Öffentlichkeitsarbeit angesiedelt ist und mitunter eine Diskrepanz zwischen dem tatsächlichen Tun des Unternehmens und der kommunizierten Aktivitäten besteht. Dieser Typus findet sich insbesondere bei öffentlich stark exponierten Unternehmen, die entweder auf Grund ihrer Größe (z.B. Großbanken) oder ihre Tätigkeiten (z.B. Fluggesellschaften, Anwender der Gentechnologie) in besonderen Maße auf Vertrauen angewiesen sind. Bei dieser Strategievariante ist es erforderlich, auch den Lebenszyklus (Stufe 4) und die Stakeholder (Stufe 5) in die Betrachtung einzubeziehen. Der Ansatzpunkt liegt im Gegensatz zur introvertierten Strategie extern, Bezugspunkt ist aber wiederum die Gesellschaft (siehe Abbildung 2). In einer sehr offensiven Form der extrovertierten Strategie kann diese transformierend wirken. Ziel ist es dabei, die Öffentlichkeit für die Anforderungen der Nachhaltigen Entwicklung zu sensibilisieren und so die Rahmenbedingungen für nachhaltige Unternehmen positiv zu beeinflussen.

Strategie- bezug Ansatz- punkt	Gesellschaft	Markt
intern	<b>introvertiert (sicher):</b> - Rechtssicherheit  <b>Handlungsebene:</b> Stufe 1-3 (Output, Produktion, Unternehmen)	<b>konservativ (effizient):</b> - Prozessbeherrschung - Kostenführerschaft  <b>Handlungsebene:</b> Stufe 1-3 (Output, Produktion, Unternehmen)
extern	<b>extrovertiert (glaubwürdig):</b> - Imagebildung - Rahmenbedingungen positiv beeinflussen  <b>Handlungsebene:</b> Stufe 4-5 (Lebenszyklus, Stakeholder)	<b>visionär (innovativ):</b> - Marktpositionierung - Differenzierung - Effektivität  <b>Handlungsebene:</b> Stufe 4-5 (Lebenszyklus, Stakeholder)

Abbildung 2: Charakterisierung nachhaltiger Unternehmensstrategien (In Anlehnung an Dyllik Thomas (2000), S. 66)

- Konservativ (effizient):** Der Treiber dieser Strategie ist die Kostenführerschaft, Wettbewerbsvorteile werden durch die Verbesserung der Prozess- und Organisationseffizienz (Öko-Effizienz) sowie Innovationen in diesen Bereichen gesucht. Dabei werden primär die Stufen 1-3, in Ausnahmefällen der Lebenszyklus,

betrachtet. Diese Strategievariante bezieht sich klar auf den Markt (siehe Abbildung 2).

- **Visionär (innovativ):** Nachhaltige Entwicklung wird in dieser Variante zum Kern der Strategie, um durch das Ausschöpfen der Potentiale hinsichtlich Differenzierung und Effizienz-/Effektivitätssteigerung die Wettbewerbsfähigkeit und die soziale und ökologische Leistung des Unternehmens zu erhöhen. Dazu muss das Unternehmen auch im ökologischen und sozialen Bereich innovativ sein, einen Beitrag zu den grundlegenden Nachhaltigkeitszielen leisten und simultan die Aspekte Innovation, Stakeholder und langfristige Sicherung der Ressourcenbasis berücksichtigen. Die Handlungsebene entspricht daher der Stufe 5, die Strategie setzt extern an und fokussiert primär auf den Markt (siehe Abbildung 2).

Diese strategischen Varianten werden nicht in Reinform vorkommen. Die konkrete Nachhaltigkeitsstrategie wird sich Elemente aller vier Ansätze bedienen. Zur Umsetzung und Unterstützung der gewählten Strategie sind spezifische, über das klassische strategische Management hinausgehende Instrumente zu empfehlen (siehe Baumgartner Rupert J. (2009b), S. 180ff.).

### **Das Wertkettenmodell als Basismodell zur Strukturierung des Planspiels**

Um eine klare Struktur für die Möglichkeiten der Einflussnahmen zu erhalten war es notwendig sich auf ein anerkanntes Modell zur Erfassung und Darstellung der möglichen Unternehmensentscheidungen zu einigen und dieses Modell dem Spiel zu Grunde zu legen.

Das von Michael E. Porter entwickelte Konzept der Wertkette (Value Chain) ermöglicht es, die strategisch relevanten Tätigkeiten eines Unternehmens systematisch zu erfassen (grundlegend Porter Michael E. (1980)). Diese Tätigkeiten bilden den Fokus beim Aufbau von Wettbewerbsvorteilen. Damit dient die Wertkette über die Unternehmensanalyse hinaus als Instrument der Strategieentwicklung.

Die Wertkette setzt sich aus den Wertaktivitäten und der Gewinnspanne zusammen. Wertaktivitäten sind hierbei jene Prozesse, die für den Kunden Nutzen stiften. Die Gewinnspanne ist der Unterschied zwischen dem Gesamtwert (Ertrag) und den für die Ausführung der Wertaktivitäten entstandenen Kosten (für gekaufte Inputs, Anlagen, menschliche Ressourcen, Technologie und Information).

Die Wertkette erlaubt es somit als methodisches Ideal und als anspruchsvolles Instrument die Unternehmensaktivitäten umfassend und konsistent zu analysieren.

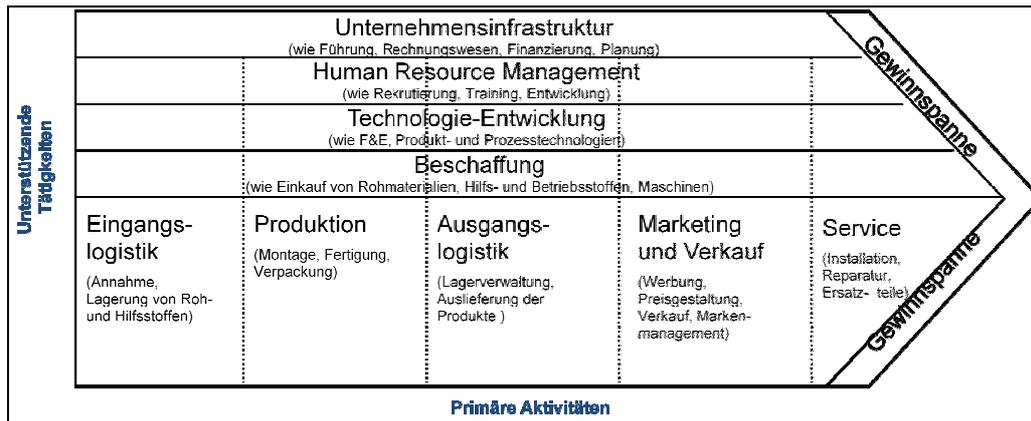


Abbildung 3: Wertkettenmodell nach Porter (in Anlehnung an Boddy David (2005), S. 234)

Im Planspiel "Sustainability Manager" wurden die von Porter definierten Wertaktivitäten für einen Automobilbauer als Struktur für die Gliederung möglicher Aktionen übernommen. Daraus ergeben sich folgende Aktionsfelder für den Spieler (siehe Abbildung 4):

- Infrastruktur
- Human Resources
- Technologieentwicklung
- Beschaffung
- Einkauf
- Produktion
- Marketing & Verkauf
- Services

Das Screenshot zeigt die Benutzeroberfläche des Planspiels "Sustainability Manager". Die Navigationsleiste enthält die Optionen "Alle Aktionen", "Kennzahlen", "Historie" und "Gehe zu". Ein Menü zeigt die Aktionsfelder: Übersicht, Infrastruktur, Human Resources, Technologieentwicklung, Beschaffung, Einkauf, Produktion, Marketing & Verkauf, Services. Ein Tabelle zeigt Kennzahlen im Überblick mit Spalten für Gruppe, Kennzahl, Wert und Einheit.

Gruppe	Kennzahl	Wert	Einheit
ecological	Abfaelle Anteil Recyclingmaterial in Prozent	20	%
economic	Abfall Kosten pro Tonne	130	
ecological	Abfälle in Tonnen	104	Tonnen
social	Anrainer Zufriedenheit	50	
economic	Ausgaben	6318491	€
economic	Ausgaben durch Ereignisse	0	€
economic	Ausgaben für Abfälle	13534	€
economic	Ausgaben für Aktionen	0	€

Abbildung 4: Strukturierung der Aktionen nach dem Wertkettenmodell

## 6. Technische Realisierung des „Sustainability Manager“

In diesem Abschnitt erfolgt die Darstellung der für die Erstellung des Planspiels verwendeten Technologie.

### **Systemaufbau**

#### ***Strategie***

Der Erfolg bei der Entwicklung komplexer, dynamischer, verteilter Systeme wird maßgeblich durch die Verwendung der Basistechnologien auf den unteren Ebenen mitbestimmt. Unsere Strategie beruht auf Forschungen aus den Bereichen der Künstlichen Intelligenz und des Soft Computing sowie auf den Erfahrungen bei Enterprise-Technologien und Business Intelligence. Zielsetzungen sind die Möglichkeit zur kohärenten Abbildung vieler kleiner logischer Zusammenhänge sowie deren Strukturierung in zeitlichen Verläufen, deren situationsbezogene Aktivierung und die Möglichkeit zu Veränderlichkeit, kontrollierter Unschärfe und unterschiedlichen Granularitäten<sup>1</sup> in der Detailtreue.

#### ***Expertensysteme***

Die über zwanzig Jahre Evolution in diesem Teilgebiet der Künstlichen Intelligenz (Artificial Intelligence AI) verliefen in Phasen von Hoffnung, Begeisterung und Enttäuschung bis zu Marginalisierung und generalisiertem, akzeptiertem Einsatz en masse. Sie führte von der klassischen Periode über eine Stagnationsphase mit wenig Fortschritten in diesem Bereich zu einem neuen Aufschwung der AI (Jackson Peter (1999), S. 15-32), der die letzten zehn Jahre zur Etablierung von regelbasierten Systemen und Expertensystemen auf breiter Ebene führte und – insbesondere in der Wirtschaft – weiter voranschritt. Business Rule Management Systeme (BRMS) sind integraler Bestandteil komplexer Enterprise-Systeme. Die Forschung und Entwicklung auf diesem Sektor schreitet rasant voran.

Genau an dieser Stelle setzt die Strategie des Entwicklerteams nun an: Die neuesten Technologien zur Realisierung von Expertensystemen und Enterprise Application Software werden mit der Methodik eines Planspiels und dem Look and Feel von ERP- und Managementsystemen kombiniert, das alles unter Anwendung der Methodik aus Computerspielentwicklung und Lernpsychologie (Rouse Richard II (2001)).

#### ***Komplexe ökonomische Systeme***

Vom methodischen Standpunkt aus betrachtet wird die Mainstream-Ökonomie häufig von linearen Modellen aus unterschiedlichen Wissenschaftsgebieten inspiriert und beeinflusst (Mainzer Klaus (2004), S. 330). Um aber die Dynamik komplexer ökonomischer Systeme darstellen zu können, ist eine Vielzahl nichtlinearer Zusammenhänge und Abhängigkeiten unumgänglich. Dies führt selbst in rein deterministischen Systemen zu unerwarteten und nur

---

<sup>1</sup> Granularität ist ein Maß dafür, wie detailliert Prozesse und Fakten abgebildet werden bzw. allgemeiner ein Maß für den Aggregationsgrad der Architektur.

schwer nachvollziehbaren Ergebnissen. Schwache Kausalität und Nichtlinearität erhöhen den Anspruch auf methodischer Seite als auch auf Seite des Wissenserwerbes enorm. Eine weitere wichtige strategische Zielsetzung ist demnach die Administrierbarkeit eines dynamischen Systems innerhalb eines bestimmten Mindestmaßes an Komplexität. Dabei sind die Lesbarkeit auf administrativer Seite, die Transparenz für AnwenderInnen und der Erhalt der Wahrheitstreue (innerhalb abschätzbarer Streuungsbereiche bzw. exakt je nach semantischem Hintergrund) maßgeblich.

### **Grundkomponenten**

Ein Schlüssel zum Erfolg ist der Einsatz der neuesten Generation von regelbasierten Systemen und Expertensystemen, gepaart mit einer intelligenten Integration in eine Game Engine und einen Application Framework.

Dazu wurde die erst im Laufe des Projekts veröffentlichte Version 5.0 von JBoss Rules (auch Drools genannt) herangezogen. Diese Software beinhaltet ein modernes Expertensystem, Human-Computer Interfaces (HCI) zur Interaktion mit AnwenderInnen, sogenannte Rule Flows zur Abbildung von Prozessen<sup>2</sup>, sowie ein vollständiges BRMS als Verwaltungswerkzeug für WissensingenieurInnen.

Weitere Komponenten betreffen die serverseitige Anwendungsarchitektur und Informationsspeicherung, die Darstellung von Informationen und die Benutzeroberfläche (Geary David, Horstmann Cay (2007), S. 611). Hier werden State of the Art Java EE-Technologien (Java Enterprise Servertechnologien) eingesetzt, wie sie bspw. bei sehr großen Unternehmen zur Implementierung ihrer Business-Systeme Anwendung finden.

Die Komponenten der Game Engine des Spieles bestimmen die Steuerung. Diese wurden mangels geeigneter qualitativ hochwertiger Alternativen zur Gänze von Attractive Software entwickelt. Es wurde im Zuge dieses Projekts um eine Schnittstelle zum Drools-BRMS Drools-Guvnor 5 erweitert. Die Usability wurde durch AJAX-Technologien (IBM/JBoss Richfaces) stark verbessert: Die Bedienung der Webanwendung erfolgt schnell und reibungslos. Die Akzeptanz und der geschickte Umgang mit der Spieloberfläche nach nur zehnminütiger Einführung waren bei allen Altersgruppen in unseren Seminaren sehr beeindruckend. Es wurden in Hinblick auf eine Verringerung der Zugangsbarrieren für AnwenderInnen sehr gute Erfolge erzielt. Neben der Anwendung von Best Practices aus den Bereichen Usability und des Information Design waren die Anlehnung an ERP- und Managementsysteme sowie eine starke Affinität zu gängigen ökonomischen Taxonomien und Modellen ausschlaggebend.

---

<sup>2</sup> Im Gegensatz zu klassischen Prozessabbildungen (bspw. via Business Process Management - BPM) basieren hier Entscheidungen über den Verlauf im Prozessbaum auch auf der Feuerung einer Gruppe von Regeln. Dieser Unterschied ist sehr bedeutend und bedarf einer besonderen Denkweise im Design solcher Abläufe.

### **Rule Engine**

Das regelbasierte System wird durch JBoss Drools zur Verfügung gestellt. Diese Regeln werden in einem Content Repository verwaltet und können durch das BRMS Guvnor gesucht, kategorisiert, editiert und teilweise getestet werden.

Fakten werden einerseits im BRMS eingeführt, andererseits auch im Backend des Browser Games verwaltet. Dort stehen zusätzliche Möglichkeiten über die Beschreibung durch Einheiten bis zu Angabe von oberen und unteren Schranken für Wertebereiche zur Verfügung.

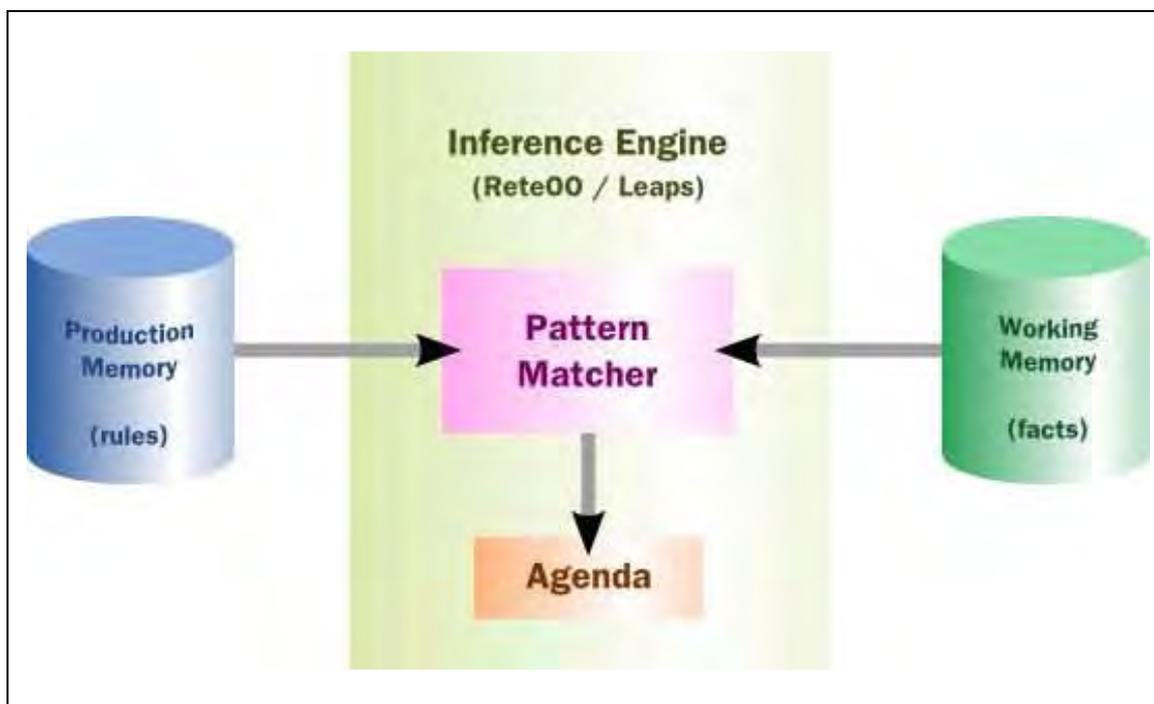


Abbildung 5: Rule Engine (Quelle: JBoss Drools  
<http://downloads.jboss.com/drools/docs/5.0.1.26597.FINAL/drools-expert/html/ch01.html#d0e103>,  
15.11.2009)

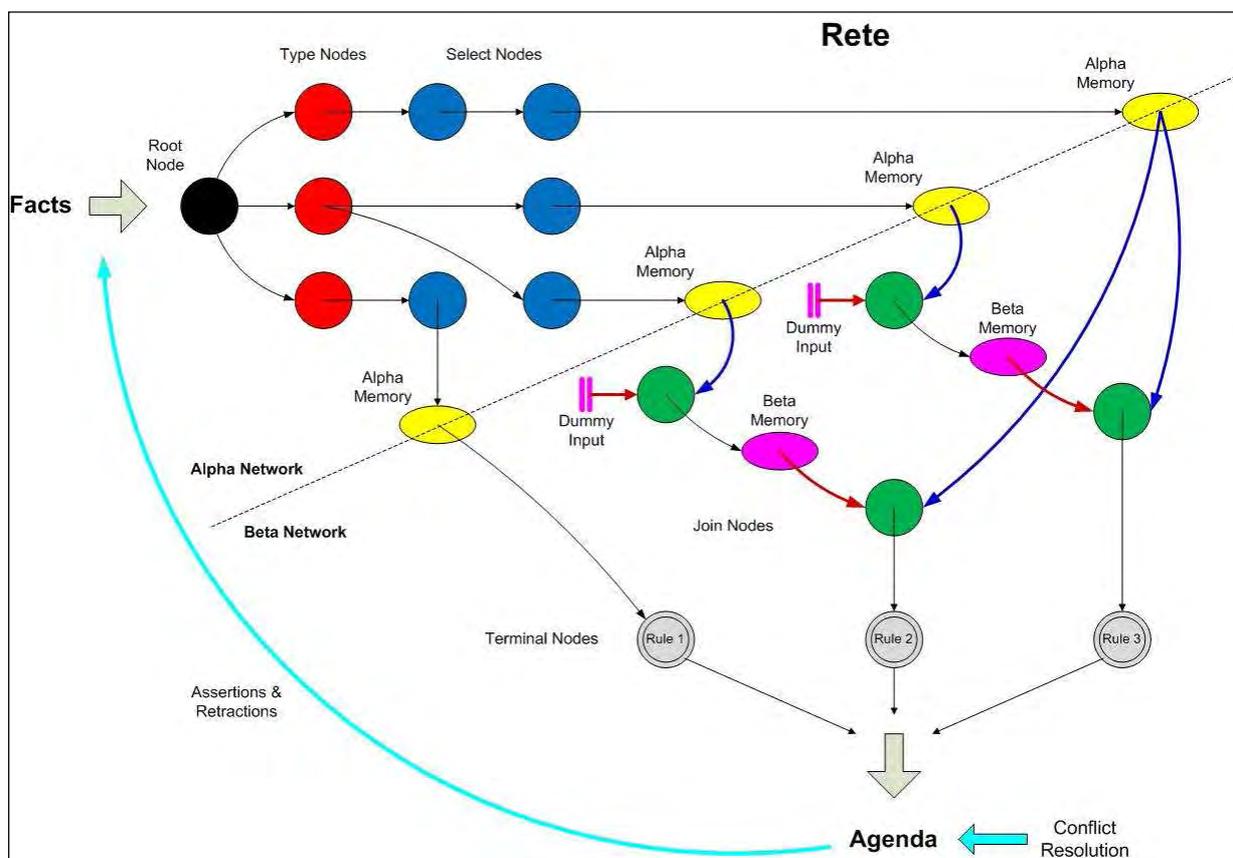
Fakten werden durch die Einführung von Fact Types gruppiert. So können für einen Mitarbeiter, ein Produkt oder bspw. eine Behörde alle relevanten Fakten zusammengehalten werden. Da Fact Types mehrfach instanziiert werden können, ist eine Bereicherung und Diversität in der symbolisch beschriebenen Welt rasch zu erzielen.

Regeln sind WENN-DANN-Konstrukte (auch Condition - Consequence), die einen logischen Schluss ermöglichen (Inferenz). Die Möglichkeiten sind hier deutlich vielfältiger, als es auf den ersten Blick erscheinen mag. Regeln werden anhand bestimmter Kriterien zu definierten Zeitpunkten aktiviert (bspw. über Agenda Groups, Flows, oder direkt aus den Consequences). Als Folge einer gefeuerten (d.h. aktivierten bzw. durch das System aktivierten/ausgelösten) Regel (d.h. nach Ausführung einer Consequence) wird gewöhnlich bis zu einem bestimmten Zeitpunkt der „Balance“ auch andere Regeln aktiviert und mehr oder weniger davon schließlich wieder gefeuert.

Im Working Memory liegen alle Fakten zur virtuellen Unternehmenswelt, ihr Zustand spiegelt den aktuellen Zustand der gesamten Welt wider.<sup>3</sup> Im Production Memory liegen alle Regeln, die möglicherweise zu einem bestimmten Zeitpunkt aktiviert und „gefeuert“ (d.h. ausgeführt) werden können.

### **Expertensystem des Sustainability Managers**

Die Aktivierung und Feuerung der Regeln basiert auf unterster Ebene auf dem Prinzip der Vorwärtsverkettung, welche durch den ReteOO/Leaps-Algorithmus (siehe *Abbildung 6*) implementiert ist. Ein wichtiger Mechanismus ist dabei die Konfliktlösungsstrategie, welche bestimmt, wann und in welcher Reihenfolge Regeln gefeuert werden.<sup>4</sup>



*Abbildung 6: Rete-Algorithmus*

Der entscheidende Unterschied in der Anwendung eines Expertensystems im Vergleich zur simplen Ausführung von Regeln liegt in der steten Rückkopplung, welche als Resultat

<sup>3</sup> Genau genommen unterscheiden wir hier zwischen Real-World Facts und Meta-World Facts. Im Working Memory liegen nur Erstere, für eine spätere Rekonstruktion nach Pausen (siehe Breaks/Persistence) sind noch Metainformationen zu Spieler- und Game Settings und zu den aktuellen Prozessstatus notwendig.

<sup>4</sup> Die Reihenfolge der Feuerung einer Regel ist nicht generell von Bedeutung. Durch Anwendung spezieller Techniken kann diese aber durchaus an Bedeutung gewinnen. In allen Fällen, in denen eine Unterteilung in Phasen bzw. Prozessabschnitte unbedeutend ist, sollten Regeln unbedingt so definiert werden, dass sie unabhängig von einer bestimmten Reihenfolge Gültigkeit haben.

dessen, dass Änderungen von Fakten die (Re-) Aktivierung von Regeln bedeuten können, zustande kommt.

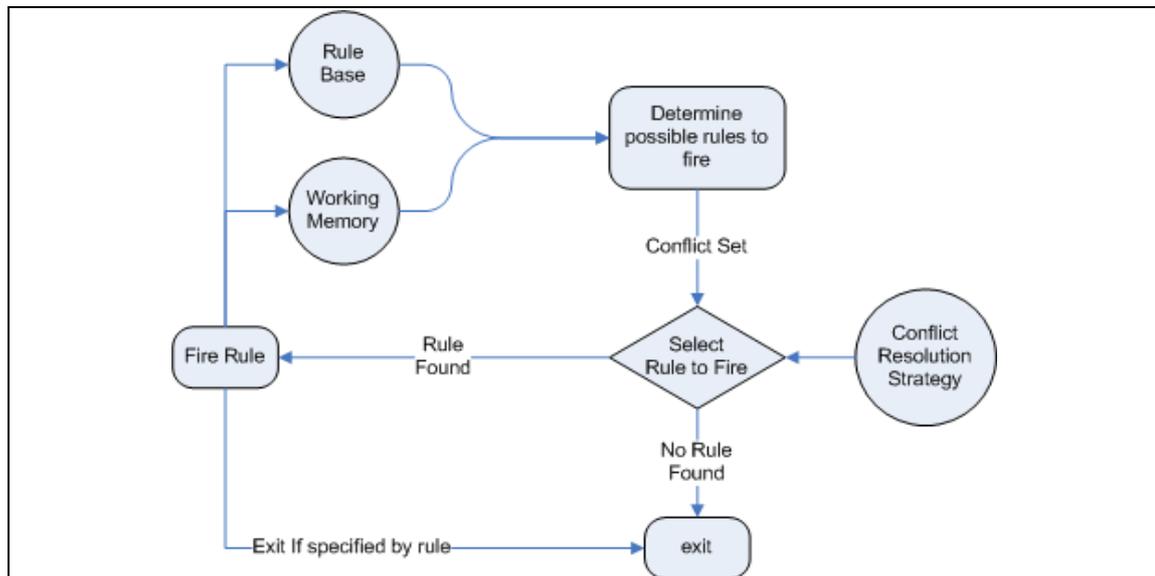


Abbildung 7: Vorwärtsverkettung in Expertensystemen (Quelle: <http://downloads.iboss.com/drools/docs/5.0.1.26597.FINAL/drools-expert/html/ch01.html#d0e103>, 15.11.2009)

### Process/Flow Engine

Die Interaktion des realen Anwenders/der realen Anwenderin oder auch künstlicher Akteure (Non-Human Characters) mit der simulierten Welt erfolgt durch Handlungen (Aktionen). Diese stehen in vielen Fällen nicht losgelöst und unabhängig zur Verfügung, sondern sind ursächlich mit den Auswirkungen durch zuvor getätigte Aktionen verbunden. Man kann sich diese nun durch Entscheidungsbäume aus einem Ursprung in der Vergangenheit über die Gegenwart bis hin zur Zukunft versinnbildlichen. Für solche Zwecke werden Prozesse eingeführt. Es ist zu bemerken, dass diese sehr unterschiedliche Inhalte transportieren können. Ein beispielhaft sehr simpler Prozess einer Fußgängerampel besteht aus zwei Phasen: einer, welche den einen Zustand repräsentiert (grün, gehen) und einer für den anderen Zustand (rot, warten). Die Entscheidungskomponente ist hier eine Funktion der Zeit oder etwa einer Kombination aus Zeit und einer Variable „Druckknopf“ für Ampeln, die von Fußgängern gesteuert werden können.

Wird die Fähigkeit, Prozesse zu definieren um die Möglichkeit der Entscheidungsfindung auf Basis von Expertensystemen erweitert, so sprechen wir in Anlehnung an Drools von Rule Flows. Expertensysteme sind datenzentrierte Systeme und unterscheiden sich hierin sehr vom prozeduralen Ablauf in vielen anderen Systemen. Das soll an obigem Beispiel nun weiter erläutert werden.

So ist es möglich, dass mehrere Fußgänger auf diesen Druckknopf drücken. Im Normalfall wird es sogar zwei Druckknöpfe geben, einen auf jeder Straßenseite. Eine Regel wird dafür sorgen, dass jede Instanz eines Druckknopfes bei Betätigung durch verschiedene

Fußgänger zu beliebigem Zeitpunkt die Regel <wenn „Ampel nicht auf ‚Knopf gedrückt‘ “ dann „setze Ampel X auf ‚Knopf gedrückt um h:m:s Uhr “> feuert. Eine andere Regel wird dafür sorgen, dass <wenn „ ‚Knopf gedrückt‘ und Wartezeit>Y“ dann „Ampel ist grün“>. Eine weitere Regel wird dafür sorgen, dass <wenn „Knopf gedrückt und Wartezeit>X+T“ dann „setze Ampel auf rot, ‚Knopf auf nicht gedrückt‘ “>. Diese Regeln können nun für beliebig viele Ampeln mit ein, zwei oder mehr Druckknöpfen pro Ampel verwendet werden.

Trennen wir die letzte Regel in zwei separate Regeln auf (<wenn „...“ dann „setze auf ‚Knopf nicht gedrückt‘ “>, <wenn „ ‚Knopf nicht gedrückt‘ „ dann „setze Ampel auf rot“>, so können wir durch Hinzufügen einer einzigen Regel wie <wenn „ ‚Knopf gedrückt zwischen 2:00 und 5:30‘ “ dann „setze ‚Knopf nicht gedrückt‘ “> eine oder auch alle Ampeln im angegebenen Zeitraum durchgehend auf rot schalten, ohne die anderen Regeln zu beeinflussen. Intern sieht die logische Verkettung dabei so aus, dass während der Entscheidungsfindung die Ampel kurzzeitig in einer latenten Grünphase sein kann<sup>5</sup>, in diesem Fall durch die Regel <wenn „ ‚Knopf nicht gedrückt‘ “...> aber immer wieder in die Rotphase springt.

Wir können aber auch eine Bedingung setzen, welche der Straßenbahn ein Vorfahrtsrecht einräumt (<wenn „Straßenbahn fordert Vorfahrtsrecht an und ‚Knopf gedrückt‘ „ dann „setze Wartezeit auf 0“>).

Dieses simple Beispiel zeigt, wie Schritt für Schritt der Komplexitätsgrad der simulierten Welt schon bei einfachen Fragestellungen erhöht werden kann. Es gibt aber auch schon die Wegrichtung an, wie komplexe Systeme anhand symbolischer Formulierungen modelliert werden können.

Moderne Expertensysteme wie auch Fuzzy Expert Systems gehören zu den ausgereiftesten Systemen um menschliches Denken und reale Problemstellungen zu emulieren. Fuzzy Expert Systems (Siler William, Buckley James J. (2005), S. 28) erweitern diese beeindruckenden Möglichkeiten um eine parallele Ausführung von Regeln in Kombination mit der Einführung von Unschärfe (Fuzziness) (Xuzhu Da, Kerre (2008/2009)).

Prozesse werden in unserem Planspielmodell nun im globalen Kontext durch die Game Engine, im zeitlichen Phasenverlauf durch Agenda Groups und in lokalen Bereichen durch Flows und durch die manuelle Aktivierung von Regeln und Regelgruppen innerhalb einzelner Regeln selbst realisiert.

---

<sup>5</sup> „Kann“ ist hier bewusst gewählt worden, da dies von der Reihenfolge bei der Abarbeitung der gefeuerten Regeln abhängt. Entscheidend ist jedoch, dass diese Reihenfolge schließlich aber keine Bedeutung auf das Endergebnis hat.

### **Game Engine**

Die Know How Game Engine von Attractive Software stellt das Bindeglied zwischen wissensbasiertem System und der Benutzeroberfläche für AnwenderInnen im Webbrowser der Wahl dar.

Die Know How Game Engine führt einen Spielzyklus (Game Cycle) für einen periodenorientierten, rundenbasierten Spielverlauf ein. Dieser orientiert sich gut an der Denkweise in Wirtschaft und Politik. Für dieses Projekt ist dies daher die ideale Wahl. Auf technischer Seite ist allerdings auch eine Echtzeit-Simulation durchaus denkbar – für zukünftige Anwendungsszenarien unserer neuen Technologie werden wir diese Option deshalb im Auge behalten.

Eine weitere wichtige Aufgabe ist die Einführung von Persistenz in das System. Durch sie erst ist es möglich, die simulierte Welt zu beliebigem Zeitpunkt exakt wieder herzustellen.<sup>6</sup> Die Game Engine verwaltet die Rule Engine und mit ihr Production Memory und Working Memory.

### **Browser Game**

Der Spieler bzw. die Spielerin ist als Manager eines Unternehmens tätig. Sie/er analysiert Periode für Periode die Ausgangssituation anhand aktueller Daten und trifft auf dieser Basis seine Entscheidungen und setzt somit seine Handlungen. Alle Möglichkeiten zur Interaktion und Visualisierung seitens des Spielers/der Spielerin werden durch das Browser Game von Attractive Software gewährleistet. Es verwendet modernste Enterprise-Server-Software und eine über Jahre ausgereifte Softwarearchitektur (Albin T. Stephen (2003), S. 136). Nur so ist es möglich, die im Detail vorhandenen Forschungsergebnisse auf ein höheres Komplexitätsniveau zu heben und AnwenderInnen zugänglich zu machen.

Eine Kernaussage diesbezüglich ist die Feststellung, dass die relativ abstrakten und klar nachvollziehbaren theoretischen Modelle durch die Integration in unsere komplexen Anwendungssysteme qualitativ deutlich hochwertigere Ergebnisse<sup>7</sup> ergeben. Hier ist der Zenit lange noch nicht erreicht. Arbeitsgruppen von ExpertInnen und InformationsdesignerInnen/ WissensingenieurInnen, welche nach diesem Vorgehensmodell entwickeln, können das System schrittweise immer weiter zur Reife bringen. Die Evolution der Denkmuster innerhalb der simulierten Welt ist möglich, da sie theoretisch gesichert und durch die Einführung neuer Prozesse praktisch gestützt ist.

---

<sup>6</sup> Exakt bedeutet in diesem Fall, dass zwischen einer Unterbrechung mit späterem Fortsetzen und dem ununterbrochenen Spielen von Periode zu Periode keinerlei Unterschiede bestehen; d.h. es sind sowohl alle aktuellen Status der simulierten Welt also auch alle zukünftigen einander äquivalent.

<sup>7</sup> Durch den Einsatz komplexer Simulationssoftware kann die Qualität des Modells ausgeschöpft werden, da bei derartigen datenzentrierten Einsatzgebieten durch den Einsatz einer komplexorientierten Endtechnologie die Qualität der Ergebnisse deutlich steigt; demnach müsste mehr Wert auf die Umsetzung solcher Modelle in komplexen Szenarien gelegt werden, um dadurch auf theoretischer Seite den Fortschritt zu fördern und die weitere Ausrichtung zu bestimmen.

Das Browser Game stellt auch einen umfangreichen Verwaltungsbereich zur Verfügung. Hier können Zustände – teilweise in Echtzeit, d.h. direkt für die nächste Spielperiode im laufenden Spiel – verändert werden, Ereignisse definiert und beschrieben werden, sogenannte Dependency Graphs gezeichnet werden, Fakten im Detail beschrieben werden, Sichtbarkeiten und Gewichtungen von Kennzahlen aus Anwendersicht verändert und Spielgruppen verwaltet werden.

### **Verwendete Technologien**

Wie bereits erwähnt ist ein Schlüssel zum Erfolg die Sicherstellung eines bestimmten Mindestmaßes an Komplexität. Diese wird durch die Anwendung einer Vielzahl von Software- und Servertechnologien erreicht. Die Know How Game Engine ist ein schwergewichtiges (durch Einsatz von Enterprise-Servertechnologien) verteiltes System, das auf zwei Application Servern / Servlet Containern läuft. Es kommen erprobte und weit verbreitete Open Source Libraries und Frameworks zum Einsatz.

Die Geschwindigkeit der aktuellen weltweiten Entwicklungen ist derart, dass innerhalb des Projektes mehrmals auf neuere Major Versions umgestiegen wurde. Mit der neuesten Spezifikation und Implementierung von JBoss Rules (5) wurde schon vor Beginn der offiziellen Veröffentlichung gearbeitet.<sup>8</sup> Auf Seite der Usability ist erwähnenswert, das im Laufe dieses Projektes eine vollständige AJAX-Fähigkeit für gängige Webbrowser (Internet Explorer 7, 8; Firefox 2, 3; Safari; Chrome) realisiert wurde. Damit ist ein interaktives Erleben erst möglich, die Zugangsbarrieren sind deutlich gesunken.

Die folgende Auflistung beschreibt einige der verwendeten Bibliotheken, Frameworks und Softwarekomponenten (auszugsweise):

- JBoss Rules / Drools 5  
Hierbei handelt es sich um das Framework für den Einsatz von regelbasierten Systemen / Expertensystemen. In der neuesten Spezifikation werden mittels Rule Flows Prozesse besser unterstützt. Es gibt einen ordentlichen Satz an Attributen zur speziellen Behandlung von Regeln. Weiters stehen ein komplettes Business Rule Management System (BRMS) und eine Integration in die Eclipse-IDE zur Verfügung.
- JBoss Richfaces  
Diese Bibliothek erlaubte im Rahmen des Projekts eine AJAX-getriebene interaktive Benutzeroberfläche zu entwickeln.
- Hibernate  
Ein Persistence Layer, welcher Metainformationen und Spielinhalte in Datenbanken speichert.
- Apache Commons Mathematics Library  
Eine umfangreiche Bibliothek zur mathematischen Berechnung aus der Numerik, Analysis und Wahrscheinlichkeitsrechnung und Statistik

---

<sup>8</sup> So ist die erste technische Fachliteratur erst seit wenigen Monaten erhältlich.

- Apache POI  
Schnittstelle zur Ausgabe automatisch generierter Powerpoint-Berichte über Spielverlauf, getätigte Aktionen usw.
- XStream  
Ein Persistence Layer, welcher unter anderem die simulierte Welt als XML-Dokument ablegt.
- Attractive Software Know How Game Engine Core  
Die Core Engine implementiert den gesamten Spielzyklus, die Benutzer-, Szenarien, Regelverwaltung und anderes mehr.
- Attractive Software Know How Engine Drools Guvnor Interface  
Diese Bibliothek beschreibt die Schnittstelle zwischen Game Engine und Drools Guvnor, dem BRMS. Hier finden sich viele Hilfskonstrukte, welche das Verfassen von Regeln vereinfachen und deren Effektivität verstärken.
- Attractive Software Know How JSF Web Game and Administrator  
Diese Webanwendung beinhaltet die Spieleverwaltung, das Wissensmanagement für EditorInnen und das Spiel für AnwenderInnen selbst.
- Attractive Software Gather User Management Library  
proprietäre Bibliothek zur Benutzerverwaltung.
- Attractive Software UniFile Library  
proprietäre Bibliothek zur Dateiabstraktion über Servergrenzen hinweg.

Die Systemumgebungen werden einerseits durch den Einsatz der verwendeten Application Server Software sowie darüber hinaus durch das gewählte Betriebssystem definiert. Wir hosten die Know How Game Engine sowohl unter Windows auch als unter Linux, wobei folgende Serverinfrastruktur verwendet wird:

- Apache Tomcat
- JBoss Server
- OS: CentOS 5 Linux Server
- OS: Windows Server 2008

### **Anforderungen an Knowledge Based / Serious Games**

Dieser Abschnitt beinhaltet eine Zusammenfassung jener Analyse, die wir vor der Weiterentwicklung des Systems zu Beginn dieses Projekts vorgenommen haben. Sie fixiert unter anderem die Anforderungen, welche auch an vergleichbare Systeme gesetzt werden müssen.

### ***Rollen***

Typischerweise werden Anforderungen aus der Sicht verschiedener Rollen definiert. In diesem Fall sind das folgende:

- Player
- Game Admin
- Game Engineer
- System Administrator

Jede Rolle hat spezielle Aufgaben und Möglichkeiten. Diese werden in Tabelle 1 zusammengefasst.

Tabelle 1: Definierte Rollen

Rolle	Aufgaben
Player	Spielen, Kommunizieren
Game Admin	Erstellen von Szenarien Spielerverwaltung Auswahl und Konfiguration von Settings zu Spielbeginn Auditing
Game Engineer	Deklaration von Facts, Regeln schreiben Flows erstellen Erstellen von Testszenarien
System Administrator	Import von Flows aus Eclipse, Import von POJO-JARs Ordnung, Strukturierung

### **Simulierte Welt**

Der Zustand der durch das Projektteam simulierten Welt wird durch Real-World-Facts und durch Meta-World-Facts beschrieben.

**Real-World Facts** werden aus den verwalteten Daten in der Spielengine und aus den Daten-Paketen der regelbasierten Engine gewonnen. Die darin enthaltene Information spiegelt Wissen über und Zustände von Stakeholdern, Unternehmen, Staat, Ressourcen, Umwelt usw. wider.

Die *Granularität* entscheidet darüber, zu welchem Detailgrad ein Thema betrachtet wird. So können Mitarbeiter als Gesamtmenge mit gewissen Eigenschaften wie Motivation oder Gesundheit, aber auch deren Fluktuation oder einfach nur deren Gesamtkosten und verfügbare Arbeitsstunden betrachtet werden. Mit Hilfe des Wechsels der Granularität zu einem bestimmten Zeitpunkt ist sowohl eine Abstraktion als auch deren Umkehrung möglich. Der Einsatz dieser Mechanismen kommt der Betrachtungs- und Denkweise des Menschen sehr nahe, da wir sowohl allgemeine Aussagen treffen können als auch spezifische Entscheidungen in ganz speziellen Situationen treffen. Beide müssen zueinander nicht vollständig widerspruchsfrei sein oder können abgeschwächt eine gewisse Unschärfe besitzen.

Der vom Projektteam gewählte Ansatz auf Basis von modernen Expertensystemen erlaubt die Ausprägung einer ganz entscheidenden Eigenschaft von komplexen Systemen, nämlich jener der *Emergenz*. Wir erhalten in manchen Fällen Situationen im Verlauf eines Spieles, welche durch die isolierte Betrachtung einzelner Teilbereiche nicht mehr erklärbar, sondern vielmehr das Ergebnis der summarischen Wirkung des Gesamtsystems sind. Wir stellen die These auf, dass dieses Wirken – verglichen mit der realen Welt – auch als wahr zu akzeptieren ist, wenn die einzelnen Bereiche in allen relevanten Situationen korrekte Ergebnisse liefern und diese von ähnlicher Granularität sind.

Daraus ziehen wir den Schluss, dass frühere Ansätze zur Realisierung von allgemeinerem und interdisziplinärem Wissen oft daran scheitern mussten, dass sie zu stark zur Simplifizierung und Generalisierung neigten und den Fokus – wenn auch mit intelligenten Mechanismen – zu wenig auf eine Anhebung der Komplexität und eine detailreiche Ausarbeitung legten. Die Verwaltbarkeit solcher Systeme erfordert mächtige Werkzeuge zur Ordnung und Validierung, den Einsatz erprobter und standardisierter Denkmuster und Regelvorlagen, die Einführung einer Taxonomie im Strukturellen und von Zyklen (Phasen, Agenden) im Dynamischen, sowie die Trennung in Subsysteme unterschiedlicher Granularitäten. Die Kunst, welche über die rein wissenschaftliche Arbeit hinaus geht, mündet darin, Abhängigkeiten zwischen den einzelnen Entitäten im System komplex auszugestalten, aber dabei immer die Balance derart zu wahren, dass es durch unsachgemäße Verknüpfung zu keinem logischen Bruch kommen kann.

Die *Abfederung* von Fehlern in einem solchen System ist ein weiterer Punkt, den es zu beleuchten gilt. Es muss sichergestellt sein, dass der Wirkungskreis einzelner logischer Fehler gering bleibt und das Gesamtsystem möglichst wenig belastet wird. Dies kann durch ein sorgfältiges Vorgehen bei der Formalisierung des Wissens recht gut erreicht werden. So können obere und untere Schranken und Gültigkeitsregeln eingeführt werden, welche die Abweichung bei potentielltem Fehlverhalten an einer Stelle reglementieren. Die Einführung von Standards, welche in solchen Fällen als Ersatz dienen, schärft hier nochmals das resultierende Verhalten.

Die Behandlung von möglichem Fehlverhalten und die Einführung von Kompensationsmechanismen ist ein hilfreiches Instrument bei der Modellierung einer simulierten Welt. Sie entspricht vielfach den Mechanismen in der Natur selbst und wird in hochkomplexen technischen Systemen seit langem eingesetzt.

Neben den Real-World-Facts wird der Zustand der Welt in unserem Modell durch **Meta-World Facts** hinreichend definiert. Diese beschreiben jene Status, welche den prozessualen Zusammenhang zwischen Systemumgebung des IT-Systems, den laufenden Flows, den aktuellen anwenderspezifischen Attributen, u.a.m. festlegen.

Meta-World und Real-World bestimmen die aktuelle Welt zu einem bestimmten Zeitpunkt. Ihre Gesamtheit ist jener Zustand, welcher für eine Speicherung und spätere Wiederherstellung benötigt wird. Betrachten wir diese Zustände über die Zeit, so trennen wir unsere Welt in einen historischen, einen gegenwärtigen und einen zukünftigen Abschnitt.

Die Pfadabhängigkeit komplexer Systeme kommt bei Betrachtung der Handlungsmöglichkeiten durch AnwenderInnen deutlich zum Tragen. Wir führen dafür den Begriff *Space of Interaction* ein. Die Abbildung 8 verdeutlicht diesen Raum. Im *Space of Interaction* sind die voneinander abhängigen Handlungsstränge dargestellt, welche sich von der Vergangenheit bis in die Zukunft ziehen. Alle jene Entscheidungen, die bereits getroffen wurden, beschreiben jene Handlungen und deren Auswirkungen, welche die Erfahrungen

des Anwenders/der Anwenderin in der simulierten Welt repräsentieren. Alle Entscheidungen, die noch vor ihm/vor ihr liegen, sind zukünftige Entfaltungsmöglichkeiten. Die Linie dazwischen stellt die Gegenwart dar; wir bezeichnen sie auch als *Kontingenzzlinie*, da hier alle Ereignisse zusammenlaufen und in ihrer ganz spezifischen Konstellation die zukünftige Entscheidungen beeinflussen.

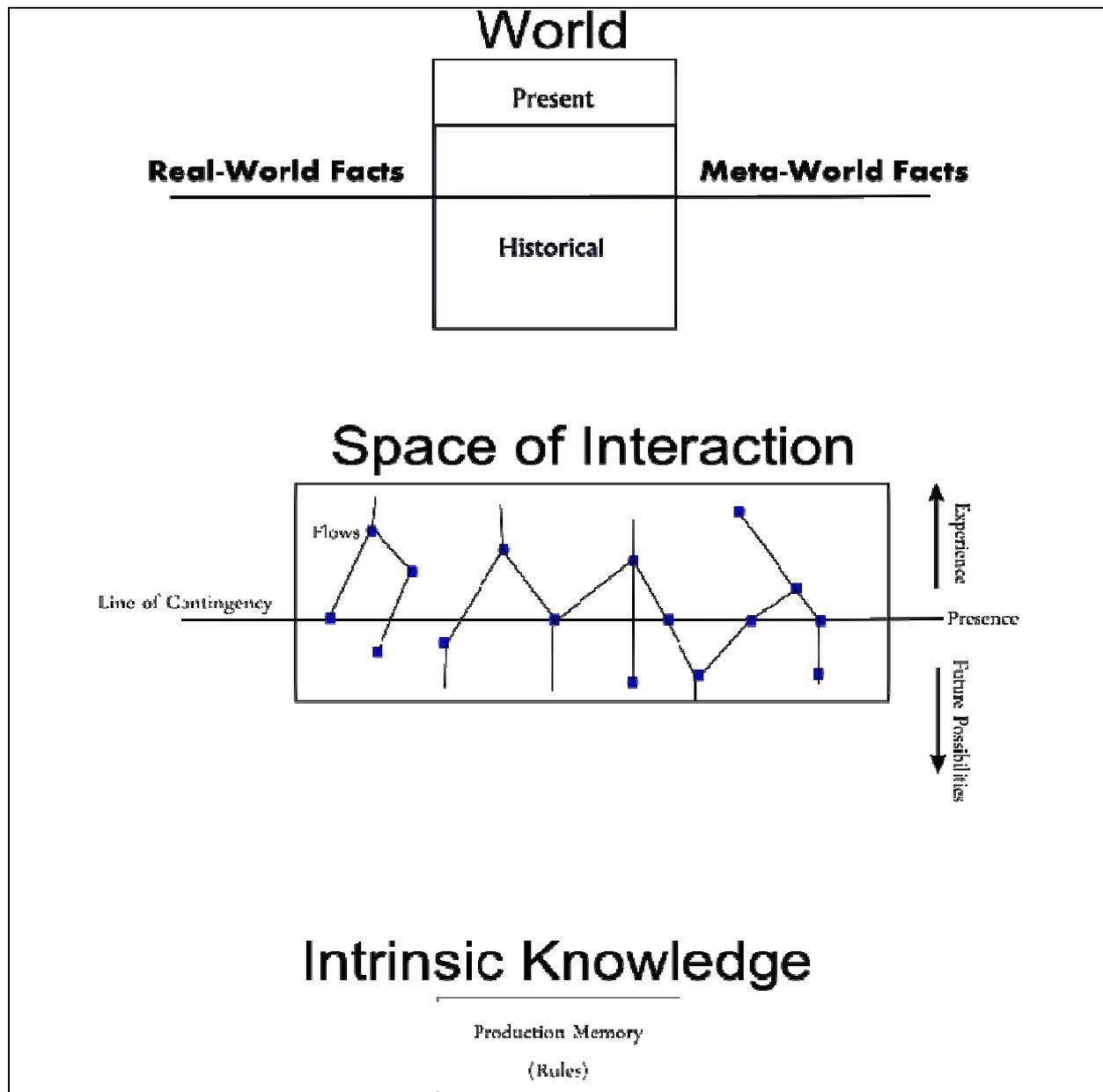


Abbildung 8: Space of Interaction

### Anforderungen an eine Game Engine

Die folgende Auflistung zeigt eine grobe Unterteilung der wichtigsten Anforderungen an für die verwendete Game Engine:

Framework

- Game Cycle Management
  - Initialization: Settings, Scenarios

- Periodicity: Time-driven evolution
- Pause/Continue, resp. Save/Restore
- Goals
- Game History
- Rule/Flow Execution
- Human Task Interaction (e.g. Generic Web Forms)
- Event Management
- Story-Telling
- Fact Visualisation (e.g. Tables, Charts)
  - Presence
  - Historical
  - Statistical
- Logging and Auditing
- Interpretation

#### Game Administration

- Game Setup
- Player Management
- World Setup (Facts, Real World and Meta World)
- Scenario Setup (e.g. Level, Quest, Mission, Episode)
- Goal Setup
- Story Board Editing

Serious Games und wissensbasierte Spiele sind zwar weltweit bereits im Einsatz, aber noch stark individuell und ohne gemeinsamen Kern bezüglich notwendiger Basisanforderungen oder etwa verfügbarer Frameworks. Hier ist Pionierarbeit zu leisten und bis zu ersten Standardisierungen und allgemeinen Spezifikationen noch ein weiter Weg zu gehen. Insofern tragen Forschungsarbeiten wie bspw. innerhalb dieses Projektes sehr zur gemeinschaftlichen Weiterentwicklung von Serious Games bei.

#### Theoretisches Modell

Das Simulationsmodell für die von uns modellierte (Unternehmens-) Welt basiert auf Ergebnissen aus vorhergehenden Forschungsprojekten des Projektteams. Die Aufgabe bestand im Wesentlichen darin, vorhandenes Wissen aus Wirtschaft und Wissenschaft, Best Practices, Empfehlungen und persönliche Erfahrungen von Experten in einer Wirtschaftssimulation derart zu vernetzen, dass

- eine konsistente Welt entsteht, die sowohl dem Empfinden nach als auch durch Tests verifizierbar dem realem Erleben in weiten Teilen entspricht
- Wissen fokussiert und durch praktische Erfahrung vermittelt werden kann
- ein flexibles Modell entsteht, das durch eine standardisierte Vorgehensweise erweiterbar ist.

Zu diesem Zweck wurde ein *regelbasiertes Expertensystem* eingeführt. Dieser von einem Projektpartner (Attractive Software) bereits vor einigen Jahren aufgegriffenen Idee wird

mittlerweile eine vielversprechende Zukunft vorausgesagt (Millington Ian (2006)). Da solche Spiele bisher aber noch nicht bzw. nur mit deutlich geringerer Komplexität auf dieser Basis entwickelt wurden, musste die Realisierbarkeit hinterfragt und ein geeignetes Spielmodell entworfen werden.

Dazu haben wir den Begriff der *Periodizität* eingeführt und auf diesem einen Spielzyklus entworfen, welcher an jenen von rundenbasierten Strategiespielen angelehnt ist. Perioden können sich auf Tage, Wochen, Monate, Quartale oder auch Jahre erstrecken. Um Handlungen in unterschiedlicher Detailtreue zu planen und auszuführen, wurde der Begriff der *Granularität* verwendet.

Die Konsistenz der Welt und Kohärenz der Zusammenhänge wird durch eine wohldefinierte Anwendung des Rete-Algorithmus zur Vorwärtsverkettung in Expertensystemen gewährleistet. Sie basiert auf dem logischen Schluss, der Inferenz. Als Ergebnis der logischen Verkettung wird für die simulierte Welt am Ende jeder Periode ein stabiler Zustand erhalten.<sup>9</sup> Diese einzelnen Zustände sind die Obermenge für jene Ausschnitte, welche die unterschiedlichen AnwenderInnen wahrnehmen können.

Interaktion durch SpielerInnen erfolgt mittels vordefinierter Handlungen. Diese können unabhängig oder aber als Prozesse modelliert werden. In letzterem Fall entscheiden Bedingungen an den einzelnen Knoten eines Graphen, welche zukünftigen Handlungen möglich sind. Diese Bedingungen können einfach sein, aber auch als Ergebnis einer gefeuerten Gruppe von Regeln evaluiert werden. In diesem Fall sprechen wir von Rule Flows. Sie unterscheiden sich maßgeblich von herkömmlichem, prozessuellem Denken im Sinne eines Business Process Modelling (BPM).

Das Modell sieht vor, dass ein Spieler/eine Spielerin Handlungen tätigen kann, deren Ausgang ungewiss ist. Erst nach der Simulation einer gesamten Periode kann ein Urteil über den Erfolg bestimmter Maßnahmen erfolgen. Die Schnittstelle zwischen Mensch und System (Human-Computer Interaction – HCI) ist durch ein generisches Eingabemodell definiert, in welchem sowohl die Wahl zwischen verschiedenen Möglichkeiten als auch die konkrete numerische Eingabe sowie sprachliche Bausteine angeboten werden.

Zukünftige Modellerweiterungen könnten die natürliche Sprache bedienen sowie das System um persönliche Regeldefinitionen durch SpielerInnen anhand generischer Eingabe- und Interpretationsmethoden erweitern.

---

<sup>9</sup> Ob es zu diesem stabilen Gesamtzustand kommen kann, hängt von dem eingesetzten Regelsatz zu diesem Zeitpunkt ab. Hier können sowohl endlose Rekursionen als auch iterierende Muster aus Rückkoppelungen entstehen, wenn die simulierte Welt inkonsistent ist. Dies muss also vermieden werden.

### ***Logik und Inferenz***

Das mathematische Modell der durch das Projektteam simulierten Welt beruht auf der Aussagenlogik, gepaart mit einem zielgerechten Einsatz von stochastischen, probabilistischen Methoden. Derzeit findet weitgehend klassische, zweiwertige Logik Anwendung. Es bestehen allerdings große Bestrebungen, mehrwertige / Fuzzy Logic zukünftig einzusetzen (Siler William, Buckley James J. (2005)). Um in komplexen Systemen wie der in diesem Planspiel dargestellten in annehmbarer Zeit mittels Inferenz zu einem Ergebnis zu kommen, müssen spezielle Algorithmen eingeführt werden, welche auf dem Rete-Algorithmus basieren.

### ***Taxonomien***

Um eine umfangreiche Sammlung an Regeln effizient verwalten zu können, ist die Einführung von Ordnungsstrukturen notwendig. Hier wurden verschiedene Strategien verfolgt und mehrfache Kategorisierungen pro Regel vorgenommen:

- Ordnung von Regeln nach dem Wertkettenmodell von Porter
- Unterscheidung nach Interaktionstyp (Autonom, Benutzer)
- Trennung von Initialisierungen, einmaligen und periodischen Entitäten
- Gruppierung von Aktionen, deren Regeln wiederum in unterschiedliche Phasen (pre, pending, post, abort, success, ...)
- Taxonomien für deklarierte Fact Types und deren Fakten.

### ***Prozessabbildungen***

Die Abbildung von Prozessen erfolgt mittels eingeführter Aktionsgraphen und sogenannter Rule Flows als deren Implementierung in Drools. Hierbei sind viele aus der Graphentheorie bekannte Beispiele möglich. Es sei hier also ausdrücklich erwähnt, dass diese Prozessdefinitionen stark von einem Schritt-für-Schritt-Charakter herkömmlicher Denkmuster abweichen können. Insbesondere durch die Verquickung mit dem Expertensystem entsteht mitunter eine sehr komplexe Dynamik.

Als Konsequenz solcher Prozessabläufe können einzelne Regeln aktiviert, aber auch Gruppen von Regeln (Agenda Groups) aktiviert werden; Fakten werden verändert und somit der Gesamtzustand des Systems.

Bei Einführung einer mehrwertigen Logik ist die Modellbildung parallel ausgeführter Prozesse möglich, wodurch eine noch realistischere Simulation möglich werden kann. Anstrengungen in diese Richtung werden in Zukunft unsererseits unternommen werden.

### ***Wahrscheinlichkeitsrechnung und Statistik***

Bei Weitem nicht alle Aussagen von Experten können mit absoluter Schärfe formuliert werden. Um diesem Umstand gerecht zu werden, wurden in unserem Modell stochastische Methoden eingeführt. So werden in manchen Fällen Ergebnisse durch Zufall innerhalb wohldefinierter Grenzen verteilt. Die Streuung kann von unterschiedlicher Verteilung sein (bspw. gaußsch oder normal).

In einigen Fällen soll der Ausgang eines Ereignisses zu einem bestimmten Grad und/oder in Abhängigkeit verschiedener Parameter zufällig sein. Auch diese Möglichkeit wird durch das System geschaffen.

Schließlich werden statistische Abschätzungen und Resultate, welche die Abhängigkeit zwischen verschiedenen Systemeigenschaften definieren, durch polynomiale Approximation realisiert. Dies erlaubt es, auch weniger detailreich ausformulierte Bereiche und eher unbestimmtere Eigenschaften wie Soft Facts näherungsweise zu berücksichtigen.

## 7. Konzeption und Umsetzung der Transfermaßnahmen

Neben dem entwickelten Planspiel Sustainability Manager war der wesentliche Projekteinhalt, ein zweitägiges Seminar zur Vermittlung der Herausforderungen, Grundlagen und Umsetzungsmöglichkeiten nachhaltiger Unternehmensführung zu konzipieren. Dieses Seminar dient der Vermittlung des theoretischen Basiswissens (Fokus Tag 1) und der Erarbeitung der Umsetzungskompetenz durch Anwendung des wissensbasierten Planspiels (Fokus Tag 2).

Folgende Inhalte werden im Rahmen des Seminars am ersten Tag behandelt:

- Praxisvortrag „Herausforderung Nachhaltigkeitsmanagement“ durch Geschäftsführung eines nachhaltig agierenden Unternehmens
- Grundlagen Nachhaltiger Unternehmensführung (Strategien, Managementinstrumente, Organisationskultur)
- Leitlinien einer nachhaltigen Wirtschaftsweise
- Wertkettenmodell und EFQM-Modell
- Innovationsmanagement
- Soziale und ökologische Aspekte des Nachhaltigkeitsmanagements

Am zweiten Seminartag steht das praktische Lernen und Sammeln von Erfahrungen mit dem Sustainability Manager im Mittelpunkt:

- Einführung in das Planspiel (Funktionsweise, Spielzüge, Eingabedaten)
- Bilden der Teams, Proberunde
- Durchführen der ersten Spielrunde
- Auswertung des Zwischenstandes (Unternehmenswert, Auswirkung der getroffenen Entscheidungen), Strategie für die zweite Spielrunde entwickeln
- Durchführen der zweiten Spielrunde
- Auswertung der Ergebnisse, Diskussion und Reflektion, Übertragungsmöglichkeiten der Ergebnisse auf das eigene Umfeld (Betrieb)

Für die jeweiligen Seminare wurden entsprechende Unterlagen vorbereitet und den Teilnehmern zur Verfügung gestellt. Als Vortragende für die Seminare fungierten Priv.-Doz. Dr. Baumgartner (MUL), DI Jürgen Jantschgi (Jantschgi C&R), Thomas Winter (Attractive Software), Dr. Johannes Fresner (Stenum) sowie Johann Fürmann (Stenum).

Im Rahmen des Projekts wurden drei zweitägige Seminare durchgeführt. Ein erstes Seminar wurde mit Studierenden der Montanuniversität Leoben am 02. Juni und am 23. Juni 2009 durchgeführt (Vortragende Baumgartner, Winter, Fürmann). Da die zwölf Studierenden über vertiefte Vorkenntnisse im Bereich Unternehmensführung und Umweltmanagement(Systeme) verfügten lag der Schwerpunkt des Seminars in der Anwendung des Planspiels. Die Ergebnisse dieses Seminars dienten insbesondere der Verbesserung der Unternehmensmodellierung (Adaption der Kennzahlen und Regeln).

Das zweite Seminar wurde am 01. und 02. Juli an der Montanuniversität Leoben durchgeführt. Den Einführungsvortrag zum Thema „Herausforderung Nachhaltigkeitsmanagement“ hielt Geschäftsführer Franz Baumann (Fa. Baumann Glas, Oberösterreich). Am Seminar nahmen 14 Teilnehmerinnen und Teilnehmer aus Österreich und Bayern teil, die aus Universitäten, Beratungsunternehmen und produzierenden Unternehmen stammten, wobei unterschiedliche hierarchische Funktionen von Sachbearbeiterebene bis hin zu Geschäftsführern vertreten waren. Somit konnte die für das Projekt definierte Zielgruppe angesprochen werden. Im Anhang ist der Einladungsfolder für dieses Seminar ersichtlich.

Das dritte Seminar wurde am 24. und 25. September 2009 in den Räumen des Instituts für Systemanalyse, Innovations- und Nachhaltigkeitsforschung der Universität Graz durchgeführt. Den einführenden Praxisvortrag zum Thema „Herausforderung Nachhaltigkeitsmanagement“ hielt Geschäftsführer DI Josef Mair (Fa. Heuberger Eloxal, Steiermark). An diesem Seminar nahmen 9 Teilnehmer aus Österreich und Slowenien von Fachhochschulen, Dienstleistungsunternehmen und produzierenden Unternehmen teil. Ein weiteres geplantes Seminar im November 2009 musste auf Grund einer zu geringen Anzahl von Anmeldungen abgesagt werden und soll im Frühjahr 2010 nachgeholt werden. Insgesamt konnten somit 35 Teilnehmerinnen und Teilnehmer in allen Seminaren begrüßt werden.

## 8. Effekte der Transfermaßnahmen

Die Ergebnisse der einzelnen Transfermaßnahmen sind in die Weiterentwicklung des Planspielmodells eingeflossen. Dies betraf einerseits die technische Verbesserung des Systems und andererseits die inhaltliche Erweiterung bzw. Verfeinerung der Modellierung und der Zusammenhänge der Nachhaltigkeitsdimensionen. Weiters wurde nach jedem Seminar eine Optimierung der Seminarunterlagen auf Basis der Evaluierungsergebnisse vorgenommen.

Die Evaluierung erfolgt mittels eines Fragebogens, den die Teilnehmer am Ende des Seminars ausgefüllt haben. Der Fragebogen enthielt neben administrativen Fragen (Gründe für die Anmeldung; Wie wurde man auf die Veranstaltung aufmerksam?) Fragen zur konkreten Organisation, zu den Erwartungen an das Seminar (und deren Erfüllung) und zur Einschätzung der praktischen Umsetzungsmöglichkeiten sowie die Abfrage der Gesamtzufriedenheit. Die Fragen waren auf einer Schulnotenskala zu beurteilen, zusätzlich konnten Kommentare festgehalten werden. Sowohl das Seminar in Leoben als auch das Seminar in Graz wurden ausgezeichnet beurteilt, stellvertretend wird auf die Evaluierungsergebnisse des Seminars in Leoben eingegangen. Die 14 Teilnehmer und Teilnehmer beurteilten das Seminar im Schnitt mit 1,36 (auf einer Schulnotenskala), d.h. die Mehrzahl der Beurteilungen lauteten auf „Sehr Gut“. Die Erfüllung der an das Seminar gestellten Erwartungen wurde mit 1,43 beurteilt, und ebenfalls erfreulich ist die Bewertung der „Umsetzungsmöglichkeiten in der Unternehmenspraxis“, die mit der Note 2,2 beurteilt wurde. Die folgenden zusätzlich angeführten Aussagen unterstreichen das positive Beurteilungsergebnis:

- gut vorbereitete Theorieunterlagen
- sehr interessantes Spiel
- aufschlussreiche Diskussionen
- guter Einblick in Nachhaltigkeit auch ohne besondere Vorbildung, interessantes Spiel mit rascher Auswertung
- sehr ausgeklügeltes Planspiel, kann gut für Studierende eingesetzt werden
- interessanter Teilnehmerkreis
- Spiel ist super, regt zur Diskussion an
- Mix aus Theorie, Praxisbericht und Spiel

Fotos und ein Seminarbericht sind zudem unter [www.lognostik.eu/lognostik/nachlese/nachhaltigkeitsmanagement.html](http://www.lognostik.eu/lognostik/nachlese/nachhaltigkeitsmanagement.html) zu finden.

Für das Seminar in Graz wurden zur Evaluierung die identischen Fragen herangezogen. Die Evaluierungsergebnissen hatten sich dabei im Vergleich zum Seminar in Leoben verbessert, die Erfüllung der Erwartungshaltung wurde mit 1,17, die Umsetzungsmöglichkeiten für die Praxis mit 1,83 sowie die Gesamtzufriedenheit mit dem Seminar mit 1,33 beurteilt.

Diese sehr positiven Evaluierungsergebnisse durch die Teilnehmer zeigen, dass erstens der grundsätzliche Ansatz, ein wissensbasiertes Planspiel zur Vermittlung des Wissens über Nachhaltigkeitsmanagement geeignet ist und zweitens die konkrete Umsetzung gut gelungen ist.

Ergebnisse der Seminare sowie aktuelle Seminartermine werden auf den Homepages der Projektpartner veröffentlicht, stellvertretend wird hier auf die Homepage der STENUM hingewiesen (<http://www.stenum.at/?id=news/aktuell/sustainabilitymanager> und [http://www.stenum.at/stenogramm/de/?id=007/07\\_02-sustm](http://www.stenum.at/stenogramm/de/?id=007/07_02-sustm))

## **9. Schlussfolgerungen**

Das Planspiel Sustainability Manager zielt auf die Vermittlung von nachhaltigen Unternehmensstrategien. Um das Verständnis für die Wichtigkeit dieser Strategien zu erzeugen, stand die Vermittlung von eigenen Erfahrungen mit einer nachhaltigen Wirtschaftsweise am Modell einer „Virtuellen Fabrik der Zukunft“ im Mittelpunkt der Entwicklungsarbeit.

## 10. Technische Evaluierung und technische Potentiale für das Planspiel

Erste Anwendungen in Seminaren haben eine hervorragende Akzeptanz des neuen Spielsystems bei unseren Teilnehmern erreicht.

Die Konzentration und emotionale Erregung der Beteiligten ist ein Maß für die die Tiefe der erreichten Immersion. Es hat sich gezeigt, dass der Fokus ausnahmslos schnell auf die Geschehnisse im Spiel gelegt wurde. Die hohe Anwenderfreundlichkeit und die Anlehnung an Managementsoftware und Industriestandards trugen sicherlich dazu bei. Der Einstieg fiel über alle Altersschichten leicht.

Die Stabilität der Enterprisesysteme und Server wurde ausgehend von ersten Alphatests mit Studenten der Montanuniversität Leoben bis zum letzten Seminar auf ein gutes Niveau gehoben. Trotz der relativ geringen verfügbaren Mittel ist ein 24/7-Betrieb auf einem Production-Server bereits über Wochen hinweg ohne größere Probleme möglich. Die Skalierbarkeit und somit Kapazität der Systeme ist für eine Massenanwendung derzeit jedoch noch nicht geeignet. Hier müssen Energie und Geld in Wartung, Verbesserung und Support, sowie in die entsprechende Hardware und Internetanbindung investiert werden.

### Stärken und Schwächen

Eine entscheidende Stärke des Systems ist die Vielfalt der Handlungen und Entscheidungen. Die grafische Visualisierung von Systemeigenschaften und die Bewertung durch eine fünfstufige Farbkodierung - von sehr schlecht bis sehr gut – helfen bei der schnellen Orientierung. Die Aggregation aller Systemeigenschaften zu einer Bewertung der drei Dimensionen (ökonomisch, ökologisch, sozial) gibt finale Auskunft über den Stand der Dinge. Die erreichte Komplexität des Systems zeigt die Fähigkeiten unseres zugrunde liegenden Modells klar auf.

Eine Schwäche des aktuellen Systems liegt in der Darstellung der Erklärungskomponente.<sup>10</sup> Sie ist zwar nicht zwingend erforderlich, ist aber für Lehrende, SeminarleiterInnen und zur schnelleren Evaluierung sehr hilfreich. Derzeit sind die logischen Pfade einer Spielperiode nur dem Game Engineer gut erschließbar. Durch die Ergänzung um zusätzliche Regeln als Erklärungskomponente wären ein Monitoring und Auditing erzielbar, welche auch technisch nicht versierten AnwenderInnen/SeminarleiterInnen genaue Informationen über relevante Sachverhalte und Geschehnisse liefern. Darüber hinaus werden derzeit alle Regeln als sogenannte *Technical Rule Assets* geschrieben. Mit Hilfe der Einführung von *Domain*

---

<sup>10</sup> Die Erklärbarkeit ist ja eigentlich eine der Stärken von Expertensystemen. Zu Gunsten anderer wesentlicher erreichter Ziele mussten wir diese aber eher kurz halten; die Erklärungskomponenten konnten deshalb noch nicht in großem Umfang so aufbereitet werden, dass sie von technisch weniger versierten Trainern gut ausgelesen werden können.

*Specific Languages* (DSL) könnten Platzhalter für Regelabschnitte in natürlicher Sprache geschrieben werden.

### **Nebenläufigkeit und Komplexitätszunahme: Fuzzy Expert Systems**

Eine Weiterführung des Modells soll eine noch größere Komplexitätszunahme bedeuten. Hier ist zu bemerken, dass dies nicht notwendigerweise eine größere Herausforderung für AnwenderInnen bedeutet, sondern vielmehr eine Schärfung der Ergebnisse und noch gezieltere Möglichkeit für Ausbildung und Training.

Ein Ansatz in diese Richtung ist die Erweiterung des Expertensystems um mehrwertige Logik, insbesondere die Entwicklung und Einführung eines Fuzzy Expert Systems. WissensingenieurInnen wird die Formalisierung in vielen Bereichen dadurch erleichtert. Auf dieser Basis kann eine Nebenläufigkeit der Prozesse eingeführt werden, wodurch wir eine noch realistischere Simulation des Realen erzielen.

### **Semantisches Parsing (Natural Language Processing)**

Ein großer Teil der technischen Anforderungen an unser System entsteht dadurch, dass SpielerInnen nicht nur durch simples Auswählen Entscheidungen treffen, sondern gezielt Parameter ändern können, welche Systemeigenschaften und -verhalten beeinflussen.

Eine Weiterentwicklung in diesem Bereich ist die freie Eingabe von Worten und Sätzen als Parameter zu einer Handlung. Diese könnten durch semantisches Parsing interpretiert werden und die simulierte Welt wiederum beeinflussen. Diese Technik stellt einerseits Anforderungen an ExpertInnen und WissensingenieurInnen, zu einem Thema eine Vielzahl an Denkmustern abzudecken, ermöglicht SpielerInnen andererseits freies Denken und erhöht somit den Anspruch enorm.

### **Regelerweiterungen im Spiel**

Ein aufregender neuer Ansatz in der weiterführenden Forschung ist es, SpielerInnen mit einem generischen Eingabesystem die Definition eigener Regeln zu ermöglichen. Diese Regeln erweitern den Handlungsspielraum um selbst Erdachtes. Natürlich hat auch hier die Anwenderin/der Anwender nur eingeschränkte Möglichkeiten, sie sind aber um ein Vielfaches variabler als es die Festlegung durch den Wissensingenieur erlaubt.

### **Lernpsychologie**

Neben der Anforderung an Realismus sind zum Zwecke der Aus- und Weiterbildung auch Anforderungen an die Art und Weise der Wissensvermittlung gestellt.

Die wissenschaftlichen Erkenntnisse und die Anzahl der Methoden im Bereich des Lernens sind in den letzten zehn Jahren stark gestiegen. Nachdem die theoretischen, technischen und verfahrensbezogenen Hürden durch unsere Forschungsarbeit überwunden sind, empfiehlt sich eine noch tiefer gehende Auseinandersetzung mit den Themen der Lernpsychologie.

## **Analyse und Interpretation**

Im Zuge dieses Projektes wurden sowohl die verwendeten Tools als auch die angewendete Vorgehensweise stark erweitert und verbessert. Es wurde ein ausreichendes Logging und Monitoring implementiert. Die wichtigsten Kennzahlen, eine Handlungs- und Ereignishistorie, sowie die Entwicklung über die Zeit können als Bericht je Spielperiode für die gesamte bisherige Spieldauer ausgelesen werden (ist als Powerpoint vorkonfektioniert und ist gleich der Input für die Gruppendiskussion und das Feedback).

Diese Informationen sind sowohl für WissensingenieurInnen<sup>11</sup> als auch für die Anwenderin/den Anwender, für SeminarleiterInnen und beratende ExpertInnen von großem Nutzen. Wir sollten hier noch maßgebliche Erweiterungen einführen, um die Analyse und Interpretation zu erleichtern. Daneben sollen – wie bereits erwähnt – eigene Erklärungskomponenten gezielt und in für alle verständlicher Weise Aussage darüber geben können, durch welches Handeln oder Nicht-Handeln welche Auswirkungen auf das System zustande kamen.

## **Multimediale Unterstützung**

Für manche Zielgruppen und Anwendungszwecke ist eine multimediale Aufbereitung von Inhalten sicherlich sehr hilfreich, um die Vorstellungskraft und das Merkvermögen zu verstärken.

Insbesondere bei jungen Menschen und/oder AnwenderInnen, welchen viele Begriffe aus Wissenschaft/Wirtschaft nicht geläufig sind, empfiehlt sich die grafische Ausarbeitung durch Beispielbilder und -videostreams, sowie die Anbindung an Wissensmanagementsysteme (durch Glossare, Fachartikel, Online-Material, ...).

## **Mehrspielermodi (Massive Multiplayer, Gruppen)**

Die Game Engine ist derzeit auf einzelne SpielerInnen (zumeist Spielgruppen aus zwei bis drei Personen) in einer einzigen Welt ausgerichtet. Deshalb besteht zur Zeit keine Wechselwirkung zwischen ihnen. Die Wechselwirkung entsteht erst in den Feedbackrunden mit dem Erfahrungsaustausch und der Analyse des Erfolges (oder Misserfolges) der verschiedenen von den einzelnen Gruppen verfolgten Strategien im Spiel.

Sowohl vom theoretischen Modell als auch von Seite der technischen Machbarkeit ausgehend ist ein Mehrspielermodus in Gruppen genauso möglich wie auch ein MMSG (Massive Multiplayer Serious Game), in dem sehr viele SpielerInnen in einer simulierten Welt in Verbindung und in Wettbewerb treten.

---

<sup>11</sup> WissensingenieurInnen erarbeiten mit Experten das zu formalisierende Wissen, um es in einem Regelsystem zu verarbeiten.

## **Skalierbarkeit**

Für viele zukünftige Anwendungsszenarien ist es in technischer Hinsicht notwendig, die Skalierbarkeit der Software- und Serversysteme weiter zu gewährleisten. Dies bedeutet, bezüglich Softwarearchitektur und Hardware/Hosting hinreichend zu investieren, um einen 24/7-Livebetrieb aufrechterhalten zu können. Zusätzlich kämen in solchen Fällen Aufwände an Wartung und Service/Support auf den Betreiber zu.

## 11. Inhaltliche Weiterentwicklung und weitere Verbreitung

Als Resultat der Arbeiten an diesem Projekt steht eine komplexe Wirtschaftssimulation für nachhaltiges Unternehmensmanagement zur Verfügung, die als Prototyp für weitere Anwendungsgebiete dienen kann.

Die inhaltliche Weiterentwicklung betrifft die Verfeinerung der Unternehmensmodellierung sowie den Ausbau der integrierten Szenarien. Eine weitere Möglichkeit stellt die Modellierung anderer Produkte bzw. Unternehmen im Zuge einer konkreten Adaptierung für ein bestimmtes Unternehmen oder eine bestimmte Branche dar. Folgende Aufzählung fasst mögliche Diversifikationen in der Weiterentwicklung des Planspiels zusammen:

- unterschiedliche Branchen
- unterschiedliche Bildungsstufen (Schule, Hochschulausbildung, Mitarbeiter und Unternehmer)
- den Anwendungszweck selbst (Ausbildung, Prozessoptimierung/Schulung in Betrieben, Assessment)
- den Detaillierungsgrad und die Auswahl der Themengebiete (aufbauend mittels Übungseinheiten)

Das Projektkonsortium plant zur weiteren Verbreitung und Vertiefung des Planspiels auch zukünftig das in diesem Projekt konzipierte Seminar inkl. des Planspiels anzuwenden. Dazu sind weitere Seminare in Oberösterreich und in Vorarlberg in Planung. Zudem laufen Gespräche mit der Wirtschaftsinitiative Nachhaltigkeit (WIN) zur Anwendung des Planspiels.

Im Rahmen des Projektes konnten auch Kontakte zu Lehrenden an berufsbildenden Schulen (tlw. Teilnehmer) aufgenommen werden. Das Interesse an der Erprobung des Planspiels mit Schülern ist groß und wird mit den Schulverantwortlichen in den nächsten Monaten diskutiert. Eine Überarbeitung (vermutl. Vereinfachung) wird vermutlich erforderlich sein.

Das entwickelte Planspiel ist erweiterbar, wobei folgende Ausbaustufen geplant sind:

- Ergänzung um Betriebsmodelle aus anderen Branchen (Tourismus)
- Erstellen einer englischsprachigen Version, um die internationale Anwendbarkeit zu ermöglichen
- Einbinden der Ansätze der nachhaltigen Unternehmenswertermittlung als zentrale Entscheidungshilfe
- Weitere Einbindung in die universitäre und außeruniversitäre Lehre
- Erarbeitung einer Version zum Einsatz in höheren (allgemeinen bzw. berufsbildenden) Schulen

Somit ist sichergestellt, dass die in diesem Projekt erarbeiteten Ergebnisse einem breiten Interessentenkreis zur Verfügung gestellt werden können.

## **12. Detailangaben in Bezug auf die Ziele der Programmlinie**

Das entwickelte Seminarkonzept ermöglicht durch das innovative Planspielkonzept den Teilnehmern Möglichkeiten zu erkennen und zu testen, Nachhaltigkeit in die Unternehmensstrategie, Abläufe und die Unternehmensentwicklung umfassend zu integrieren. Dadurch ist ein Bewusstmachen der Bedeutung einer nachhaltigen Wirtschaftsweise für die nachhaltige Entwicklung eines Unternehmens möglich, im speziellen können folgende Prinzipien erkannt und im Kontext des betrieblichen Alltags verstanden werden.

### ***12.1. Prinzip der Dienstleistungs-, Service- und Nutzenorientierung***

In einer nachhaltig zukunftsverträglichen Entwicklung ist die Bereitstellung von Energie, von Gütern und Produkten nicht primär von reinen Versorgungsüberlegungen (was kann wo angeboten und verkauft werden) geprägt, sondern konzentriert sich zunächst auf die mit Energie, Gütern und Produkten zu erfüllenden Funktionen bzw. Dienst- oder Serviceleistungen. Der definitive Nutzen wird in Relation zum stofflichen und energetischen Aufwand gesetzt und damit die "Nachhaltigkeit" abschätzbar.

### ***12.2. Prinzip der Nutzung erneuerbarer Ressourcen***

Dieses Prinzip zielt darauf ab, sowohl die energetische als auch die breite stoffliche Versorgung möglichst durch erneuerbare und/oder nachwachsende Ressourcen zu bewerkstelligen. Im Planspiel ist der Einsatz erneuerbarer Ressourcen inklusive der ökonomischen und ökologischen Konsequenzen abgebildet.

### ***12.3. Effizienzprinzip***

Eine wichtige Zielsetzung das Prinzips der Effizienz ist es, Produktions-, Dienst- oder Serviceleistungen so energie- und materialeffizient wie möglich zu erfüllen, wobei auch die Kosteneffizienz im Sinne wirtschaftlicher Nachhaltigkeit nicht außer Acht gelassen werden dürfen. Dieses Prinzip ist umfassend im Planspielmodell berücksichtigt, wobei je nach Entwicklungsstand des Unternehmens Kennzahlen unterschiedlichen Detaillierungsgrades zur Darstellung der Effizienz zur Verfügung stehen.

### ***12.4. Prinzip der Rezyklierungsfähigkeit***

Besonders in den Bereichen, in denen die Nutzung erneuerbarer Ressourcen noch nicht oder nur schwer möglich ist, ist eine Rezyklierung oder kaskadische Nutzung anzustreben. Dieses Prinzip ist im Unternehmensmodell abgebildet, es stehen dazu entsprechende Aktionen zur Verfügung, die ebenfalls mit Kennzahlen (z.B. Recyclinganteil bei den eingesetzten Materialien) hinterlegt sind.

### **12.5. *Prinzip der Einpassung, Flexibilität, Adaptionsfähigkeit und Lernfähigkeit***

Zukunftsverträgliche Entwicklungen sind als innovative, dynamische Prozesse zu begreifen, die in Bezug auf Technologien einerseits eine Einpassung an vorhandene (z. B. regionale) Rahmenbedingungen und Gegebenheiten und andererseits eine kontinuierliche Anpassung an neue Entwicklungen und Gegebenheiten erfordern. Durch den Einsatz des Planspiels und der in diesem Planspiel modellierten Zusammenhänge wird diesem Prinzip Rechnung getragen, insbesondere dem wichtigen Aspekt des Kompetenzaufbaus und der Kompetenzentwicklung für nachhaltiges Handeln.

### **12.6. *Prinzip der Fehlertoleranz und Risikovorsorge***

Das Prinzip der Vorsorge gegenüber Störfällen technischer Anlagen mit potentiellen Auswirkungen auf ganze Landstriche und zukünftige Generationen gehört integral zum Konzept einer "Nachhaltigen Entwicklung". Das Vorsorgeprinzip ist mittlerweile zu einem der wichtigsten technologiepolitischen Prinzipien innerhalb und außerhalb der Europäischen Union geworden. Da dieses Prinzip konkrete technische Systeme betrifft, konnte es im Planspielmodell nicht berücksichtigt werden.

### **12.7. *Prinzip der Sicherung von Arbeit, Einkommen und Lebensqualität***

Durch die Erhaltung und die Schaffung hochwertiger und vor allem sinnvoller Arbeit einerseits, sowie einer lebenswerten Umwelt andererseits soll die Sicherung bzw. Erhöhung der allgemeinen Lebensqualität erreicht werden. Nachhaltige Produkte und Technologien zeitigen in ihren sozioökonomischen Folgen klare Wirkungen in Richtung höherer Zukunftsfähigkeit, Generationengerechtigkeit, Umweltverträglichkeit etc. Diese "social benefits" unterscheiden damit oft klar nachhaltige von weniger nachhaltigen Techniken. Anhand des Planspiels können nachhaltige Unternehmensstrategien entwickelt und geübt werden, womit Verständnis für dieses Prinzip bei den Teilnehmern geschaffen wird.

Die Akteure diskutieren nicht über diese Prinzipien sondern setzen diese Prinzipien am Modell durch die gewählten Aktionen und Handlungen um. Nachhaltigkeit ist ein Prozess, der in konkreten Situationen ausgestaltet wird. Das Modell ermöglicht Zeitraffer, es können für didaktische Zwecke Entwicklungen beschleunigt werden. Vorgänge, die sonst vielleicht Jahre dauern und sich so der unmittelbaren Erfahrung entziehen, können auf wenige Stunden verkürzt werden. Das Modell ermöglicht auch, bestimmte relevante Aspekte zur eigenen Strategiebildung überdeutlich darzustellen und lässt sich darüber hinaus in seiner Komplexität anpassen, um so verschieden hohe Grade an Herausforderungen darzustellen.

## 13. Literaturverzeichnis

Albin T. Stephen: The Art of Software Architecture, Wiley, 2003

Baumgartner Rupert J.: Sustainable Business Management: Grundlagen, Strategien und Instrumente einer nachhaltigen Unternehmensführung. In: Baumgartner, R.J. et al. (Hrsg.): Wertsteigerung durch Nachhaltigkeit. München: Rainer Hampp Verlag, S. 51-72, 2005

Baumgartner Rupert J.: Organizational Culture and Leadership: Preconditions for the Development of a Sustainable Corporation. In: Sustainable Development, Vol. 17, S. 102-113, 2009a

Baumgartner, Rupert J.: Nachhaltigkeitsorientierte Unternehmensführung: Modell, Strategien und Managementinstrumente. Habilitationsschrift, Montanuniversität Leoben, 2009b

Bleischwitz Raimund; Hennicke Peter: Eco-Efficiency, Regulation and Sustainable Business: Towards a governance structure for Sustainable Development, Cheltenham: Edward Elgar, 2004

Boddy David: Management-An Introduction (Third Edition), Prentice Hall, 2005

Dyllick Thomas: Management der Umweltbeziehungen: Öffentliche Auseinandersetzung als Herausforderung. Wiesbaden: Gabler, 1989

Dyllick Thomas: Strategischer Einsatz von Umweltmanagementsystemen. In: Umweltwirtschaftsforum. Vol. 8, Nr. 3/2000: S. 64 – 68, 2000

Dyllick Thomas; Hockerts Kai: Beyond the Business Case for Corporate Sustainability, In: Business Strategy and The Environment, Vol.11, No.2, S.130-141, S. 2002

Dyllick Thomas; Schaltegger Stefan: Nachhaltigkeitsmanagement mit einer Sustainability Balanced Scorecard, In: UmweltWirtschaftsForum Vol.9, Nr. 4, S. 68-73, 2001

Dyllick Thomas; Bieker Thomas; Gminder Ulrich: Nachhaltigkeit managen mit der Balanced Scorecard, In: UmweltWirtschaftForum, Vol. 11, Nr. 2, S. 58-62, 2003

Dyllick Thomas; Hummel Johannes (1995): EMAS und/oder ISO 14001. Wider das strategische Defizit in den Umweltmanagementnormen. UmweltWirtschaftsForum, Vol. 3, Nr. 3, S. 24-28, 1995

Ebner Daniela: Assessing Corporate Social Responsibility in Industrial Firms: the CSR-Assessment. Dissertation, Montanuniversität Leoben, 2008

Ebner Daniela; Baumgartner Rupert J.: The relationship between Sustainable Development and Corporate Social Responsibility. Corporate Responsibility Research Conference, Dublin, 2006

EFQM Brussels Representative Office: Das EFQM-Modell für Excellence (deutsche Fassung), EFQM Brussels Representative Office, 2003

Elkington John: Cannibals with Forks. British Columbia. New Society, 1998

Europäische Kommission: Grünbuch Europäische Rahmenbedingungen für die soziale Verantwortung der Unternehmen, KOM (2001) 366 endgültig, 18.07.2001, Brüssel, 2001

Geary David; Horstmann Cay: Core JavaServer Faces (2nd Edition), Prentice Hall, 2005

GRI (Global Reporting Initiative): Leitfaden zur Nachhaltigkeits-berichterstattung - Version 3.0, Amsterdam: Arbeitspapier, Global Reporting Initiative, 2006

Hansen Ursula; Schrader Ulf: Corporate Social Responsibility als aktuelles Thema der Betriebswirtschaftslehre. In: DBW, Vol. 65, Nr. 4, S. 373-395, 2005

Hoffmann Leah: Learning Through Games. In: Communications of the ACM, Vol. 52, No. 8, 2009

Jackson Peter: Introduction to Expert Systems, Addison Wesley, 1999

Korhonen Jouni: Should we measure CSR? In: Corporate Social Responsibility and Environmental Management, Vol. 10, Nr. 1, S. 25-39, 2003

Korhonen Jouni: From Material Flow Analysis to Material Flow Management: strategic sustainability management on a principle level. In: Journal of Cleaner Production, Vol. 15, Nr. 17, S. 1585-1595, 2007

Labuschagne Carin; Brent Alan C.; van Erck Ron: Assessing the sustainability performance of industries. In: Journal of Cleaner Production, Vol. 13, Nr. 4, S. 373-385, 2005

Leitschuh Heike: CSR ist gut, Nachhaltig Wirtschaften ist besser. In: Umweltwirtschaftsforum, Vol. 16, Nr. 1, S. 45-48, 2008

Mainzer Klaus: Thinking in Complexity (4th Edition), Springer, 2004

Millington Ian: Artificial Intelligence for Games, Morgan Kaufmann, 2006

Porter Michael E.: Competitive Strategy, Free Press, 1980

Robèrt Karl-Henrik et al.: Strategic sustainable development - selection, design and synergies of applied tools. In: Journal of Cleaner Production, Vol. 10, Nr. 3, S. 197-214, 2002

Roome Nigel J.: Sustainable development and the industrial firm. In: Roome, N.J. (Hrsg.): Sustainable strategies for industry: the future of corporate practice. USA: Island Press, 1998

Rouse Richard II: Game Design – Theory & Practice, Wordware Publishing, 2001

Siler William; Buckley James J.: Fuzzy Expert Systems and Fuzzy Reasoning, Wiley, 2005

Stone Lesley J.: Limitations of cleaner production programmes as organisational change agents I. Achieving commitment and on-going improvement. In: Journal of Cleaner Production, Vol. 14, Nr. 1, S. 1-14, 2006

van Kleef J.A.G.; Roome, Nigel J.: Developing capabilities and competence for sustainable business management as innovation: a research agenda. In: Journal of Cleaner Production, Vol. 15, Nr. 1, S. 38-5, (2007)

van Marrewijk Marcel: Concepts and Definitions of CSR and Corporate Sustainability: Between Agency and Communication. In: Journal of Business Ethics, Vol. 44, Nr. 2-3, S. 95-105, 2003

Welford Richard: Hijacking Environmentalism. Corporate Responses to Sustainable Development, Earthscan, 1997

Wheeler David; Elkington John: The end of the corporate environmental report. Or: The advent of cybernetic sustainability reporting. In: Business Strategy and the Environment 10:, S 1-14, 2001

Xuzhu Da Kerre: Mathematics of Fuziness – Basic Issues, Studies in Fuzziness and Soft Computing, Springer, 2008/2009

## 14. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Modell des Strategic Sustainable Development .....	15
Abbildung 2: Charakterisierung nachhaltiger Unternehmensstrategien .....	21
Abbildung 3: Wertkettenmodell nach Porter .....	23
Abbildung 4: Strukturierung der Aktionen nach dem Wertkettenmodell .....	23
Abbildung 5: Rule Engine .....	26
Abbildung 6: Rete-Algorithmus .....	27
Abbildung 7: Vorwärtsverkettung in Expertensystemen.....	28
Abbildung 8: Space of Interaction .....	35
Abbildung 9: Überblick über einige Kennzahlen .....	65
Abbildung 10: Historischer Verlauf, Gruppen von Aktionen .....	65
Abbildung 11: Ereignisbenachrichtigung, Historie.....	66
Abbildung 12: Aktionen planen und ausführen .....	66

# 15. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Definierte Rollen .....33

## 16. Unterschrift

Ich bestätige, dass der Bericht vollinhaltlich durch die Partner des Projektes akzeptiert wurde.

---

Datum

---

Unterschrift und Stampiglie des Antragstellers (Koordinators)

## 17. Anhänge

### 17.1. *Anhang Spielanleitung Sustainability Manager (Kurzanleitung für Spielleiter)*

#### Voraussetzungen

- Für die Durchführung von Seminaren in Gruppen sind Zugangsdaten für jede Gruppe erforderlich. Diese erhalten Sie von Ihrem technischen Betreuer.
- Der Einstieg erfolgt auf <http://www.know-how-games.com>
- Wichtige Info für Internet Explorer 8: Schalten Sie bitte den Browser zu Beginn auf die Kompatibilitätsansicht (Menüpunkt „Extras“ - „Kompatibilitätsansicht“)

#### Anmelden, Spielstart

- Melden Sie Gruppe für Gruppe am System an. Achten Sie darauf, dass auch jede Gruppe ihre eigenen Zugangsdaten verwendet, da bei gleichzeitiger Anmeldung unter gleichem Namen kein korrektes Spiel möglich ist.
- Die Anmeldung am System kann einige Zeit dauern, da hierfür die Spielwelt beim Einstieg generiert werden muss. Melden Sie deshalb nach Möglichkeit die Gruppen zeitversetzt an, um eine momentane hohe Last des Servers zu verhindern.
- Eine Spielgruppe kann auf der Einstiegsseite entweder ein neues Spiel beginnen oder ein aktuelles Spiel weiter führen (so vorhanden). Dies ist bspw. auch dann hilfreich, wenn das Spiel einem anderen Zeitpunkt fortgesetzt werden soll oder durch Abbruch der Internetverbindung oder einen Anwendungsfehler beendet wurde.

#### Navigation, Abmelden

- Nach der Anmeldung gelangen Sie zur Einstiegsseite. Nachdem das Spiel gestartet wurde, landen Sie im Cockpit des Unternehmens.
- Im Menüpunkt rechts oben „Gehe zu“ gelangen Sie aus dem Spiel wieder zur Einstiegsseite. Dort haben Sie die Möglichkeit sich abzumelden.

#### Cockpit

- Das Spiel wird rundenbasiert in Perioden von je einem Monat gespielt. Sie sehen das aktuelle Spieldatum und die Runde im oberen Bereich des Cockpits angezeigt.
- Dort finden Sie auch die wichtigsten Informationen auf einen Blick
  1. Ihr wichtigstes Ziel
  2. Ihre für das Management verfügbare Zeit innerhalb dieser Periode
  3. Der aktuelle Stand Ihres Unternehmens (monetär, sozial, ökologisch) als Farbskala („grün-rot“ von „sehr gut-sehr schlecht“)

#### Spielprinzip

- Nachdem Sie das Spiel gestartet haben, können Sie sich anhand vieler Kennzahlen den aktuellen Stand Ihres Unternehmens ansehen. Danach sollten Sie Aktionen

setzen, diese sind allerdings nur eingeschränkt möglich und sollten gut gewählt werden.

- In der rechten Spalte erhalten Sie oben alle aktuellen Neuigkeiten. Durch einen Klick darauf erhalten Sie nähere Informationen.
- Darunter finden Sie in der rechten Spalte die wichtigsten Kennzahlen im Überblick, sowie deren Bewertung durch eine Farbskala. Eine Übersicht aller Kennzahlen befindet sich im Menü „Kennzahlen“. Tipp: Dort können Sie einen Suchfilter setzen, um die Anzeige der Kennzahlen einzuschränken und somit schnell die gewünschte Kennzahl zu finden. Zusätzlich sind die wichtigsten davon in Kategorien unterteilt, die im Menü ausgewählt werden können.

### **Aktionen**

- Sobald Sie sich einen Überblick über das Unternehmen verschafft haben, wird es Zeit Entscheidungen zu treffen und Aktionen zu setzen.
- Aktionen können von Ihnen in Ruhe geplant werden und werden erst mit Beendigung der Runde ausgeführt. Sie sehen eine Liste aller zur Zeit verfügbaren Aktionen im Menü „Alle Aktionen“. Info: Welche Aktionen möglich sind, hängt von Ihren vorhergehenden Entscheidungen und dem Verlauf der Unternehmensgeschichte ab!
- Zu jeder Aktion sehen Sie eine Beschreibung und zwei Anzeigen:
  1. Komplexitätsgrad (links): Aktionen, welche zu komplex sind, werden häufig scheitern, wenn Sie nicht bereits große Erfolge im Laufe der Zeit verbuchen konnten. Tipp: Führen Sie zu Beginn einfachere Aktionen aus und beachten Sie insbesondere die Entwicklung Ihrer Innovationskraft in Hinblick auf die Komplexität von Aktionen.
  2. Aufwand (rechts oben): Für die Planung jeder Aktion benötigen Sie als Manager im Unternehmen Zeit. Ihre persönlich verfügbare Arbeitszeit sehen Sie wie beschrieben im oberen Bereich des Cockpits angezeigt. Info: Aktionen, die mehr Zeit beanspruchen würden als Sie derzeit noch verfügbar haben, können nicht geplant werden. Sie können bereits geplante Aktionen wieder entfernen, um sich Zeit zu verschaffen.
- In der Anzeige der Aktionen können Sie zwischen bereits gesetzten (geplanten), verfügbaren und bereits laufenden Aktionen (das sind Aktionen aus vorhergehenden Perioden, die noch andauern) auswählen.
- Wenn Sie eine Aktion auswählen, können Sie manchmal zusätzliche Parameter angeben, welche die Aktion genauer spezifizieren.
- Einen Schnellzugriff auf sehr häufig benötigte Aktionen sehen Sie im linken oberen Bereich. Wählen Sie dort eine Aktion aus der Liste aus und klicken sie auf setzen, um diese zu planen.

### **Runde beenden**

- Haben Sie alle Aktionen für eine Periode geplant, so klicken Sie auf „Runde beenden“. Damit wird die nächste Spielperiode simuliert und sie starten in eine neue Periode.

- Managen Sie nun weiterhin Ihr Unternehmen, bis das vereinbarte Spielziel erreicht ist (ein bestimmter Zielwert einer Kennzahl, eine bestimmte Periodenanzahl, bis Sie pleite sind oder bspw. bis Sie eine bestimmte Aktion durchführen konnten).
- Im Menü „Historie“ haben Sie einen Einblick in die Geschehnisse der vorhergehenden Perioden.

### **Tipps und Tricks, typische Fehler**

- Die Durchführung für Ihren Entwicklungsstand möglicherweise zu komplexer Aktionen birgt ein Risiko. Gewöhnen Sie sich in solchen Fällen an ein häufiges Scheitern.
- In den ersten Perioden Ihrer Unternehmensführung werden Sie nur durch gezielten, überlegten Einsatz Ihrer Ressourcen und eine geschickte Weiterentwicklung zu einem positiven Unternehmensverlauf gelangen; doch bedenken Sie: Aller Anfang ist schwer. Haben Sie das notwendige Durchhaltevermögen.
- Bedenken Sie, dass viele Aktionen Ressourcen wie bspw. Mitarbeiter binden, die dann mitunter für die Produktion, Einkauf oder andere Bereiche fehlen. Hier ist, wie so oft, das notwendige Maß zu finden.
- Jeder Spielverlauf ist individuell und teilweise mit positiven oder negativen Ereignissen verbunden, die außerhalb Ihres Einflussbereichs liegen (wie im realen Leben auch).
- Jene Aktionen, die über den Schnellzugriff zugänglich sind, werden Sie wahrscheinlich oft adaptieren müssen, um ein geeignetes Gleichgewicht zwischen Angebot und Nachfrage bzw. Produktion und Einkauf schaffen zu können. Andere Aktionen wiederum werden manchmal nur ein einziges Mal in einem Unternehmen vonnöten sein.
- Bedenken Sie, dass die geplanten Aktionen zwar Ihren Wünschen entsprechen, nicht aber unbedingt realisierbar gewesen sein müssen. So kann die Produktion an fehlenden Baugruppen scheitern, der Einkauf an zu vollen Lagern.
- Stellen Sie nur so viele zusätzliche Mitarbeiter ein, wie Sie es sich leisten können. Bedenken Sie aber dennoch den großen Wert von Mitarbeitern in Unternehmen.
- Halten Sie ein Gleichgewicht zwischen den drei Dimensionen (monetär, sozial, ökologisch). Sie haben die Chance Ihr Unternehmen ganzheitlich auf einen Erfolgskurs zu bringen. Nutzen Sie diese. Viel Vergnügen dabei!

### **Support**

Sollten technische Probleme beim Starten oder der Bedienung des Spiels auftreten, versuchen Sie Folgendes:

4. Schließen Sie den Browser. Kontrollieren Sie Ihre Internetverbindung und starten Sie die Anwendung neu.
5. Versuchen Sie einen anderen Browser und/oder konfigurieren Sie Ihren Browser (IE8: Extras/Kompatibilitätsansicht, Proxy, Firewall/Webfilter). Suchen Sie Unterstützung von Ihrem lokalen Administrator.

6. Ausfälle oder lange Wartezeiten von über einer Minute sind in seltenen Fällen möglich. Haben Sie in diesem Fall etwas Geduld.
7. Sollte es in einer bestimmten Spielrunde Probleme geben, können Sie auf die Einstiegsseite wechseln und die „Letzte gespeicherte Sitzung laden“.
8. Landet Ihr Browserfenster aus irgendwelchen Gründen nicht mehr im Spiel, geben Sie <http://www.know-how-games.com> in die Adressleiste ein.
9. Sollten Ihnen dennoch kein Zugang zum Spiel gelingen, kontaktieren Sie den Betreuer, welcher Ihnen die Zugangsdaten bereit gestellt hat. Dieser wird den Spielserver für Sie reaktivieren. Die Spielstände jedes Spieler werden automatisch gespeichert. Klicken Sie nach dem Einstieg auf „Letzte gespeicherte Sitzung laden“, um fortzusetzen.

### **Ausgangssituation**

- Verkaufspreise: 7.600 €
- Geplante Einkaufsmenge von Baugruppen: 1.000 Stück
- Geplante Produktionsmenge: 1.000 Stück
- Finanzielle Situation: gut
- Unternehmensreife: gering
- Ökologie: neutral
- Innovationskraft: sehr gering

### **Auswertungen**

- In jeder Spielperiode kann von der Einstiegsseite (aus dem Cockpit: „Gehe zu“ - „Einstiegsseite“) ein Powerpoint-Bericht herunter geladen werden, welcher einen Überblick über die wichtigsten Kennzahlen, Ereignisse und Aktionen verschafft.
- Tipp an den Spielleiter: Lassen Sie Ihre Gruppen bei Halbzeit und am Ende einer Spielsitzung (frühestens aber nach einer Spielzeit von 12 Perioden) einen Bericht herunter laden und analysieren Sie den Verlauf in der Gruppe.

## 17.2. Anhang Einladung Seminar Nachhaltigkeitsmanagement Juli 2009

Seminarreihe Umweltmanagement

# NACHHALTIGKEITSMANAGEMENT PRAKTISCH UMSETZEN



*Nachhaltiges Wirtschaften als Basis des unternehmerischen Erfolgs –  
Erwerben Sie theoretische und praktische Kenntnisse des Nachhaltigkeits-  
managements auf Basis des Unternehmensplanspiels „The Sustainability  
Manager“*

<b>Inhalt:</b>	<p>Nachhaltiges Wirtschaften stellt die Basis für langfristigen unternehmerischen Erfolg dar. Nachhaltigkeit und nachhaltiges Wirtschaften für Unternehmen erlebbar zu machen und Möglichkeiten aufzuzeigen, diese in die Unternehmensführung zu integrieren, sind die grundlegenden Ziele dieses zweitägigen Seminars.</p> <p>Am ersten Tag erfolgt eine Einführung in die Themenstellung und die gemeinsame Erarbeitung wesentlicher theoretischer Grundlagen der nachhaltigen Unternehmensführung, der zweite Tag steht unter dem Motto „learning by doing“ bzw. „learning by playing“ mittels dem Unternehmensplanspiel „The Sustainability Manager“. Dabei sind ausgehend von einer realitätsnahen Beschreibung eines Herstellers von Fahrzeugen von den Spielern alle unternehmerischen Entscheidungen wie Strategie, ökoeffiziente Prozessführung, Rohstoffauswahl, Arbeitsorganisation, Produkte und Preise zu treffen. Ziel ist es, das Unternehmen möglichst nachhaltig zu führen.</p> <p>„The Sustainability Manager“ simuliert die Auswirkungen der Entscheidungen in einer Spielperiode, berechnet relevante Nachhaltigkeitsindikatoren und spiegelt die Entwicklung des Unternehmens in der Periode in den Dimensionen Wirtschaftlichkeit – Soziale Aspekte – Umweltauswirkungen wieder. Danach müssen die Spieler wiederum Entscheidungen für die nächste Periode treffen. Dadurch ist es möglich, im Zeitraffer langfristige Entwicklungen aufgrund längerfristiger nachhaltiger Entscheidungen zu simulieren. Die Spieler lernen Periode für Periode besser die wesentlichen Aspekte einer nachhaltigen Wirtschaftsweise sowie deren Konsequenzen für das eigene Unternehmen zu verstehen.</p> <p>Dieses Seminar richtet sich vor allem an Führungskräfte sowie Managementsystembeauftragte (Nachhaltigkeit, CSR, Umwelt, Qualität) aus Handel, Gewerbe und Industrie, UnternehmensgründerInnen, VertreterInnen von Behörden und öffentlichen Einrichtungen sowie Lehrende und Studierende.</p>
<b>Referenten:</b>	<p><b>Dr. Rupert Baumgartner</b> (Montanuniversität Leoben), <b>Dr. Johannes Fresner/Johann Fürmann</b> (Stenum GmbH, Graz), <b>DI Jürgen Jantschgi</b> (Jantschgi C&amp;R, Wolfsberg), <b>Franz Baumann</b> (Baumann glas, Baumgartenberg/Perg)</p>
<b>Termin/Ort:</b>	<p>01. Juli 2009, 09:30 – 17:00 Uhr, 02. Juli 2009, 08:30 – 16:00 Uhr Department Wirtschafts- und Betriebswissenschaften, Montanuniversität Leoben, Peter-Tunner-Straße 25-27, 8700 Leoben</p>
<b>Kosten:</b>	<p>40 Euro Unkostenbeitrag für Unterlagen und Verpflegung</p>
<b>Organisation &amp; Anmeldung:</b>	<p>Dr. Rupert Baumgartner, Dep. Wirtschafts- und Betriebswissenschaften, MU Leoben Tel.: 03842/402-6004, mail: <a href="mailto:baumgartner@wbw.unileoben.ac.at">baumgartner@wbw.unileoben.ac.at</a>, web: <a href="http://wbw.unileoben.ac.at">http://wbw.unileoben.ac.at</a> Um schriftliche Anmeldung wird bis zum 22. Juni 2009 gebeten.</p>

Dieses Seminar findet im Rahmen des Projektes „Zwei Tage Nachhaltigkeit“ der  
Programmlinie „Fabrik der Zukunft“ statt.



## 17.3. *Anhang zum technischen Teil*

### **Rule Management**

#### *Taxonomien*

- Init
  - Game
  - Period
- InteractionType
  - Autonomous
  - User
- Wertkette
  - Infrastructure
  - Corporate Technology Strategies
  - Marketing
  - Sales
  - Production
  - Procurement
  - Purchasing
  - Human Resources
- Indicators
  - Economic
  - Ecological
  - Social
- Flow
  - Global Rule
  - Process
  - Scenario

#### *Agenden und Phasen*

Jede Periode wurde in unterschiedliche Phasen unterteilt, welche durch den Wechsel des Fokus auf sogenannte Agenda Groups erfolgte. Diese Aufteilung war hilfreich, um trotz aller Komplexität die Überschaubarkeit zu gewährleisten.

#### *Hilfskonstrukte*

Über die Schnittstelle der Know How Game Engine zum BRMS wurden einige Hilfskonstrukte eingeführt, welche das Verfassen von Regeln vereinfachen. Darüber hinaus ermöglichen diese einen Zugriff auf historische, statistische Daten und deren Analyse. Die Integration der Apache Common Mathematics Library in das Regelsystem stellt ein starkes mathematisches Fundament zur Verfügung.

#### *Drools Guvnor*

Das Business Rule Management System (BRMS) Drools Guvnor wurde weitgehend zur Verwaltung von Regeln und zu deren Test im lokalen Gültigkeitsbereich eingesetzt. Er ist ein professionelles Werkzeug und in Kombination mit dem Drools-Plugin für die Eclipse IDE eine Voraussetzung für die Erstellung komplexer regelbasierter Expertensysteme in einer annehmbaren Zeitspanne.

### **Know How Game Engineer's Guide**

Als Hilfestellung für der technischen Abwicklung der Regelerstellung wurde eine Engineer's Guide erstellt, der Funktionsbeschreibungen, Muster und Prozessbeschreibungen enthält. Er umfasst die folgenden Bereiche:

- Game Handler
- Event Handler
- Human Task Handler
- Fact History
- Helpers
- Game Cycle Management
  - Initialization
  - Periodicity
  - Breaks / Persistence

### **Workflow Management Guide**

Als Hilfestellung für die organisatorische Abwicklung der Wissensakquisition und Wissensformalisierung wurde ein Workflow Management Guide erstellt, der im Wesentlichen folgende Bereiche beschreibt:

- Voraussetzungen
- Hilfestellungen zur Formalisierung
- Agenda Groups
- Event Handler
- Task Triggers
- Editieren von Regeln
- Facts
- Common Rule Types

## Screenshots

Die folgenden Screenshots zeigen exemplarische Ausschnitte der Spieloberfläche.

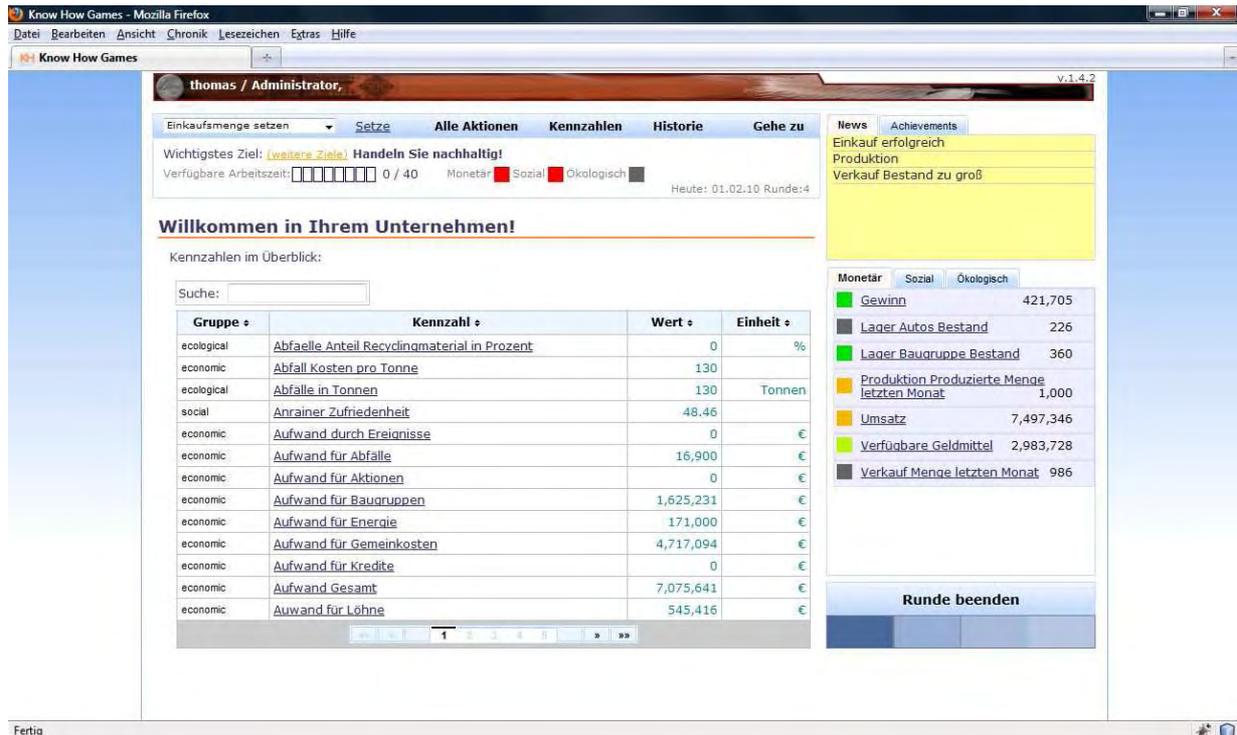


Abbildung 9: Überblick über einige Kennzahlen

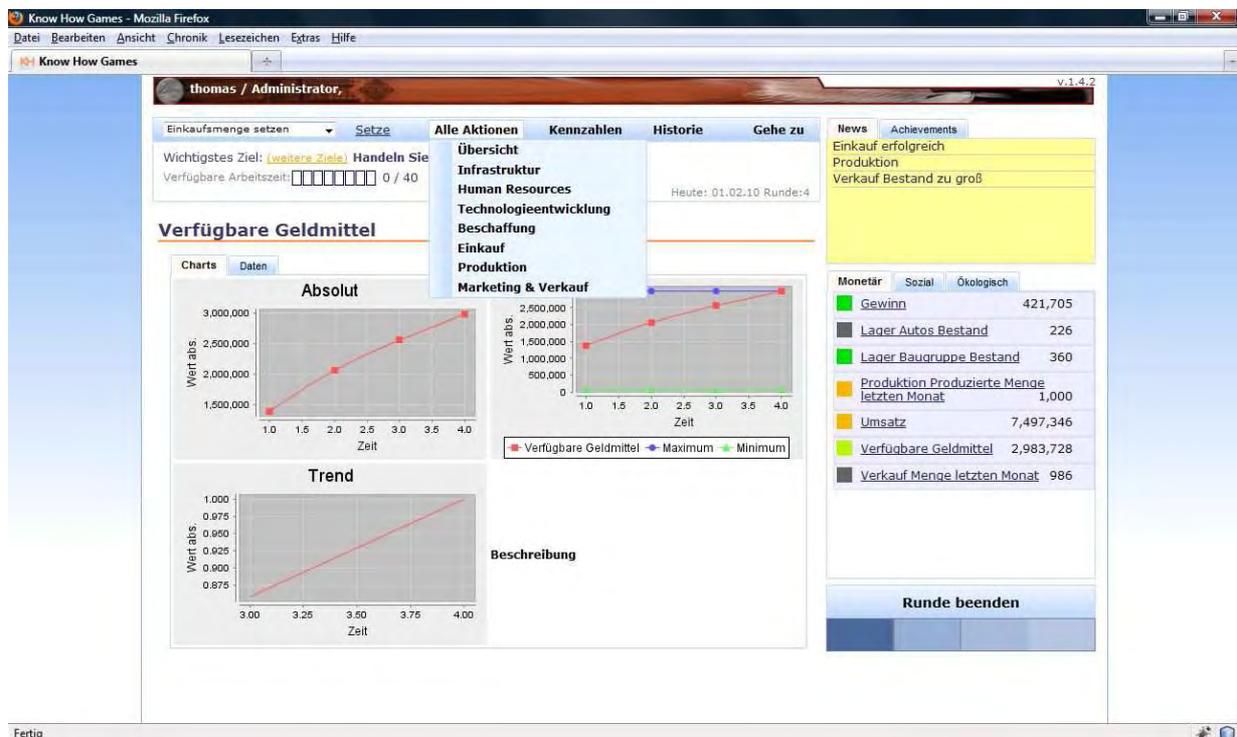


Abbildung 10: Historischer Verlauf, Gruppen von Aktionen

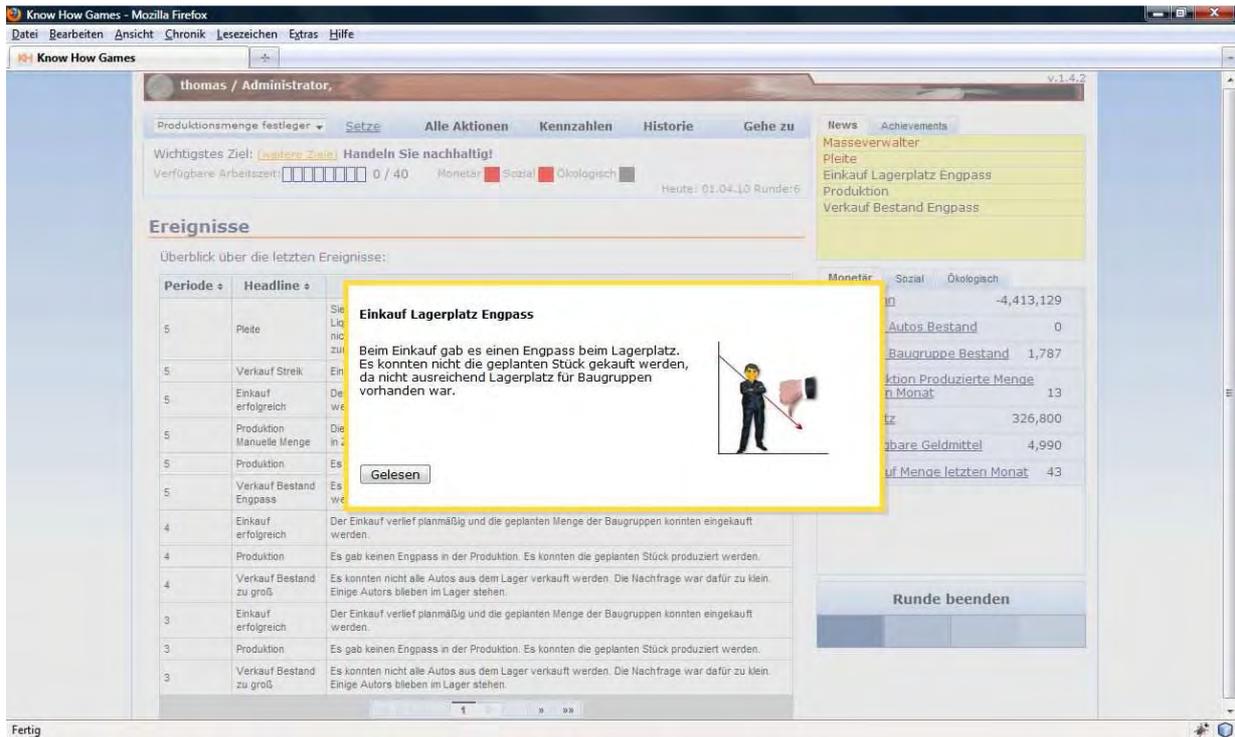


Abbildung 11: Ereignisbenachrichtigung, Historie



Abbildung 12: Aktionen planen und ausführen

## **17.4. Anhang Unterlagen zum Seminar Nachhaltigkeitsmanagement Juli 2009**



### **Nachhaltigkeitsmanagement praktisch umsetzen**

**Nachhaltiges Wirtschaften als Basis des unternehmerischen Erfolgs –  
Unternehmensplanspiels „The Sustainability Manager“**

*01. und 02. Juli 2009*

*Lehrstuhl Wirtschafts- und Betriebswissenschaften in Kooperation mit:  
Stenum GmbH, Jantschi C&R, Winter Attractive Software*

Lehrstuhl für Wirtschafts- und Betriebswissenschaften, Montanuniversität Leoben