

ZERMEG III
Entscheidungshilfe zur Visualisierung
des Erfolges nachhaltiger
Unternehmensstrategien

J. Fresner, et al.

Berichte aus Energie- und Umweltforschung

41/2007

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 Bestellmöglichkeit aller Berichte dieser Reihe unter <http://www.nachhaltigwirtschaften.at>

ZERMEG III

Entscheidungshilfe zur Visualisierung des Erfolges
nachhaltiger Unternehmensstrategien

Dr. Johannes Fresner, DI Christian Angerbauer, Markus Möller,
Mag. Petra Wolf, Dr. Thomas Dielacher; STENUM GmbH

Prof. Dr. Hans Schnitzer, DI Karin Taferner;
JOINTS, Joanneum Research

DI Torsten Krichbaum; JOH. PENGG AG

Ing. Peter Kletzmayr; Abwasserverband Knittelfeld u. Umgebung

Dr. Gilbert Ahamer; Universität Graz

Dr. Stefan Vorbach; Institut für Innovationsmanagement,
Karl-Franzens-Universität Graz

DI Johannes Haas;
FH JOANNEUM GmbH, Produktionstechnik und Organisation

Thomas Winter; attractive software

Graz, Jänner 2007

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 und die Schriftenreihe gewährleistet wird.

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

Inhaltsverzeichnis

1. Kurzfassung	4
2. Ausführliche Kurzfassung	6
3. Abstract	12
4. Extended abstract	13
5. Ziele von ZERMEG III	17
6. Stand der Technik von Planspielen	20
7. Umfang des Unternehmensmodells im Planspiel	22
8. Modellierung	26
8.1. Ausgangssituation - Die Herausforderung von ZERMEG III	26
8.2. Zur Lernmethode von ZERMEG III	28
8.3. Vorgehen bei der Erstellung des Planspiels: vom Brainstorming zur Anwendung	29
8.3.1. Initiale Workshops	29
8.3.2. Handlungsstränge	30
8.3.3. Ausarbeitung des V-Modells	31
8.4. Das Spielmodell von ZERMEG III	33
8.4.1. Übersicht über die Systemarchitektur	33
8.4.2. Der Game Engine von ZERMEG III	33
8.4.3. Die Steuerung von Aktionen in ZERMEG III	40
8.4.4. Abriss einer Spielperiode	42
8.4.5. Die Systemarchitektur in ZERMEG III	46
8.4.6. Auszüge aus einem Spiel mit ZERMEG III	54
9. Ergebnisse der Testspiele	60
10. Diffusionsstrategien zum Einsatz der Lernsoftware für Ausbildung und Unternehmen	63
10.1. Einsatzgebiete	63
10.2. Zielgruppen	63
10.3. Angebote, Präsenz	63
10.4. Diversifikation	64
11. Ausblick	65
12. Verwendete Abkürzungen und Fachbegriffe	67
13. Literatur	68
14. Abbildungen	71
15. Tabellen	72

1. Kurzfassung

Im Rahmen von ZERMEG III wurde eine „Virtuelle Fabrik der Zukunft“ modelliert und programmiert. Dieses Modell zeigt dem Benutzer anhand eines realitätsnah dargestellten Computermodells die wesentlichen Elemente eines Betriebes aus Technik, Organisation und Unternehmensumfeld und erlaubt ihm, für verschiedene Perioden unternehmerische Entscheidungen zu treffen. Diese Unterscheidungen werden vom Modell im Hinblick auf ihre Auswirkungen auf Stoffströme, Energieeinsatz, Organisation, Situation der Mitarbeiter und gesellschaftliche Aspekte des Betriebes bewertet. Diese Modelle wurden von einer Expertengruppe erarbeitet.

Ziel dieser Entscheidungshilfe ist es, zu lernen, dass eine nachhaltige Steigerung des Unternehmenswertes nur durch eine gleichzeitige Optimierung der Ressourceneffizienz, der Kostensituation, des Investments in Humanressourcen, eine Verbesserung der Arbeitsbedingungen, eine Stimulierung von Innovation, die Verbesserung der Kooperation und Vernetzung des Betriebes erfolgen kann.

Als technische Plattform wurde ein regelbasiertes objektorientiertes System entwickelt. Die Ergebnisse werden in Form leicht lesbarer Diagramme am Bildschirm ausgegeben. Sie zeigen die Entwicklung des Betriebes. Damit eignet sich das Modell gut als Basis für interaktive Schulung und für das Sammeln von persönlichen Erfahrungen. Durch die verwendete Technologie (Java JSF, XHTML, XML) ist eine einfache Wartung, verhältnismäßig rasche Erstellung und weite Verbreitung gewährleistet.

Das Modell lässt verschiedene Szenarien zu, sodass der Benutzer konkrete Erfahrungen mit den längerfristigen Auswirkungen von verschiedenen Unternehmensstrategien sammelt (z. B. an Ressourcenschonung und Abfallminimierung, an langfristiger Unternehmenssubstanzentwicklung orientiert).

Dieses Modell umfasst die Kombination der Erkenntnisse von sechs bisher durchgeführten „Fabrik der Zukunft“-Projekten über sorgsamen Einsatz von Rohstoffen, Wasser und Energie (SUMMIT, ZERMEG I und II, Nachhaltigkeit im Cluster, Produktdienstleistungen, EMA) und ihre Aufbereitung als Instrument zur Unterstützung nachhaltiger Strategieentwicklung. Die an diesen Projekten maßgeblich beteiligten Forschungseinrichtungen bringen ihr Know-how in dieses Projekt ein.

Zielgruppe des Modells sind Praktiker, Betriebsleiter, Geschäftsführer und das mittlere Management. So wirkt die Arbeit mit dem Modell vorbereitend für die Definition einer eigenen nachhaltigen Unternehmensstrategie auf der Basis der so gesammelten vergleichenden Erfahrungen. Damit regt das Modell den Benutzer an, eine eigene Unternehmensstrategie auf der Basis der gesammelten virtuellen Erfahrungen mit nachhaltiger Unternehmensführung zu entwickeln.

Eine entsprechende Anleitung ist im Modell enthalten. Damit kann das Modell der „Virtuellen Fabrik der Zukunft“ die Definition von realen nachhaltigen Unternehmensstrategien in einer großen Anzahl von österreichischen Betrieben erreichen.

Die Praxisnähe des Ansatzes und des Modells wurde in Tests mit Betrieben, einer Fachhochschule und einer Universität unter Beweis gestellt. Die zukünftige Verbreitung ist gewährleistet: das Planspiel ist für Interessierte am Internet verfügbar und wird ab dem Wintersemester 2007 am Institut für Innovationsmanagement der Universität Graz und an der Fachhochschule Joanneum im Rahmen von Lehrveranstaltungen zur Betriebsführung und -organisation eingesetzt.

2. Ausführliche Kurzfassung

Ziel dieses Projektes ZERMEG III war die Modellierung und Programmierung einer „Virtuellen Fabrik der Zukunft“.

Zielgruppe des Modells sind Praktiker, Betriebsleiter, Geschäftsführer und das mittlere Management. Das Spiel richtet sich an ein breites Spektrum von Personen und erfordert keine besonderen fachspezifischen Fähigkeiten, die über das notwendige Maß zur Führung eines Unternehmens hinaus reichen.

Die Arbeit mit dem Modell sollte vorbereitend für die Definition einer eigenen nachhaltigen Unternehmensstrategie auf der Basis der so gesammelten vergleichenden Erfahrungen wirken. Damit will das Modell den Benutzer anregen, eine eigene Unternehmensstrategie auf der Basis der gesammelten virtuellen Erfahrungen mit nachhaltiger Unternehmensführung zu entwickeln.

Das Modell zeigt dem Benutzer anhand eines realitätsnah dargestellten Computermodells die wesentlichen Elemente eines Betriebes in seinen Aspekten Technik, Organisation und Unternehmensumfeld und erlaubt ihm, für verschiedene Perioden unternehmerische Entscheidungen zu treffen.

Ziel dieser Entscheidungshilfe ist es, zu lernen, dass eine nachhaltige Steigerung des Unternehmenswertes nur durch eine gleichzeitige Optimierung der Ressourceneffizienz, der Kostensituation, des Investments in Humanressourcen, eine Verbesserung der Arbeitsbedingungen, eine Stimulierung von Innovation, die Verbesserung der Kooperation und Vernetzung des Betriebes erfolgen kann.

Am Beispiel eines Galvanikbetriebs sollen fundamentale Zusammenhänge einer erfolgreichen nachhaltigen Unternehmensführung aufgezeigt und angeeignet werden.

Das Modell gibt die Möglichkeit, die wesentlichen Teile der Firma auszuwählen, Produkte zu wählen, Stoffe auszuwählen, technische und organisatorische Maßnahmen zu treffen, Kunden auszuwählen, Preise für einen definierten Zeitraum festzulegen. Als Antwort auf diese Entscheidungen werden die Auswirkungen in der „Virtuellen Fabrik der Zukunft“ auf

- Inputdaten
- Outputdaten
- Kosten
- Abfallmengen
- Emissionen
- CO₂-Bilanzen
- Indikatoren für Mitarbeiterzufriedenheit
- Know-how-Entwicklung
- Legal Compliance

- Kundensicht
- Berücksichtigung von Anrainerinteressen
- etc.

in Abhängigkeit der Entscheidungen berechnet bzw. anhand des Systemmodells aufgezeigt.

Diese Entscheidungen werden vom Modell, im Hinblick auf ihre Auswirkungen auf Stoffströme, Energieeinsatz, Kosten, Organisation, Situation der Mitarbeiter und gesellschaftliche Aspekte des Betriebes, bewertet. Die Bewertung von sozialen, gesellschaftlichen, regionalen Aktivitäten des Unternehmens nach den Kriterien der Nachhaltigkeit erfolgt unter Verwendung von etablierten Modellen.

Die Ergebnisse werden in Form leicht lesbarer Diagramme am Bildschirm ausgegeben. Sie zeigen die Entwicklung des Betriebes, abhängig von den getroffenen Entscheidungen. Damit eignet sich das Modell gut als Basis für interaktive Schulung und für das Sammeln von persönlichen Erfahrungen.

ZERMEG III ist ein Simulation Game (Planspiel) auf Basis eines regelbasierten Systems, welches den Anwendern zuvor in Workshops erarbeitetes Expertenwissen über die wirtschaftlichen, ökologischen und sozialen Zusammenhänge im Unternehmensalltag praxisnah vermitteln soll.

Als technische Plattform wurde ein regelbasiertes objektorientiertes System entwickelt.

Alle wesentlichen Elemente (beispielsweise Akteure im Unternehmen auf den verschiedenen Ebenen, materielle Elemente, Ressourcen, Umfeld, Eigenschaften, der Gesetzgeber, ein Zulieferer, der Controller, Rohstoffe oder die Arbeitssicherheit) wurden dazu in Systemanalysen erfasst und als so genannte Objekte dargestellt. Die Beziehungen zwischen den Objekteigenschaften verschiedenster Elemente werden über Regeln (Wenn-dann-Beziehungen) abgebildet.

Der Schlüsselansatz für ZERMEG III ist damit die Aufteilung von „Wissenseinheiten“ in Komponenten, deren Zusammenhänge untereinander in einem objektorientierten System mittels (größtenteils) symbolischer Logik definiert sind (formuliert in Regeln).

Zur Realisierung des Planspiels wurden Technologien und Verfahren der Spielentwicklung angewendet. Die Kontroll-Logik folgt grundsätzlich der eines rundenbasierten Strategiespiels, es werden Storyboard- und weitere Scripting-Technologien eingesetzt.

Durch die verwendete Technologie (Java JSF, XHTML, XML) ist eine einfache Wartung, verhältnismäßig rasche Erstellung und weite Verbreitung gewährleistet. Die Einbindung eines erfahrenen Softwareentwicklers garantiert eine planmäßige Umsetzung.

ZERMEG III wird über das Internet in einem Browser (bspw. Mozilla Firefox, Internet Explorer) gespielt. Die Benutzeroberfläche orientiert sich auf höchster Ebene am

Organigramm bzw. an der Aufbauorganisation des Unternehmens. So kann der Anwender beispielsweise virtuell zum Controller gehen, um relevante Informationen zu erhalten.

Ein großer Teil des Entwicklungsaufwands wurde in die Entwicklung von Software-Tools investiert, welche die Programmierung, Modifikation und den Test der Anwendung seitens der involvierten Experten ermöglichen.

Entscheidend für eine erfolgreiche Umsetzung des Systems waren Wissensakquisition, -verarbeitung und -verifizierung auf der einen Seite. Dazu wurden Methoden vorbereitet, die den Gesamtprozess von der initialen Aufbereitung in den Workshops bis zur Anwendung in dem resultierenden Planspiel vollständig einschließen.

Ein weiterer wesentlicher Faktor neben der Einbettung von Fakten- und Erfahrungswissen in ein regelbasiertes System war das Zusammenfügen derer zu einem plausiblen Modell, welches die realitätsnahe Umsetzung unterschiedlicher Spielszenarien und Handlungsstränge erst ermöglicht.

In der ersten Projektphase wurden notwendige Vorbereitungen für die spätere Integration der Experten getroffen. Es wurde ein technisches Realisierungskonzept entwickelt und verfeinert. Die Planung wurde schrittweise zu einem optimalen Workflow für die Entwicklung konkreter Spielaufgaben geführt.

Das Systemmodell wurde nun Schritt für Schritt in seinen Aspekten (Datenbank Technik, Organisation, Kosten und Bilanzierung, Ökologie und soziale Aspekte) in einem Expertengremium diskutiert und schrittweise verbessert und verfeinert.

Die weitere Vorgangsweise umfasste eine Reihe von Workshops, in denen neben der Modellverfeinerung auch Spielzüge definiert, ausgearbeitet und auf ihre didaktische Eignung analysiert werden.

In der operativen Ebene orientiert sich die Oberfläche an der Büroorganisation und den dahinter liegenden Werkzeugen für Kommunikation, Informationsbeschaffung, Entscheidungsfindung und Handlung.

Der Ablauf einer Spielperiode (bspw. eines Quartals) erfolgt in den Schritten:

1. Eröffnung eines neuen Spiel, Wahl der Ausgangssituation, Definition des Spielziels
2. Spieleinführung durch einen Trainer (Einführungstexte und -grafiken, welche die Situation zu Spielbeginn beschreiben)
3. Die Ereignisse in der letzten Periode werden angezeigt. Jedes Ereignis ist detailliert beschrieben.

4. Anbieten aller verfügbaren Handlungen (Aktionen) an die Spieler. Sie sind in fünf Bereichen eingegliedert (Büro, Meetings, Produktionsanlage, Lager/Fuhrpark, Kantine).
5. Beratung und Entscheidung über die für die Periode ausgewählten Aktionen
6. Der Spieler wählt gezielt jene Aktionen aus, die er in dieser Spielperiode setzen möchte. Je nach Aktion können dabei unterschiedliche Variablen beeinflusst werden. Jede Aktion bedeutet einen finanziellen und/oder zeitlichen Aufwand.
7. Um eine Übersicht über den Stand des Unternehmens zu erhalten, kann der Spieler zu jeder Zeit in einen Controlling Bereich einsehen („Cockpitfunktion“). Dort findet er konkrete Werte und aggregierte Auswertungen (Stichwort „Indikatoren“), eventuell auch historische Werte und Trends/Tendenzen.
8. Alle ausgewählten Aktionen werden in einer Liste zusammengefasst. Aktionen können hier wieder entfernt werden.
9. Die Runde wird beendet. Das Modell beginnt die Eingaben zu verarbeiten,
10. Alle zu tätigenen Aktionen werden der Reihe nach abgearbeitet
11. Jede Aktion beeinflusst mindestens eine, meist jedoch eine Vielzahl von Komponenten. Für jede Komponente werden nun Befehle ausgeführt. Sie entsprechen den definierten Relationen.
12. Nachdem alle Aktionen abgelaufen sind, werden alle Parameter für die nächste Runde bestimmt
13. Das Eintreten eines plötzlich auftretenden Szenarios wird überprüft. Andauernde Beeinflussungen durch Szenarien werden berechnet. Alle unternehmensinternen und externen Einflüsse werden für diese Spielperiode realisiert.
14. Alle Statistiken u. Indikatoren werden neu berechnet.

ZERMEG III ist sowohl alleine, als auch in kleinen Gruppen mit bis zu drei Personen spielbar. Die Mehrspieler-Variante ist grundsätzlich als Instrument für Workshops gedacht, kann aber zukünftig auch ortsungebunden von beliebigen Spielern gespielt werden.



Beispiel der für eine Spielrunde ausgewählten Aktionen

Das Planspiel wurde mit mehreren Personengruppen im Projektteam, an der Fachhochschule Joanneum Graz und am Institut für Innovationsmanagement der Universität Graz getestet.

Generell war die Resonanz auf das Planspiel sehr positiv. Die Spieler gaben an, schrittweise anhand des Unternehmensmodells Elemente nachhaltiger Betriebsführung zu verstehen, Zusammenhänge zu sehen und den Bezug nachhaltigkeitsorientierter Aktionen zur Wertsteigerung zu verstehen.

Das Durchspielen einiger aufeinander folgender Perioden zeigt den Bezug ökologischer und sozialer Aspekte zu einer nachhaltigen Wertsteigerung. Umgekehrt werden prinzipiell die Defizite rein ökonomisch orientierter Betriebsführung deutlich.

Auf der organisatorischen Ebene des Betriebsmodells fanden sich die Spielteilnehmer generell schnell zurecht. Uneinheitlich war die Resonanz auf die technischen Aspekte des Unternehmens. Teilweise war es für die Teilnehmer einfach, sich in die Technik des Modellbetriebes hineinzudenken, teilweise fanden die Teilnehmer den galvanischen Prozess schwer nachvollziehbar und fremd. Daran konnte auch die Einbindung von Beschreibungen, Fotos und Kurzvideos nichts ändern.

Um Unternehmensmodelle zu schaffen, in die sich verschiedenste Teilnehmer leicht hineindenken können, sollten entsprechende Modelle für andere Branchen (z. B. Kfz-Reparaturbetrieb, Bank) geschaffen werden.

Als generelle Schwierigkeit wurde wahrgenommen, dass soziale oder ökologische Auswirkungen aus den eigenen Entscheidungen (frühestens) erst nach drei bis vier Spielrunden sichtbar werden.

Diese wurde generell als plausibel eingeschätzt, schmälert aber den Lerneffekt, weil die Auswirkungen von Entscheidungen, die aus sozialen oder ökologischen Überlegungen motiviert sind, sich erst sehr spät auf den modellierten Unternehmenswert auswirken.

Die Nachbildung von Motivation und Führungsverhalten im Unternehmensmodell wurde als zu einfach empfunden. Besonders in diesem Bereich ergaben sich tatsächlich Probleme in der Entwicklungsphase, ein allgemein gültiges Modell zu definieren.

Schwierig nachzubilden sind Faktoren wie Firmenimage bei Kunden, oder Auswahlkriterien von Kunden. Hier wäre eine längerfristige Analyse der Entwicklung dieser Größen in realen Betrieben ein Weg, um zu realistischen Gewichten zu finden.

Zur vollen Nutzung des vorhandenen Potenzials sind allerdings weitere nicht unerhebliche Anstrengungen in der Zukunft vonnöten.

Generell fehlen dokumentierte langfristige Unternehmensanalysen, die über Zeiträume von mehr als drei Jahren konkrete nachhaltige Aktionen in Betrieben dokumentieren und mit Nachhaltigkeitsparametern und Wertsteigerung korrelieren.

Solche Studien wären eine wichtige Basis für die realistische Modellierung von Auswirkungen von Aktionen und der Gewichtung von Einflüssen. Solche Analysen könnten die aus der Diskussion aus Expertenmeinungen gewonnenen Wirkungen und Gewichte absichern und die Quantifizierung im Rahmen der Regeln des regelbasierten objektorientierten Planspielmodells verbessern.

Durch die Ergebnisse im Rahmen der Projektentwicklung konnte ein sehr ansprechendes System zum interaktiven Lernen im Internet geschaffen werden.

Das Planspiel ZERMEG III ist über <http://www.simplicity.at:8080/simgame/login.jsf> zugänglich. Der Benutzer muss sich einloggen (Benutzer: trial143, Passwort: huTe29pa).

Übungen mit dem Planspiel werden ab Herbst 2007 in das Fächerangebot der Fachschule Joanneum in Graz, Studiengang Produktionstechniken und des Institutes für Innovationsmanagement der Umweltsystemwissenschaften an der Universität Graz aufgenommen.

Betrieben in Österreich wird das Instrument zurzeit schrittweise bekannt gemacht. Dies erfolgt über die Internetpräsenz und über persönlichen Kontakt.

3. Abstract

Within the framework of ZERMEG III a "virtual enterprise" was designed and programmed. This model reflects the user by means of a realistic displayed software the essential elements of a company regarding techniques, organisation and socio-economic environment. It enables the user to make managerial decisions for different periods. The effects of the management decisions are calculated and evaluated for mass and energy balances, organisation, situation of employees and social aspects. The models were developed by an expert group.

Aim is to provide decision help and to learn that a sustainable accretion of the company value and a same time optimization of resource efficiency and cost efficiency is possible. Increase in working conditions stimulation of innovation and a better cooperation within the company.

A rule-based object-oriented system was developed as a technical platform. The results are reported to the user in easy to understanding diagrams that show the changes achieved. For this reason the model is well suited as basis for interactive trainings and for gaining personal experiences. The program will be run under Java JSF (and XHTML, XML), so that a wide spreading, a reasonable programming effort and effective maintenance is guaranteed.

The model allows a number of scenarios, so that the user can make realistic experiences with long term effects of the decision made (thoughtful optimised use of resources in contradiction to short term economic optimisations).

The model is based on results and experiences of six research projects under "Fabrik der Zukunft" (SUMMIT, ZERMEG I and II, Nachhaltigkeit in Cluster, Produktdienstleistungen, Environment Management Accounting) and integrates these results into a model for decision makers. The research teams of these R&D-projects contributed with their know-how.

The target groups for the model are practitioner, production managers, general managers and the middle management. The interactive work with the model prepares them for decisions that improve the company regarding sustainability based on the experiences gained so far. Therewith the model activates the user to develop an own business strategy based on the collected virtual experiences with sustainable business management.

The practical approach of this model was proven in tests with enterprises, a technical college and a university. The model is supported by background material and scenarios for the development of the economic and legal framework in order to be of great interest for a great number of decision makers. A wide spread dissemination is guaranteed. The model will be used from fall 2007 on in seminars at Graz University and the technical college of Fachhochschule Joanneum.

4. Extended abstract

The aim of the project ZERMEG III was the modulation and programming of a “virtual factory of the future”

Target groups are practitioner, factory manager, CEOs and the middle management. The game is made for a broad spectrum of persons and need no special abilities except the essential abilities of leading a company.

The interactive work with the model prepares them for decisions that improve the company regarding sustainability based on the experiences gained so far. Therewith the model activates the user to develop an own business strategy based on the collected virtual experiences with sustainable business management.

This model reflects the user with a realistic displayed computer model the essential elements of a company regarding techniques, organisation and socio-economic environment. It enables the user to make corporate decisions for different periods.

It is the goal of this decision support system to make it clear to the user, that a sustainable increase of the value of the company only can be achieved by a simultaneous optimisation of resource efficiency, cost minimisation, investment in human resources, bettering of conditions of work, a stimulation of innovation, a bettering of cooperation and a networking of the enterprise.

Using the model of a galvanizing company, the fundamentals of successful, sustainable management are demonstrated and trained.

This model reflects the user with a realistic displayed computer model the essential elements of a company regarding techniques, organisation and socio-economic environment. It enables the user to make corporate decisions for different periods. The effects of the management decisions are calculated and will be shown with the effects on the “virtual company of the future” in the following points:

- input data
- output data
- costs
- amount of waste
- emissions
- CO₂-balance
- indicator of employee satisfaction
- Know-how-development
- Legal Compliance
- view of the customer

- consider interests of neighbours
- etc.

This system model was discussed by the experts in all its aspects (technical, organisational, cost related, ecological, social aspects) and improved and refined. The results of the discussions were immediately documented using an object orientated framework and introduced into the prototype of the simulation game, which thus grows stepwise.

The results are reported to the user in easy to understanding diagrams that show the changes achieved. For this reason the model is well suited as basis for interactive trainings and for gaining personal experiences.

ZERMEG III is a simulation game on the basis of a rule-based system. It contains expert knowledge on economic, ecological and social interdependencies relevant in the daily decisions of an entrepreneur which has been collected from recognised experts in a series of workshops.

As a key element, ZERMEG III uses a split of “knowledge units” into objects, or components. The connections between the objects were defined using a system of object oriented, symbolic logic.

As a key element, ZERMEG III uses a split of “knowledge units” into objects, or components. The connections between the objects were defined using a system of object oriented, symbolic logic.

For this technologies and procedures of game development were used. The logic of controls followed basically the logic of a round based simulation game. For this, storyboard and scripting technologies were used.

The use of standard technology (Java JSF, XHTML, XML) guarantees a simple maintenance, quick programming and a broad acceptance. An experienced programmer is part of the project team. This helps in an efficient progress.

ZERMEG III is accessed by a browser (Mozilla Firefox, Internet Explorer, etc.). The user interface is orientated towards the highest level of the organisational chart of an enterprise. E. g. the user can (virtually) meet the controller to check relevant information.

A big part of the effort for the development resulted from the development of software tools, which allow programming, modification and testing of the application by the experts and evaluators.

Acquisition, processing of knowledge and verification of knowledge were the most important steps in building the system successfully. For these process steps a set of methods have

been prepared, which support the whole process from the initial representation of knowledge in the workshops to the application in the final product, the simulation game.

A decisive factor apart of the embedding of factual and experimental knowledge into a rule-based system was the combination of them into a realistic model, which is the essential basis for the implementation of different scenarios and game moves.

During the first project phase the necessary preparations for the integration of the experts were taken. The technical realisation concept was defined and refined. The workflow for the development of the individual tasks of the games was optimised.

This system model was discussed by the experts in all its aspects (technical, organisational, cost related, ecological, social aspects) and improved and refined.

Operationally, the interface reflects office organisation and the tools of communication, information collection, evaluation, decision making and follow up of decisions.

The operation of a game period:

1. Opening of the game, choose start situation, definition of the aim
2. Introduction from a trainer
3. Events from the last period will be shown. Each event must be described in detail
4. Offer all possible actions to the gamer. They are divided in five areas: office, meetings, production, storage/carpool, canteen
5. Advice and decision about the chosen action in the period
6. Gamer chooses an action what he will do in this period. Each action influences variables and will cost time and/or money.
7. For overview every gamer can look at the controlling records "cockpit function."
8. All chosen actions will be showed in a list. Actions can be deleted from the list.
9. The round will be stopped. Inputs will be processed.
10. All actions will be done by order.
11. Each action will affect at least one but most at the time more than one of the components.
12. After the actions are done, all parameters for the next round will be defined.
13. The incidence of crop up scenarios will be checked. Constant affects of scenarios will be calculated. All internal and external affects will be realized by this game period.
14. All statistics and indicators will be calculated new.

ZERMEG III can be played alone as well as in small groups of one to three persons. The version for groups is designed as an instrument for training workshops. It can also be played on independent locations by different players.

The game has been test with different groups from the Fachhochschule Joanneum Graz and the University of Graz.

The feedback in general was good. The gamers meant that they learnt the elements of sustainable management.

The play of more following periods showed the reference to ecological and social aspects of sustainable management and sustainable accretion. On the other side the deficits of strict economically management will be shown.

On the organizational base the company model have been understood easily by the gamers. The resonance about the technical aspects was inconsistent. For some participants the understanding of galvanizing processes was hard – the embedded descriptions and photos couldn't help. For easier understanding models should be found with other branches.

A general difficulty was the understanding of affects on social and ecological from their own decisions. Earliest at the 3rd or 4th round.

The emulation of motivation and management decisions in the company model was easy. It was must harder to find factors like image and customer satisfaction. Long-term analyses would be a possibility to find realistic values.

To use the full potential following efforts would be needed.

In general there is a leak of long-term analyses with more than three years - to find and document sustainability parameters and accretion.

Such studies would be an important base for realistic models. Analyses and discussions could support affects and weightings and the quantification of the model.

The ZERMEG III game is available under: <http://www.simplicity.at:8080/simgame/login.jsf>
Login is required: (user: trial143, password: huTe29pa).

Games with the simulation will be offered in fall 2007 in the elective classes at the Fachhochschule Joanneum Graz in the major of production technologies and at the University of Graz at the Institute for Innovation Management.

At companies in Austria this instrument will be introduced step-by-step. This happens with internet presence and personal contacts.

5. Ziele von ZERMEG III

Den weltweiten Durchbruch als gesellschaftspolitisches Leitbild schaffte das Konzept der Nachhaltigkeit 1992 auf der UN-Konferenz für Umwelt und Entwicklung in Rio de Janeiro. War Nachhaltigkeit vor zehn Jahren in erster Linie noch eine gesellschaftliche Aufgabe und Vision, so haben im Jahre 2002 laut einer Befragung des Grazer Umweltamtes bereits 92 % der Grazer ÖKOPROFIT-Unternehmen Nachhaltigkeit zumindest zum Teil in ihrem Unternehmensleitbild verankert. Vision, beziehungsweise Leitbild und Strategie eines Unternehmens wurden in einer Studie von Arthur D. Little aus dem Jahre 1999, bei der 481 europäische und nordamerikanische Unternehmen befragt wurden, auch als die wichtigsten Ansatzpunkte für einen Veränderungsprozess hin zu einer nachhaltigen Entwicklung genannt.

- Vision und Strategie wurden von 75 % der Befragten als wichtigste Ansatzpunkte angegeben
- Neue Technologien und Prozesse von 58 %
- Motivation der Mitarbeiter von 53 %
- Neue Produkte von 37 %
- Die Erwartung der Kunden von 35 %
- Die Verbreitung von sozialen Themen von 28 % (Hardtke, 2000, Sustainability of Business in BMVIT 2000, Tagung von Joanneum Research über Sustainable Entrepreneurship)

Dass soziale Themen als weniger wichtig eingeschätzt wurden, dürfte daran liegen, dass die sozialen Standards in Europa über Gesetze sehr hoch gehalten werden und dass daher europäische Manager im Verhältnis zu amerikanischen wenig Handlungsbedarf sehen.

Aus der Lerntheorie wissen wir: Erwachsene merken sich:

- 20 % von dem, was sie hören
- 40 % von dem, was sie selbst sehen
- 80 % von dem, was sie selbst entdecken (UNEP 1996)

Daher muss es Ziel von nachhaltiger Strategieentwicklung sein, echte Erfahrungen mit der positiven Auswirkung von nachhaltigen Strategien auf die Entwicklung eines Unternehmens erleben zu lassen. In der Realität ist es im eigenen Betrieb oft schwierig, diese Auswirkungen zu erfahren, weil sie zeitlich sehr weit nach den unternehmerischen Handlungen eintreten.

Ziel des Projektes ist die Entwicklung eines ausformulierten Unternehmensmodells als „virtuelle Fabrik der Zukunft“ im Sinne einer Entscheidungshilfe unter Verwendung von „soft computing“-Ansätzen und angelehnt an ein Planspielmodell, das ausgehend von Stoff-, Energie- und Kostenflüssen und der Organisation eines Modellbetriebs Unternehmer anregt, Entscheidungen, die vor dem Hintergrund eines Marktmodells und eines Modells der Mitarbeiter und der Anrainer getroffen werden, bezüglich einer nachhaltigen Wirtschaftsweise zu überprüfen und die jeweiligen Auswirkungen zu überdenken.

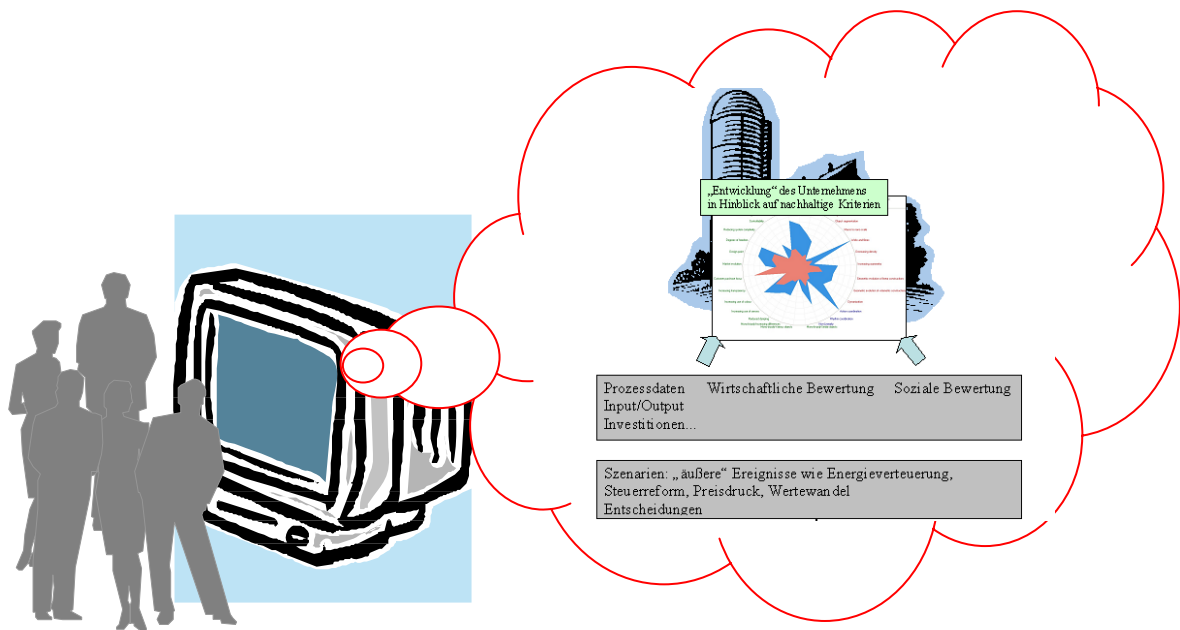


Abbildung 1: Planspiel mit ZERMEG III

Die Methode „Planspiel“ zielt auf Schlüsselqualifikationen, wie Selbstständigkeit, Verantwortung, Teamfähigkeit, Kommunikation, Kreativität, Flexibilität ab. 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“.

Die Planspielmethode richtet sich nach der Maxime „Learning (business) by doing (business)“ und erfüllt vielfältige Voraussetzungen, praxisbezogene Erfahrungen machen zu können. Nicht zuletzt dadurch birgt die Methode ein großes Motivationspotenzial in sich. Eine besondere Rolle spielt hierbei die Verbindung zwischen Lernen und (fiktivem) Handeln. Die Teilnehmer werden dazu veranlasst, fremde Rollen einzunehmen und sich in deren Positionen hineinzuarbeiten. Die Vermittlung von Wissen und Lernen geschieht fast unbemerkt nebenher, darüber hinaus macht diese Rollenübernahme den Teilnehmenden mitunter auch Spaß - ein weiterer motivierender und lernförderlicher Vorteil der Methode.¹

Ein Planspiel mit ZERMEG III soll vergleichbar sein mit der selbstständigen Bearbeitung einer Fallstudie, in der ausgehend von der realitätsnahen Beschreibung eines Unternehmens vom Spieler alle unternehmerischen Entscheidungen über ökoeffiziente Prozessführung, Rohstoffauswahl, Arbeitsorganisation, Produkte und Preise getroffen werden müssen. Ziel ist es, das Unternehmen möglichst nachhaltig zu führen. Das Unternehmensmodell von ZERMEG III simuliert die Auswirkungen der Entscheidungen in einer Spielperiode (z.B.

¹ (Klippert, Heinz: Planspiele – Spielvorlagen zum sozialen, politischen und methodischen Lernen in Gruppen. Beltz Verlag, Weinheim und Basel. 4. Auflage, 2002; Kriz, Willy Christian: Lernziel Systemkompetenz, Vandenhoele und Ruprecht, Göttingen, 2000)

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 usw. 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 die Verbindungen im Betrieb kennen und wird in die Lage versetzt, dann für den eigenen Betrieb nachhaltige Strategien zu entwickeln.

Durch die so am Modell vermittelte praktische eigene Erfahrung soll dann im nächsten Schritt die Entwicklung von nachhaltigen Strategien für den eigenen Betrieb im realen Umfeld angeregt werden. Vorteile von Planspielen sind:

- gleichzeitige Vermittlung von Fachwissen und Schulung der Sozialkompetenzen
- höhere Behaltensquote durch Aktivität der Spieler: selbst Ziele setzen, Themen und Strategien wählen, verankert das trainierte Verhalten
- hoher Effizienzgrad
- hoher Motivationsgrad
- gefahrlos lernen am Modell der Realität
- zeitlich geraffte Abläufe.

Die Erfahrungen werden stufenweise vermittelt: ausgehend von einfachen, klaren Zusammenhängen (Auswirkungen von Ressourceneffizienz auf die zukünftige Kostenbasis) des Betriebes hin zu komplexeren Aufgaben, wie die Erhöhung der Mitarbeiterzufriedenheit oder dem vorausschauenden Umgang mit Änderungen im Unternehmensumfeld durch neue Gesetzgebungen und veränderte soziale Anforderungen an den Betrieb.

Ziel dieser Entscheidungshilfe ist es, zu lernen, dass eine nachhaltige Steigerung des Unternehmenswertes nur durch eine gleichzeitige Optimierung der Ressourceneffizienz, der Kostensituation, des Investments in Humanressourcen, eine Verbesserung der Arbeitsbedingungen, eine Stimulierung von Innovation, die Verbesserung der Kooperation und Vernetzung des Betriebes erfolgen kann.

6. Stand der Technik von Planspielen

Es gibt eine reichhaltige Literatur zu nachhaltiger Unternehmensführung. Im Rahmen des „Fabrik der Zukunft“-Projektes SUMMIT wurden über 200 relevante Bücher und Arbeitsbehelfe gesammelt und analysiert.²

Über praktische Erfahrungen mit nachhaltiger Unternehmensführung geben am besten die Nachhaltigkeitsberichte einzelner Vorreiter, z.B. von BMW oder VW oder den Österreichischen Bundesforsten Auskunft.³

Nach den Recherchen der Autoren gibt es bisher noch keine vergleichbaren Modelle zum Training der Entwicklung von nachhaltigen Unternehmensstrategien.

Ähnliche Ansätze in Form von Planspielen zur Vermittlung der Vorteile einer nachhaltigen Wirtschaftsweise gibt es

- zur Vermittlung des Nord/Südkonfliktes [(SPUN – Schüler Planspiel United Nations (www.spun.de)),
- für die Konfliktlösung in der Regionalentwicklung und Stadtentwicklung [Was passiert in Neurupern (www.jugendbildungsstaette.org), Planspiel EU-Osterweiterung (www.studienstaette-muenchen.de), Planspiel Innenstadt in Celle (www.planspiel-innenstadt.de), VviP e. V. (www.vvip-traeger.de), STRATEGEM (www.ags.ethz.ch, www.ucs.ch)]
- in der klassischen Betriebswirtschaftlehre als Planspiele zur Entwicklung der Fähigkeiten der Unternehmensführung und Unternehmensorganisation (www.bavaria.de, www.uni-muenster.de, www.vernetzt-denken.de, www.management-games.de),
- zur Simulation von Unternehmensgründungen (www.topsim.com, www.handwerk-info.de/tipps/betriebsnachfolge) und
- technische Expertensysteme und Entscheidungstools (z.B. SAGE zur Auswahl von Reinigungsalternativen zu Lösungsmitteln, CAGE zur Auswahl von Beschichtungstechnologien)
- SurfingGlobalChange (Copyright G. Ahamer) als Planspiel zum universitären Training von Verhandlungskompetenz (G. Ahamer, 2004-2006)

Das vorgeschlagene Modell geht für den Bereich der nachhaltig orientierten Unternehmensstrategie klar über alle diese Modelle hinaus, indem es die Berücksichtigung nachhaltiger Leitprinzipien in die unternehmerische Strategiebildung, die Unternehmensstrategiebildung und Unternehmensorganisation und die Aspekte der Technologieentwicklung und ihrer nachhaltigen Bewertung integriert.

² www.summit.at

³ Sustainable Value Report 2005/2006, BMW Group
Nachhaltigkeitsbericht 2005/2006 – Generationen bewegen, Volkswagen AG

So gibt es zurzeit für den interessierten Betriebsleiter, Geschäftsführer oder Vorstand eigentlich keine Gelegenheit, Erfahrungen mit nachhaltiger Unternehmensführung zu sammeln, ohne das „Risiko“ im eigenen Betrieb einzugehen.

Das angestrebte interaktive Modell wird in der Lage sein, den Benutzern unmittelbar die Auswirkungen von organisatorischen und technischen Maßnahmen in einem Produktionsbetrieb, bewertet um nachhaltige Leitprinzipien, vor Augen zu führen. Dazu wird er stufenweise mit praxisnahen Aufgabenstellungen aus der Betriebsentwicklung konfrontiert (Verteuerung von Rohstoffen, Verteuerung von Energie, Verbote von bestimmten Einsatzstoffen, Veränderungen von Technologien, Veränderungen von Gesetzen und Auflagen, Veränderungen im sozialen Umfeld).

Die wesentlichen Parameter einer Bewertung der gesetzten Handlungen in Richtung Nachhaltigkeit (wirtschaftlich – ökologisch – sozial) werden über Regeln ermittelt und grafisch in Form von Diagrammen zur Anzeige der positiven oder negativen Veränderung dargestellt.

Kurzfristig optimierendes Handeln lässt sich so gegen nachhaltiges Wirtschaften unter verschiedenen Szenarien der Marktentwicklung darstellen.

Das Modell baut zunächst auf einem Galvanikbetrieb auf. Dieser Sektor wurde gewählt, da durch die Vorläuferprojekte ZERMEG I und ZERMEG II eine sehr detaillierte Beschreibung von Einsatzstoffen, möglichen Technologien, innovativen Verfahren, verschiedenen Unternehmensorganisationsmodellen, Unternehmensgrößen und ihrer nachhaltigen Bewertung vorliegen. Das Betriebsmodell wird modular gestaltet. In zukünftigen Versionen ist geplant, modular Betriebsmodelle für verschiedene Branchen (Holz, Chemie, Lebensmittel etc.) einzubauen.

Diese interaktive unmittelbare Darstellung der Nachhaltigkeitswirkungen von Maßnahmen gibt es derzeit nicht. Sie ermöglicht eine wesentliche Entscheidungshilfe für Manager und Firmenchefs.

ZERMEG III wird durch das Schaffen eines Modells und durch die planspielartige Umgebung geeignet sein, auf virtuellem Weg Erfahrungen mit unternehmerischen Entscheidungen im Sinne einer nachhaltigen Unternehmensführung zur Umsetzung der Leitlinien und Leitkriterien der Fabrik der Zukunft zu vermitteln.

Das Modell eröffnet auch den Einsatz über das Internet. Entsprechend dem Einsatz von Modellen zur Vermittlung von fachlichen, kommunikativen und technischen Kompetenzen im klassischen Training von Schlüsselkompetenzen zur Unternehmensführung⁴ eröffnet der Einsatz von ZERMEG III über das Internet völlig neue Möglichkeiten im Bezug auf Breitenwirkung und gleichzeitig Vermittlung von persönlichen Erfahrungen in der Vermittlung von nachhaltigen Ansätzen zur unternehmerischen Strategieentwicklung.

⁴ B. Jahnke, Tele-Teaching im Internet mit Planspielen, Universität Tübingen, 1997

7. Umfang des Unternehmensmodells im Planspiel

Im Projekt wurde ein Unternehmensmodell für einen, gegenüber dem realen Zustand abstrahierten, Beispielbetrieb erstellt, das

- ein grobes Bilanzmodell auf Stoff- und Energieflussebene und seine Widerspiegelung in Form eines typischen, vereinfachten betrieblichen Rechnungswesens,
- ein regelbasiertes Wissensnetz, das Technologien, Marktentwicklungen, Mitarbeiterzufriedenheit, den Kontakt zum Kunden, den Kontakt zur Bank, das soziale Umfeld des Betriebes, zukünftige rechtliche und gesellschaftliche Entwicklungen, etc. beinhaltet und
- eine Extrapolation der Zeitentwicklung des betrieblichen Ergebnisses und bestimmter Indikatoren für eine nachhaltige Entwicklung

ermöglicht.

Die Bewertung der unternehmerischen Entscheidungen erfolgt auf ökonomischer, ökologischer und sozialer Ebene.

Auf der Basis der Logik von Environmental Management Accounting (ökonomische Ebene), Schweizer Ökopunktemodell (ökologische Ebene) und des SAM-Modells (für die soziale Ebene) werden Kennzahlen ermittelt und visualisiert, die als Maß für den Erfolg nachhaltiger Strategien dienen.

Das Modell der Betriebsorganisation baut auf einem generischen Managementmodell (vgl. ÖNORM S 2095) und dem Total Quality Modell der European Federation on Quality Management, in der um eine nachhaltige Dimension erweiterten Version aus dem Projekt SUMMIT unter Berücksichtigung der Arbeiten von Prof. Schaltegger (Nachhaltig managen mit der Balanced Scorecard)⁵ auf.

Aufbauend auf den Modellen von ZERMEG I und ZERMEG II wurde für die technische Ebene des Unternehmensmodells ein Galvanikbetrieb gewählt. Dieses technische Modell und die zugehörigen Elemente und Regeln sind für zukünftige Planspiele leicht gegen andere technische Modelle austauschbar.

Der Benutzer wird angehalten, Entscheidungen bezüglich

- der eingesetzten Materialien
- der eingesetzten Technologien
- der Produkte und Dienstleistungen
- der Gestaltung der Abläufe und Arbeitsvorgänge
- der Gestaltung der Betriebsorganisation unter Berücksichtigung der rechtlichen und gesellschaftlichen Rahmenbedingungen

⁵ Konzepte und Fallstudien, Gabler Verlag, Stefan Schaltegger/Thomas Dyllick (Hrsg.), ISBN: 3-409-12080-7

zu treffen und erhält laufend Feedback über die Auswirkungen seiner Maßnahmen auf die nachhaltigen Bewertungsgrößen, kann so entsprechend die Auswirkungen seiner Entscheidungen beurteilen und entsprechend lernen, die Strategie seines eigenen Betriebes erfolgreich unter Berücksichtigung der nachhaltigen Entwicklungskriterien zu definieren.

Die handlungs- und entscheidungsorientierte Einbindung bringt starke Motivation zur Auseinandersetzung mit der Materie „Nachhaltig Wirtschaften“. ⁶ Nicht „reines Wissen“ ist das Ziel, sondern eine entsprechende angemessene Analyse-, Argumentations- und Abstraktionsfähigkeit. Dadurch entsteht aktives Lernen, das experimentelles, spielerisches und wettbewerbsorientiertes Lernen ermöglicht. Realitätsnah ist die Arbeit am Modell gekennzeichnet durch Entscheiden unter Zeitdruck und durch hohen Arbeitsaufwand. Im Vordergrund steht immer das Entscheidungstraining, d. h. das Vorbereiten, Planen und Treffen von Entscheidungen im Sinne einer nachhaltigen Wirtschaftsweise.

Das angestrebte interaktive Modell vermag den Benutzern unmittelbar die Auswirkungen von organisatorischen und technischen Maßnahmen in einem Produktionsbetrieb, bewertet um nachhaltige Leitprinzipien, vor Augen zu führen.

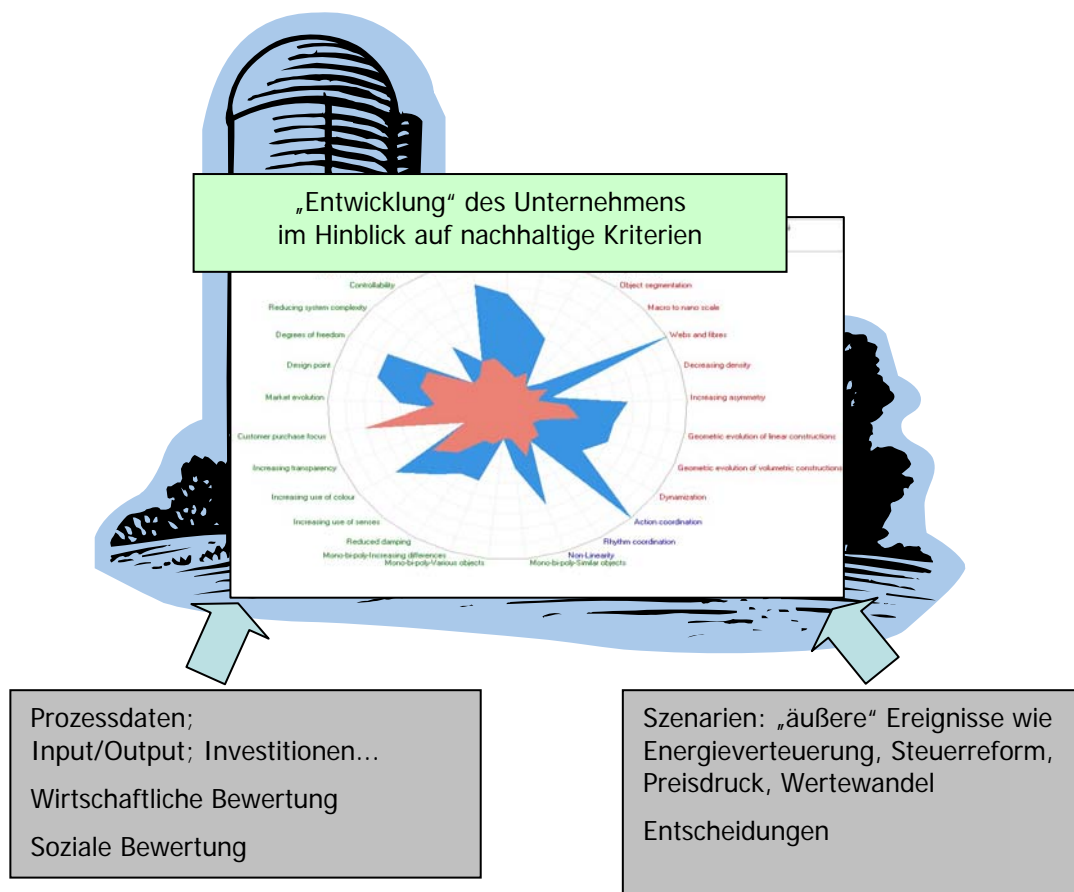


Abbildung 2: Vereinfachte grafische Darstellung der "Virtuellen Fabrik der Zukunft (ZERMEG III)":

⁶ www.bug-agenda21.de/agendaneu

Dazu wird er stufenweise mit praxisnahen Aufgabenstellungen aus der Betriebsentwicklung konfrontiert (Veränderungen von Technologien, Veränderungen von Gesetzen und Auflagen, Veränderungen im sozialen Umfeld, Erhöhung der Mitarbeiterzufriedenheit, aber auch externen Einflüssen, wie Verteuerung von Rohstoffen, Verteuerung von Energie, Verbote von bestimmten Einsatzstoffen).

Unternehmerische Entscheidungen des Modellnutzers vor dem Hintergrund verschiedener Szenarien werden im Hinblick auf die Kriterien einer nachhaltigen Wirtschaftsweise bewertet. Die Ergebnisse in Form von Spinnendiagrammen ermöglichen das rasche Erfassen der Auswirkungen der Entscheidungen und der weiteren Entwicklung des Betriebes

Die wesentlichen Parameter einer Bewertung der gesetzten Handlungen in Richtung Nachhaltigkeit (wirtschaftlich – ökologisch – sozial) werden regelbasiert ermittelt und grafisch in Form von Diagrammen zur Anzeige der positiven oder negativen Veränderung dargestellt.

In den sozialen, ökonomischen und ökologischen Modellen wird besonderer Wert darauf gelegt, das betriebliche Umfeld und seine zukünftigen Entwicklungen unter dem Blickwinkel einer nachhaltigen Wirtschaftsweise abzubilden. Kurzfristig optimierendes Handeln lässt sich so gegen nachhaltiges Wirtschaften unter verschiedenen Szenarien der Marktentwicklung darstellen.

Dies umfasst beispielsweise die Zusammenhänge zwischen

- eingesetzten Materialien, Arbeitsschutz, Arbeitssicherheit, Arbeitszufriedenheit, Gesetzen, Anrainern
- eingesetzter Technologie, Materialien, Kosten, Wettbewerbsfähigkeit
- Technologie, Umweltauswirkungen, Image
- Innovation, Weiterbildung, Arbeitszufriedenheit, Qualität
- Arbeitszufriedenheit, Berichterstattung nach außen, Image
- Qualität, Innovation, Arbeitszufriedenheit, Wachstum, Standortsicherheit
- Innovation, Komplexität, Ausbildung, Organisation, Umgang mit Risiko

Das Training am Modell befähigt damit,

- sich offener und kritischer mit den Fragen einer unternehmensspezifischen nachhaltigen Wirtschaftsweise auseinander zu setzen
- die eigenen Interessen zu erkennen, Situationen zu analysieren und Probleme zu definieren
- Interessen zu untersuchen und Durchsetzungschancen zu erkennen
- mit Informationsmaterial zielbewusst umzugehen
- Entscheidungen zu treffen und zu verantworten
- Entscheidungsfindungsprozesse zu verstehen

- ansonsten sehr langfristige Auswirkungen und Feedbackschleifen zu sehen und zu verstehen
- die Erfahrungen später im eigenen betrieblichen Alltag umzusetzen

Damit hilft ZERMEG III, durch die eigenständige Bearbeitung von verschiedenen nachhaltigen und nicht-nachhaltigen Entwicklungsszenarien, die Risikowahrnehmung von Unternehmern zu trainieren, die Auswirkungen von unternehmerischen Entscheidungen unter Bewertung nach nachhaltigen Leitprinzipien aufzuzeigen und so die Bildung von nachhaltigen Strategien in Unternehmen anzuregen. ZERMEG III lässt die Benutzer in eine simulierte Realität der Entwicklung einer nachhaltigen Strategie für eine „virtuelle Fabrik der Zukunft“ eintauchen. Die Benutzer eines solchen Modells erfahren direkt die Schritte und Erfolge, indem sie sich aktiv an der Simulation dieser Wirklichkeit beteiligen.⁷

⁷ M. Ulrich, Eine Abhandlung über die Planspielmethodik, in: Planspiele in der beruflichen Bildung, Zürich, ISBN 3-7639-0959-1, 2002

8. Modellierung

8.1. Ausgangssituation - Die Herausforderung von ZERMEG III

Die Projektzielsetzung aus technischer Sicht war die Abbildung von beliebigen, komplexen wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Beziehungen in einem Software-System. Dies in solcher Weise, dass Anwendern breit gefächertes Wissen durch aktive Teilnahme an einem Online Simulation Game vermittelt werden kann.

Typische Kategorien von Computerspielen im Bereich Entertainment sind:

- Wirtschaftssimulationen
- Echtzeitstrategie-Spiele
- Rundenbasierte Strategiespiele
- Browser-Games
- Massive Multiplayer Role Playing Games (MMRPG)
- u.v.a.m.

Klassische Planspiele fallen in den Bereich Education/Edutainment. Technische Unterschiede zur Simulation sind heute mitunter kaum mehr zu sehen. In beiden Fällen verfolgt der Spieler das Ziel, möglichst erfolgreich im Spielverlauf voranzuschreiten bzw. zumindest seinen Platz in dieser Spielwelt zu verteidigen.

Unterschiede sind in der Motivation bei der Umsetzung zu finden. Der Entwickler des Planspiels legt größeren Wert auf den Lerneffekt bzw. auf die Bewusstmachung von Konflikten und Beziehungen, während die Simulation auf eine möglichst realitätsnahe Umsetzung und eine ausbalancierte Spielwelt setzt.

Ein Online-Planspiel zeichnet aus, das Spieler ortsunabhängig daran teilhaben und gegebenenfalls auch miteinander (bzw. gegeneinander) spielen können.

Es hat sich herausgestellt, dass auf dem Markt befindliche Educational Software oft nur sehr wenige der oben gestellten Anforderungen erfüllen kann. Um den gestellten Ansprüchen an Flexibilität und Komplexität gerecht zu werden, musste deshalb eine geeignete Strategie gefunden werden.

Die Computer Game Industry ist, nicht zuletzt aufgrund der immensen weltweiten Umsätze, in dieser Hinsicht immer Vorreiter und im Bereich der technischen Möglichkeiten erfahrungsgemäß ein gutes Stück voraus. Im Einklang mit unteren Erfahrungen und dem vorhandenen Know-how entschlossen wir uns daher, hier eine Brücke zwischen Spielentwicklung und Wissenschaft zu spannen. Daraus folgten folgende Überlegungen:

- Der Zugang zu einem wissenschaftlichen Lernspiel muss einem State-of-the-Art Online Browser Game nahe kommen, damit ein Eintauchen in die Unternehmenswelt überhaupt erst möglich wird (Immersion ist eines der maßgeblichen Kriterien im Game Design!)
- Ein Spielsystem muss derart gestaltet sein, dass Wissensakquisition und -implementation geführt, gestützt und getrennt behandelbar sind. Es bedarf einer Reihe von Werkzeugen, damit wir vom Wissenserwerb in mehreren Formalisierungsschritten zu einem konsistenten, plausiblen Netz an Beziehungen gelangen.
- Ein solches System muss das notwendige mathematische und algorithmische Rüstzeug bereitstellen, um eine Formalisierung korrekt durchführen zu können.

Die Analyse der Ausgangssituation zeigte eine Reihe von Herausforderungen auf, die für eine erfolgreiche Umsetzung des Projektvorhabens von Bedeutung waren. Zusammengefasst sind hierbei die wichtigsten Punkte:

- Expertenwissen verstehen, sammeln und formalisieren
- Eine realitätsnahe, aber vereinfachte Abbildung komplexer Zusammenhänge erreichen
- Ein Eintauchen des Spielers in das Spielszenario und die Identifikation mit der eigenen Situation ermöglichen
- Die Gestaltung eines Systems, in welchem (auch nichtlineare) Beziehungen und Spielgeschichte zu einer individuellen Dynamik beitragen
- Hoch integrierte Darstellung unterschiedlicher Systemeigenschaften (Firmenwert, Mitarbeiterzufriedenheit, ...)

Im Vergleich zu herkömmlichen Anwendungsgebieten wissenschaftlicher Software unterschied sich hier die inhaltliche Anforderung stark, nämlich in jener Weise, dass es sich inhaltlich um ganzheitliches Wissen im Sinne einer nachhaltigen Unternehmensführung handelte; dies also reflektiert eine viel breitere Basis als bei wissensbasierten Systemen gewöhnlich üblich.

Genau dieser Punkt war auch von zentraler Überlegung für das Vorgehen und die Modellierung des Software-Systems.

Zur Formalisierung von Wissen wurde ein regelbasiertes System herangezogen, welches mittels Echtzeit-Compiler die Ausführung von Java-Quellcode zulässt; d.h. eine Engine, welche alle algorithmischen und mathematischen Anforderungen hinreichend befriedigt, sowie das Hinzuziehen von weiteren Bibliotheken und Modulen für die Berechnung von statistischen, naturwissenschaftlichen oder ökonomischen Aufgabenstellungen erlaubt.

Des Weiteren wurde großes Augenmerk auf den Aufbau vielfältiger Kontrollstrukturen gelegt, ohne die auch das beste regelbasierte System an einer umfangreichen Abbildung von Unternehmensabläufen scheitern würde.

8.2. Zur Lernmethode von ZERMEG III

Erklärtes Ziel des Projekts war das Vermitteln von breit gefächertem Wissen über eine ganzheitliche, nachhaltige Unternehmensführung durch eine aktive Teilnahme an einem Spiel. In diesem Sinne regt die verwendete Methode in vielerlei Hinsicht zur Wissensvermittlung an:

- Es wird in der Gruppe gespielt und verlangt somit Kommunikation und Auseinandersetzung mit den inhaltlichen Themenbereichen.
- Sie fungiert hervorragend als Blended Learning Tool.
- Im Gegensatz zu anderen Lernmethoden entscheidet der Spieler selbst, welchen Weg er beschreitet. Hilfreiche Informationen sowie Belohnungen und Bestrafungen beeinflussen den Spieler und ermöglichen einen Lerneffekt, welcher durch die persönliche Erfahrung geprägt ist.
- Die universelle Gestaltung des Spielsystems erlaubt die Anpassung der Software an unterschiedliche Lernziele und Themenkomplexe.
- Die neue Perspektive, welche durch eine ganzheitliche Betrachtung des Unternehmens erzeugt wird, schafft Einblicke in unbekannte Situationen und bereichert durch den Gewinn differenzierterer Betrachtungsweisen.

Die Konzeption eines Planspiels beginnt mit der Wissensakquisition. Dabei wird in Interviews und Workshops das Expertenwissen erhoben, interpretiert und zu einem konzeptuellen Modell zusammengefasst. Danach kommt es entweder zu einer Reihe von Prototypen (Rapid Prototype Development) oder, im modellbasierten Ansatz, zu einem expliziten Modell. In jedem Fall wird das erworbene Wissen operationalisiert und kann in weiterer Folge repräsentiert werden.

Die ersten Schritte nach der Analyse der Ausgangssituation und Planung des Projekts betrafen demnach den Erwerb von Wissen.

Es stellte sich heraus, dass das Finden von geeigneten Formalisierungsmethoden weit mehr Zeit in Anspruch nahm als vorgesehen. So wurde in den Workshops schrittweise ein Vorgehensmodell entwickelt. Ausgehend von einer Einteilung der Unternehmenswelt in ein hierarchisches System von Themenkomplexen führte dies zu einer geordneten, qualitativ hochwertigen und effizienten Methode zum Wissenserwerb bei derart komplexen Fragestellungen, wie sie in einer nachhaltigen Unternehmensführung auftreten.

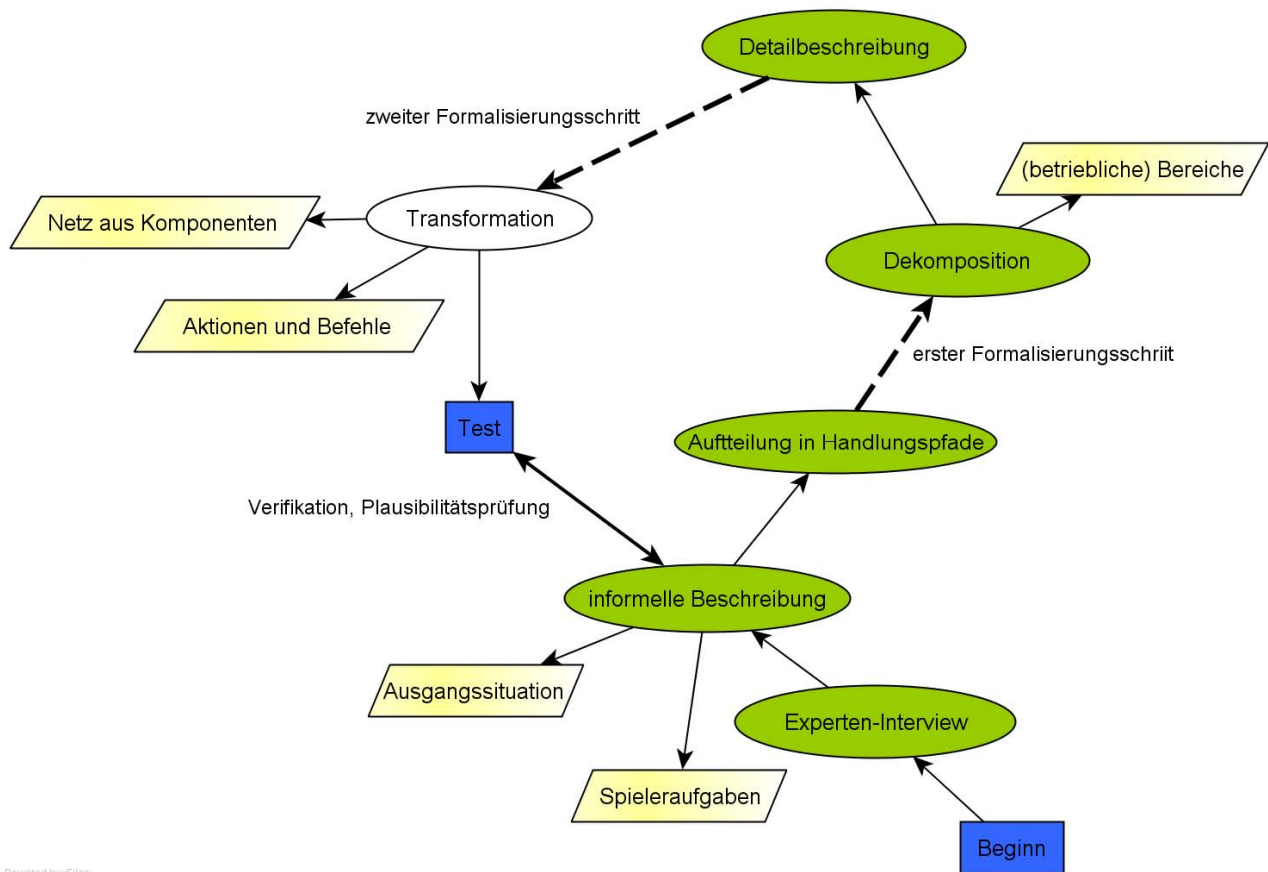


Abbildung 3: Vom Wissenserwerb zur Aktion im Spiel

Im Verlauf des Projekts wurden für die in der Abbildung dargestellten Arbeitsschritte Vorlagen erstellt und umfangreiche Software-Werkzeuge entwickelt. Die Erstellung von Editoren bzw. Werkzeugen zur Spielprogrammierung ist von essentieller Bedeutung in jedem Game Development Prozess. Aus diesem Wissen wurde von unserer Seite besonders intensiv an der Ausgestaltung dieser Tools gearbeitet. Das Spielmodell bzw. die Systemarchitektur sowie die eben genannten Werkzeuge werden nachfolgend vorgestellt.

8.3. Vorgehen bei der Erstellung des Planspiels: vom Brainstorming zur Anwendung

8.3.1. Initiale Workshops

Folgende wesentlichen Aufgabenbereiche standen in den ersten Workshops zur Diskussion:

- Handlungsschwerpunkte des Spiels (in Bezug auf die gesamte Unternehmenswelt)
- Welche 3-4 Settings (Ausgangssituationen für Spieler, Unternehmen, Umwelt) werden gewählt
- Welche Szenarien (einschneidende Ereignisse während des Spiels) sollen möglich sein
- Welche Aufgaben / Handlungsstränge sollen das Spiel formen und begleiten

Resultierend folgte daraus die Ausarbeitung der Handlungsstränge in kleineren Gruppen.

8.3.2. Handlungsstränge

Für die Ausarbeitung der Handlungsstränge standen folgende Materialien zur Verfügung:

- Eine hierarchische Abbildung der gesamten Unternehmenswelt (UNTW).
- Eine Prozessdarstellung, die eine eindeutige Zuordnung einer Aufgabe zu einem Unternehmensprozess gewährleistet (PROZ).

Jeder Handlungsstrang wurde zunächst informell beschrieben.

Danach erfolgte, soweit es sich um komplexe Aufgaben handelte, die hierarchische Strukturierung aller Aktionen, die getätigt werden können, in einem Aufgabenbaum. Dieser Aufgabenbaum ermöglicht die Strukturierung der zeitlichen Abfolge von Aktionen abhängig von den vom Spieler zuvor ausgeführten Aktionen. Für komplexere Situationen wurden weitere Bedingungen definiert, welche die Voraussetzung für die Ermöglichung nachfolgender Aktionen seitens des Spielers ermöglichen. Eine einfache Aufgabe besteht aus lediglich einer Aktion.

Jede Aktion wird nun einem Prozess in PROZ zugeordnet.

Für jede Aktion wird anschließend nach Abhängigkeiten in UNTW gesucht. Diese Abhängigkeiten werden niedergeschrieben.

Für jede Aktion und jede Abhängigkeit in UNTW wurden die konkreten Zusammenhänge beschrieben. Beispielsweise wird die Aktion: „Mitarbeitereinschulung neue Maschine“ folgendermaßen dargestellt:

Personalmanagement:Motivation:Zufriedenheit:Arbeitssicherheit erhöht sich um 25 %

Mit Aktionen, die (etwa auch in anderen Handlungssträngen) öfters auftreten und genau dieselben Auswirkungen haben, wurde getrennt verfahren, um Redundanzen zu vermeiden und Ausarbeitungszeit zu sparen. Dafür wurde eine separate Liste von Aktionen (Bezeichnung, Auswirkung) erstellt, um den Überblick zu behalten.

In den nächsten Schritten wurden die aufgeschlüsselten Zusammenhänge von den Software-Architekten in das regelbasierte komponentenorientierte System übertragen und auf logische und syntaktische Fehler getestet.

Der hinzugefügte Handlungsstrang wurde in einer unterschiedlich konfigurierten Testumgebung automatisiert gespielt und protokolliert.

Das Protokoll zum Handlungsstrang wurde Experten zur Durchsicht vorgelegt.

8.3.3. Ausarbeitung des V-Modells

Dabei wurde ein maßgeschneidertes Vorgehensmodell verwendet, welches sich am so genannten **V-Modell XT** orientiert und folgende Merkmale besitzt:

- folgende Submodelle werden berücksichtigt: Softwareentwicklung, Konfigurations- u. Änderungsmanagement, Qualitätssicherung (teilweise; technisch, ergonomisch),
- es werden Durchführungsstrategien der Agilen Softwareentwicklung benutzt
- es wird die Methode des evolutionären Prototypings in der Umsetzungsphase für Teilsysteme benutzt

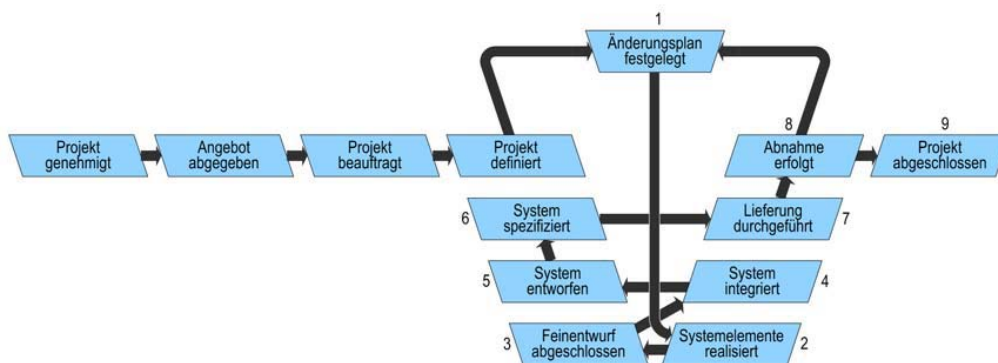


Abbildung 4: Agile Softwareentwicklung (aus V-Modell XT Referenz)

- es fand eine Rollenverteilung statt in Projektleiter (und -manager), Anforderungsanalytiker, Systemarchitekten, Software-Architekt (und -entwickler), Konfigurationsmanager, Qualitätsmanager, Änderungssteuergruppe, Ergonomieverantwortlicher, Prüfer (Tester), Anwender
- folgende Produkte wurden erstellt:
 - Projekthandbuch (Organisation und Vorgaben zu: Risikomanagement, Problem- und Änderungsmanagement, Konfigurationsmanagement, Messung und Analyse, Anforderungserstellung, Systemerstellung, Systemsicherheit)
 - Qualitätshandbuch (zu prüfende Produkte und Prozesse, Prüfspezifikationen)
 - Produktbibliothek (Teilsysteme, Versionierung)
 - Produktkonfiguration
 - Änderungsstatusliste (Problemmeldungen, Änderungswünsche und Änderungsentscheidungen)
 - Anwenderanforderungen und Gesamtsystemspezifikation
 - Systemspezifikationen (Teilsysteme: Schnittstellen, Anforderungen)
 - SW-Spezifikationen (Teilsysteme)
 - Systemarchitektur
 - HCI (Style guide)

- SW-Architektur (Teilsysteme)
- folgende Aktivitäten werden gesetzt:
 - Projekthandbuch erstellen
 - QS-Handbuch erstellen
 - Projekt planen
 - Projektstagebuch führen
 - Änderungsstatusliste führen
 - Produktbibliothek verwalten
 - Produktkonfiguration verwalten
 - Anforderungen erstellen
 - Systemspezifikationen festlegen (iterativ für Teilsysteme)
 - Systemarchitektur festlegen (iterativ für Teilsysteme)
 - Styleguide für HCI erstellen
 - Teilsysteme realisieren (*evolutionäres Prototyping*)
 - *Unit Tests* definieren
 - Teilsysteme testen
 - Teilsysteme integrieren (iterativ)
 - funktionale Tests definieren
 - aggregierte Teilsysteme testen
 - Gesamtsystem integrieren (iterativ)
 - Gesamtsystem testen

8.4. Das Spielmodell von ZERMEG III

8.4.1. Übersicht über die Systemarchitektur

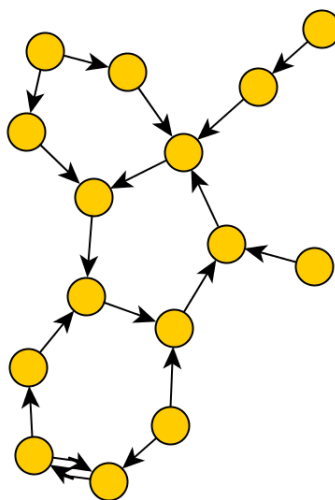
Folgende Ziele wurden beim Entwurf der Systemarchitektur angestrebt:

1. Entwurf einer komponentenorientierten *Game Engine*, deren Systemeigenschaften durch ein regelbasiertes System verändert werden können.
2. Getrennte Behandlung der Spiellogik; Erstellung eines Frameworks, welches als Basis für ein Online Browser Game dient.
3. Einführung einer Flow-basierten Steuerung von Unternehmensprozessen, welche die Umsetzung von Handlungssträngen, Umweltfaktoren usw. realisiert.
4. Erstellung einer Web-Anwendung, welche ein rundenbasiertes Spielen im Internet via Browser erlaubt.
5. Erzielung einer größtmöglichen Benutzerfreundlichkeit, um Zugangsbarrieren weitgehend zu minimieren.
6. Flexibilität, Skalierbarkeit und zukünftige Erweiterbarkeit des Systems (der Systeme).

8.4.2. Der Game Engine von ZERMEG III

Vereinfacht dargestellt werden alle benötigten Unternehmensbereiche durch ein Netz aus Komponenten repräsentiert. Diese Komponenten enthalten Attribute, welche den konkreten Zustand des Systems zu einem bestimmten Zeitpunkt definieren. Zwischen den Komponenten können verschiedenste Beziehungen bestehen, welche wiederum durch Regeln und Kontrolllogik bestimmt werden.

Komponenten (Anlagen, Mitarbeiter, Arbeitssicherheit, Kostenrechnung etc.)



Powered by yFiles

Abbildung 5: Jede Komponente repräsentiert einen eigenen Unternehmensbereich

Zum weiteren Verständnis werden nachfolgend die wichtigsten Systembegriffe kurz erklärt:

- Komponenten: Eine Komponente beschreibt einen betrieblichen Bereich oder Teilbereich oder eine Systemeigenschaft.
- Tasks, Aktionen: Eine komplexe Aufgabe (Task) besteht aus mehreren Aktionen, die in zeitlicher und logischer Abhängigkeit stattfinden. Aktionen sind gewöhnlich Kompositionen mehrerer Befehle, die direkt an eine Komponente erteilt werden. Ein einfacher Befehl besteht aus einer Vorbedingung, einer Regel und einer Nachbedingung. Er verändert möglicherweise andere Komponenten und löst weitere Befehle aus (Kettenreaktion).
- Ereignisse: Der Spieler erhält Feedback über Erfolg und Misserfolg seiner Taten sowie die Geschehnisse der letzten Spielperiode mittels Ereignis-Benachrichtigungen, die zumeist in den Komponenten generiert werden.
- Outputs: Dabei handelt es sich um eine (möglicherweise) integrierte Darstellung von Komponenteneigenschaften, welche dem Spieler Auskunft über die Interna des Unternehmens geben.

Beispiele:

- Komponenten (z.B. Anlage),
- Attribute (Alter, Wartungszustand, Leistung, Energiekosten, ...)
- Tasks (z.B. Produktionsprozess der Galvanisierung, Angebotslegung, Schulungsprogramm),
- Aktionen (Badzeiten verkürzen, Qualität überprüfen, Kundenrabatt gewähren)
- Outputs (Mitarbeiterzufriedenheit, Umsatz, Auslastung, Produktivität, ...)

Bei der Modellierung steht die Systemanalyse⁸ des Betriebes im Vordergrund. Die dazu benötigten Variablen und Indikatoren wurden aus den Vorläuferprojekten entnommen. Die Abhängigkeiten wurden vom Projektteam in mehreren Workshops modelliert. Die Stärke der Zusammenhänge wird in Einzelarbeit der Experten ermittelt und in Workshops gemeinsam mit Vertretern von Betrieben unter Verwendung des „Papiercomputers“ von Frederic Vester abgestimmt.

Das Modell gibt die Möglichkeit, die wesentlichen Teile der Firma auszuwählen, Produkte zu wählen, Stoffe auszuwählen, technische und organisatorische Maßnahmen zu treffen, Kunden auszuwählen, Preise für einen definierten Zeitraum festzulegen. Als Antwort auf diese Entscheidungen werden die Auswirkungen in der „Virtuellen Fabrik der Zukunft“ auf

- Inputdaten
- Outputdaten
- Kosten
- Abfallmengen
- Emissionen
- CO₂-Bilanzen
- Indikatoren für Mitarbeiterzufriedenheit

⁸ Systemanalyse und Papiercomputer – F. Vester, Die Kunst vernetzt zu denken, ISBN 3-421-05308-1, 2002

- Know-how-Entwicklung
- Compliance
- Kundensicht
- etc.

in Abhängigkeit der Entscheidungen berechnet bzw. anhand des Systemmodells aufgezeigt (Abbildung 6). Dieses fußt auf dem EFQM-Modell und den Nachhaltigkeitsindikatoren von Schaltegger. Aus der Bewertung anhand der Leitprinzipien einer nachhaltigen Wirtschaftsweise und Darstellung der Ergebnisse in cockpitchartähnlichen Darstellungen sehen die Benutzer des Modells, welche Entscheidungen sich positiv im Sinne einer nachhaltigen Wirtschaftsweise und welche Entscheidungen sich negativ auswirken.

Die Elemente der ZERMEG III-Systemanalyse sind in der nachfolgenden Tabelle 1 zusammengefasst:

Tabelle 1: Elemente von ZERMEG III

➤ Settings (Ausgangssituationen)	- Spieler - Betrieb - Umgebung
➤ Szenarien (Einschneidende Ereignisse, kontinuierliche Veränderungen)	- Schwankungen der Rohstoffpreise - Brand in der Fabrik - Prüfung des Unternehmens (Legal Compliance, UVP)
➤ Story Line	
➤ Zustandsvariablen (über Systemeigenschaften gewichtete Outputs)	- Firmenwert - Liquidität - Sozialkompetenz, ...
➤ Systemsegmente	- Komponenten (bspw. Maschine) - Attribute (Alter, Wartungszustand, Leistung, Kosten, ...) - Tasks (bspw. Produktionsprozess der Galvanisierung) - Aktionen (Badzeiten verkürzen, Qualität überprüfen, Kundenrabatt gewähren) - Befehle (Maschine: Warten, Produktion starten, Mitarbeiter abziehen, Umweltverträglichkeit erhöhen) - Weights und Outputs (Integration von Komponenteneigenschaften; bspw. Berechnung eines Technologiestands anhand von Alter, Umweltverträglichkeit und Leistung des gesamten Maschinenparks)
➤ Aktionen (einfache, repetitive, Action-Graphs)	
➤ Eine Komponente beschreibt einen betrieblichen Bereich oder Teilbereich oder eine Systemeigenschaft.	
➤ Eine komplexe Aufgabe besteht aus mehreren Aktionen, die in zeitlicher und logischer Abhängigkeit stattfinden.	
➤ Aktionen sind gewöhnlich Kompositionen mehrerer Befehle, die direkt an eine Komponente erteilt werden.	
➤ Ein einfacher Befehl besteht aus einer Vorbedingung, einer Regel und einer Nachbedingung. Er verändert möglicherweise andere Komponenten und löst weitere Befehle aus (Kettenreaktion).	
➤ Der Spieler erhält Feedback über Erfolg und Misserfolg seiner Taten sowie die Geschehnisse der letzten Spielperiode mittels Ereignis-Benachrichtigungen, die zumeist in den Komponenten generiert werden. Rundenbasierter Spielablauf, in welchem Handlungen getätigt werden können, Ereignisse eintreten und Feedback über den aktuellen Zustand der Welt erhalten wird.	

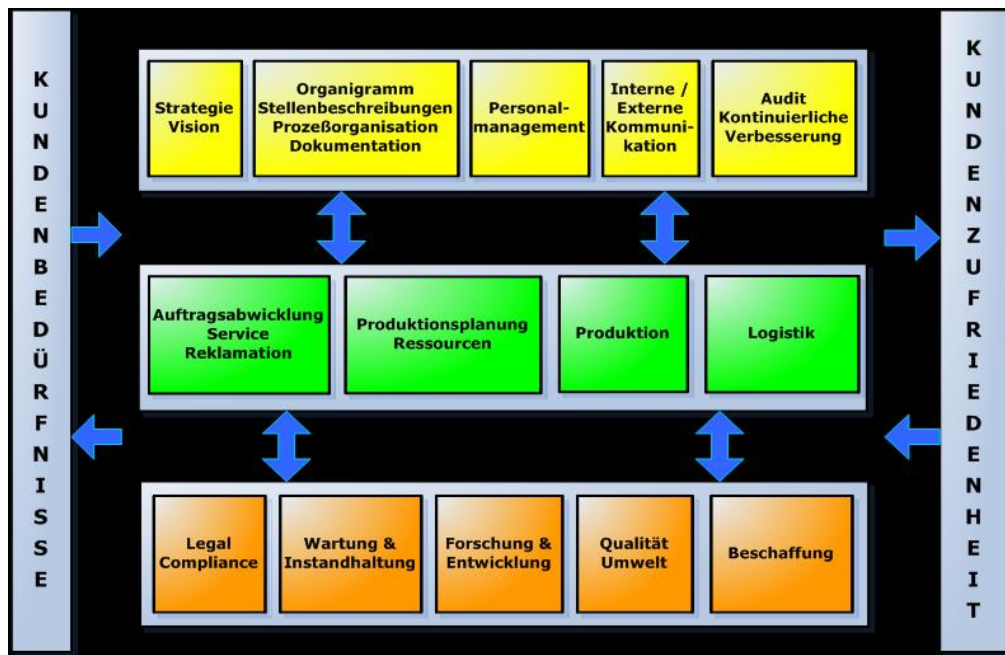


Abbildung 6: Unternehmensmodell für ZERMEG III

Das Unternehmensmodell (Abbildung 6) wurde analog der heute üblichen Gliederung eines Betriebes in Kernprozesse zur Leistungserstellung (Auftragsabwicklung, Ressourcenplanung, Produktion, Logistik) und unterstützende Prozesse (Legal Compliance, Wartung, Entwicklung, Qualität und Umwelt, Administration) erstellt.

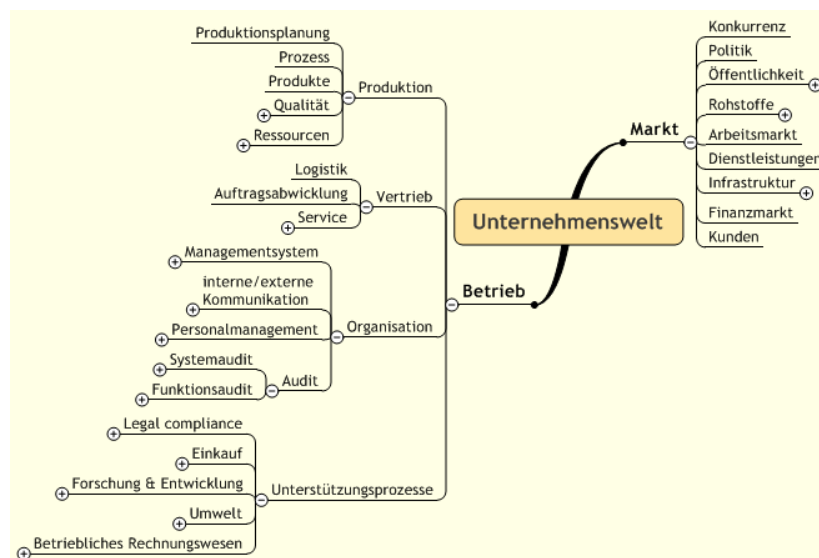


Abbildung 7: Modell der Unternehmenswelt und Unternehmensumwelt

Die Abbildung 7 zeigt die Analyse der Unternehmenswelt und ihres Umfeldes, bestehend aus Produktion, Vertrieb, Logistik, Entwicklung unter Berücksichtigung von Kunden, Finanzierungspartnern, Gesetzgeber, Infrastruktur. Alle diese Elemente wurden dann im Planspiel berücksichtigt.



Abbildung 8: Beispiel für eine Systemanalyse zur Darstellung der Komponenten und Wechselwirkungen im Modellunternehmen

Zur Beschreibung der Beziehungen im System wurde der „Papiercomputer“ eingesetzt. Die Abbildung 8 zeigt die Anwendung dieser Modellierungsmethode auf die Aufgaben der Betriebsführung im Routinealltag bei der Organisation der Produktion.

Alle Systemelemente werden einerseits als Zeilen und andererseits als Spalten einer Tabelle angeordnet. Dann wird für jedes Element (Zeile für Zeile) dessen Wirkung auf alle anderen (Spalte für Spalte) anhand einer Skala mit „0“ (gar nicht) bis „3“ (sehr stark) bewertet. Die Summen der Wirkungen für eine Zeile bilden die so genannte „Aktivsumme“ eines Elementes (die Wirkung, die von einem Element ausgeht). Die Summe der Wirkungen auf ein Element (Spaltensumme) bildet die so genannte „Passivsumme“.

Bei der Systemanalyse wurde besonders auf die Analyse der „Fabrik der Zukunft“-Projekte SUMMIT, BLIZZ und ZERMEG Rücksicht genommen. Zur Formulierung der Zusammenhänge wurden Experteninterviews durchgeführt. Die Ergebnisse wurden in gemeinsamen Workshops abgestimmt.

Wirkung von Zeile auf Spalte	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
auf von	Eigentümer	Management	Anlagenbetreiber	Instandhalter	Kunde	Spediteur	Rohstofflieferant	Anlagenlieferant	Bank/Versicherer	EVU	Behörde
Eigentümer	0	3	1	1	1	0	0	1	1	1	0
Management	2	0	3	3	1	3	3	3	1	1	0
Anlagenbetreiber	0	2	0	3	0	0	0	1	0	0	0
Instandhalter	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0
Kunde	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Spediteur (für Fertigung)	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rohstofflieferant	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Anlagenlieferant	0	2	3	3	0	0	0	0	0	0	0
Bank	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
EVU	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Behörde	1	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0
Anrainer	1	2	3	0	0	0	0	0	0	0	3
Öffentlichkeit	2	2	2	0	3	0	0	0	2	0	3
Rohstoffe (Chemikalien)	0	1	2	0	0	0	3	0	0	0	1
Energie	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0
Wasser	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0
Abwasser	0	2	2	2	0	0	0	0	1	0	3
Abfall (gefährlicher)	0	2	2	1	0	0	0	0	0	0	3
Auftrag	0	3	2	0	0	3	3	1	2	0	0
Preis	0	1	0	0	3	0	0	0	0	0	0
Lieferzeit	0	2	2	0	3	3	2	0	0	0	0
Angebot	0	1	0	0	3	0	0	0	0	0	0
Image	1	1	0	0	2	0	0	0	2	0	1
Kosten	1	3	0	0	1	0	0	0	1	0	0
Kapazität	0	3	3	0	2	0	2	2	0	2	2
Qualität	0	3	3	3	3	0	2	2	0	0	0
Motivation	1	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0
Information	0	2	2	1	2	0	0	1	0	0	2
Feedback	0	2	2	2	0	0	1	1	0	0	0
Ausschuß	0	2	2	2	0	0	0	1	0	0	0
Wettbewerber	3	2	0	0	3	1	2	2	0	0	1
Genehmigung	2	3	2	2	0	0	0	1	2	0	0
Arbeitslohn	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Arbeitszufriedenheit	1	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Arbeitsicherheit	0	3	3	3	0	0	0	0	0	0	3
Ware	0	2	2	1	3	1	0	1	0	0	0
Gesetz	3	3	2	2	0	1	1	2	2	2	3
Umsatz	3	3	2	1	0	1	2	2	3	2	0
Ertrag	3	3	1	0	0	0	0	2	3	0	0
Investitionen	1	1	3	3	0	0	0	3	2	2	1
Ausbildung	0	1	1	3	0	0	0	0	0	0	0
Fluktuation	1	3	2	1	1	0	0	0	0	0	0
Krankenstand	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	1
Arbeitsunfälle	0	3	2	1	0	0	0	0	2	0	3
Passivwert	31	94	66	41	32	13	21	26	24	10	30

Abbildung 9: Beispiel für den Einsatz des Papiercomputers zur Definition der Stärke der Beziehungen zwischen den Systemelementen (Ausschnitt)

Papiercomputer Unternehmensmodell ZERMEG III

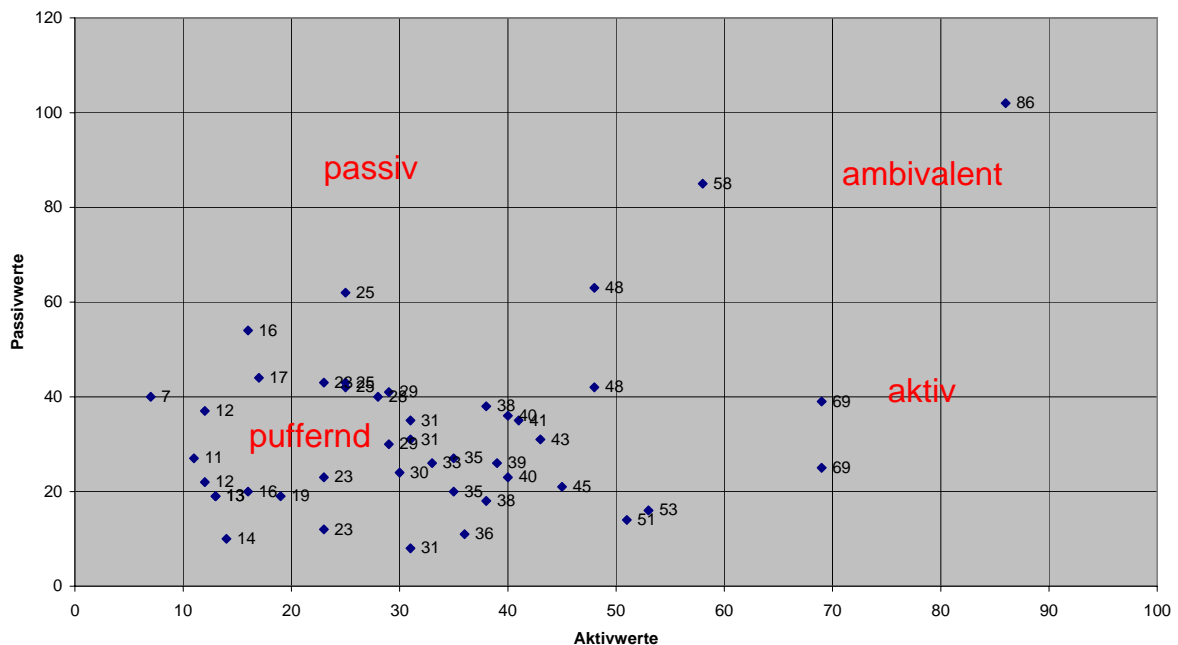


Abbildung 10: Klassifizierung der Variablen im Papiercomputer zur Identifikation von aktiven, passiven, puffernden und kritischen Größen (die Zahlen an den Punkten beziehen sich auf die Aktivwerte der Variablen in der vorhergehenden Matrix)

Hohe Aktivsummen und gleichzeitig niedrige Passivsummen zeichnen so genannte „aktive“ Elemente aus, das sind Elemente, die eine hohe Wirkung auf das System haben. Hohe

Passivsummen und gleichzeitig niedrige Aktivsummen deuten auf so genannte „passive“ Elemente hin, das sind Elemente, auf die eine hohe Wirkung durch das System ausgeübt wird. Elemente, die weder aktiv noch passiv sind, werden als „puffernd“ bezeichnet. Elemente, die vom System stark beeinflusst werden, dieses jedoch wiederum stark gestalten, werden als „ambivalent“ bezeichnet. Diese Elemente haben Hebelwirkung im System. Aktive und ambivalente Elemente werden dann besonders im Regelwerk des Modells berücksichtigt.

Abbildung 8 zeigt, dass für das betrachtete System im betrachteten Spielzug beispielsweise Investitionen und Anlagengröße die wichtigsten aktiven Komponenten sind, während Management und Anlagenbetreiber die wesentlichen Komponenten mit Hebelcharakter sind. Diese werden zwar stark von den anderen Systemelementen beeinflusst, üben gleichzeitig aber auch eine starke Wirkung auf die anderen Elemente aus.

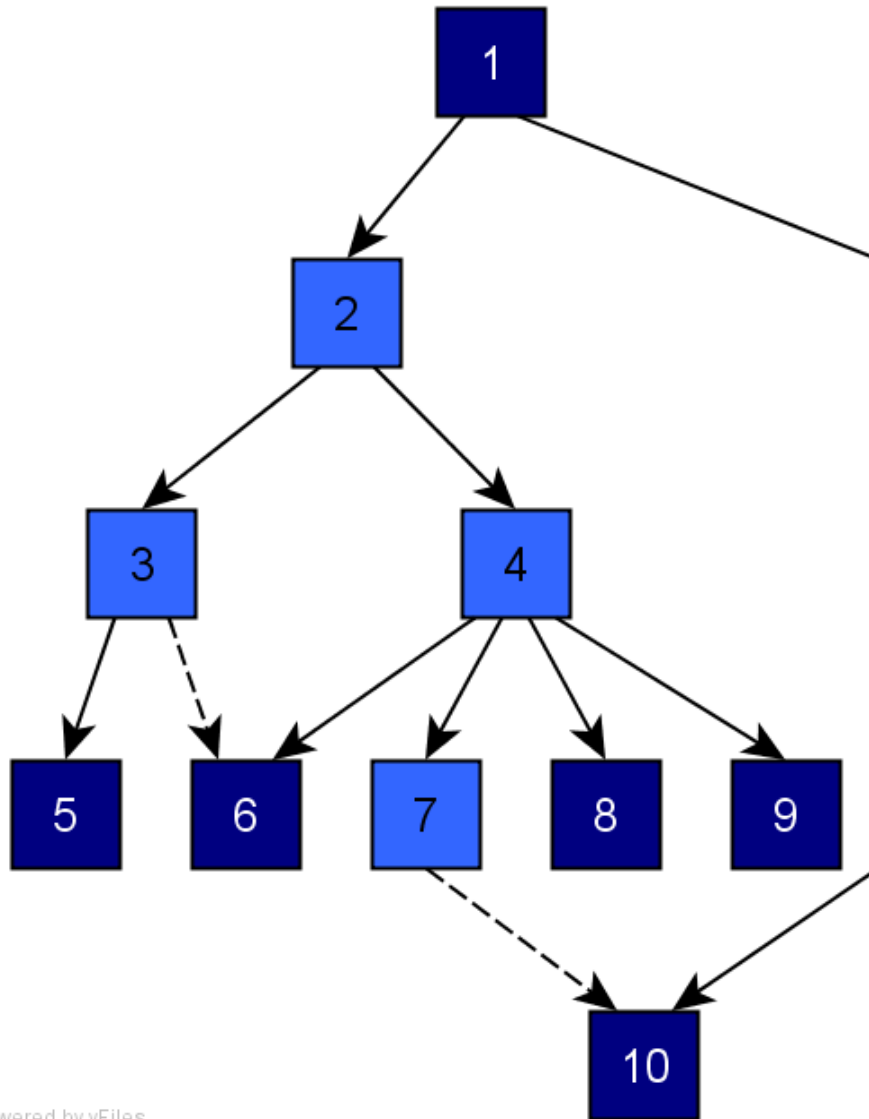
Die Erkenntnisse aus der Systemanalyse führten zur Definition der wesentlichen Systemsegmente, der Wechselwirkungen und der wesentlichen Indikatoren. Aus der Klassifizierung der Variablen wurden dann wichtige Erkenntnisse für die Entwicklung der Spielzüge gewonnen.

Das wesentliche Ergebnis der Modellierung ist neben der Liste der Systemelemente eine Sammlung der wesentlichen Regeln im System. Die folgende Abbildung zeigt ein Beispiel für eine solche Regel. Die Gesamtübersicht über alle im System verwendeten Regeln findet sich im Anhang („Scripting der Regeln“).

Tasktree: Personal Kommunikation

<i>Knot</i>	<i>Name</i>	<i>Beschreibung</i>
0	Wöchentliche Besprechungen	Führen Sie Informationsveranstaltungen und wöchentliche Besprechungen in Ihrem Unternehmen ein, um alle Mitarbeiter am aktuellen Stand zu halten. Sie erhöhen so die Zuverlässigkeit im Unternehmen und Zufriedenheit der Mitarbeiter. Logik: +1,5 % Mitarbeiterzufriedenheit => 1
1	Tägliche Produktionsbesprechungen	Führen Sie tägliche Produktionsbesprechungen in Ihrem Unternehmen ein, um Ihren Ansprüchen an die Einhaltung von Lieferterminen und Qualität noch besser gerecht zu werden. Logik: +2,5 % Mitarbeiterzufriedenheit, - 3 % Ausschuss

Abbildung 11: Beispiel für eine Regel



Powered by yFiles

Abbildung 12: Modell eines Handlungspfades

8.4.3. Die Steuerung von Aktionen in ZERMEG III

Die folgenden Abbildungen zeigen das Modell eines Handlungspfades und ein vereinfachtes Aktionsdiagramm, welches die internen Prozesse beim Ablauf einer Spielperiode übersichtlich darstellt:

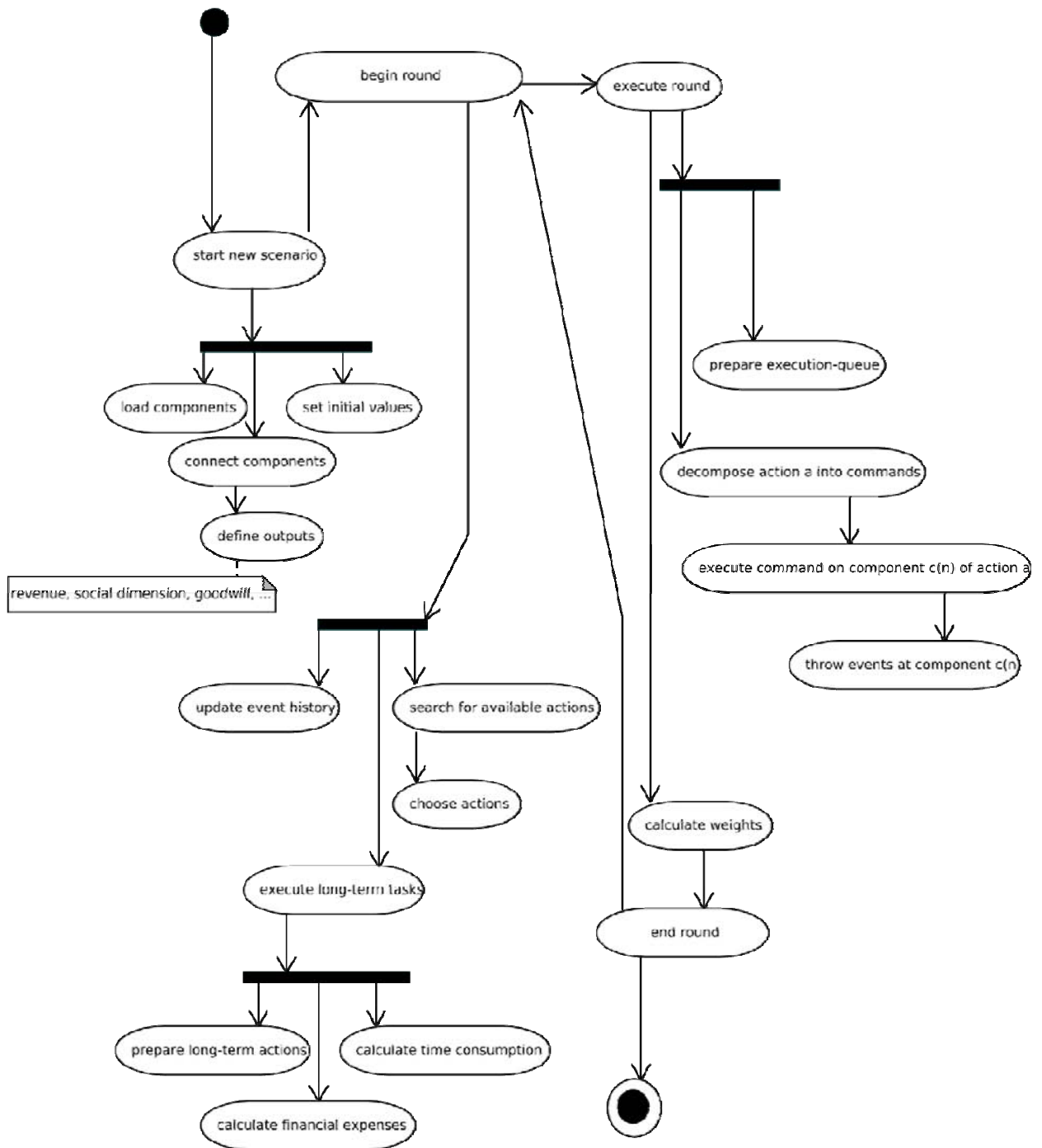


Abbildung 13: Darstellung der internen Prozesse beim Ablauf eines Spielzuges in Form eines Aktionsdiagramms

Grundsätzlich ist noch zu erwähnen, dass zwischen so genannten autonomen Aktionen und User-Aktionen unterschieden wird. Autonome Aktionen sind vom Spieler nicht beeinflussbar und geschehen aufgrund früherer Entscheidungen oder nicht steuerbarer Faktoren im Unternehmen oder in dessen Umfeld.

Im Entwurf der Systemarchitektur wurde eine Vielzahl von Möglichkeiten ausgelotet, welche zur Bereicherung und Qualitätssteigerung beitragen können. Wenngleich nicht alle im Rahmen eines solchen Projekts bereits realisiert werden können, deckte die Sammlung von Ideen durchaus beachtliche Potenziale für zukünftige Weiterentwicklungen auf.

8.4.4. Abriss einer Spielperiode

Zum besseren Verständnis des Modells sei an dieser Stelle der Ablauf einer Spielperiode (bspw. eines Quartals) schrittweise aufgelistet:

1. Ein neues Spiel wird eröffnet; Wahl der Ausgangssituation, Spielziel angeben (z.B. 4 Runden, Zielerreichung 70 % Mitarbeiterzufriedenheit)
2. Spieleinführung (Einführungstexte und -grafiken, welche die Situation zu Spielbeginn beschreiben) (Spielperiode)
3. Die Ereignisse in der letzten Periode werden angezeigt. Jedes Ereignis ist mit einem Gruppensymbol belegt, nach dem gefiltert werden kann.
4. Alle verfügbaren Handlungen (Aktionen) sind in fünf Bereichen eingegliedert (Büro, Meetings, Produktionsanlage, Lager/Fuhrpark, Kantine). „Verfügbar“ heißt nicht, dass jede Handlung auch sinnvoll ist oder überhaupt möglich sein muss (wie sich im Nachhinein herausstellen kann). Gründe für einen Fehlschlag einer Handlung können zu geringe finanzielle Mittel, Ressourcen oder andere Faktoren sein.
5. Nun sollten sich an dieser Stelle die unterschiedlichen Teilnehmer beraten und einigen, was zu tun ist.
6. Der Spieler wählt gezielt jene Aktionen aus, die er in dieser Spielperiode setzen möchte. Je nach Aktion können dabei unterschiedliche Variablen beeinflusst werden. Jede Aktion bedeutet einen finanziellen und/oder zeitlichen Aufwand.
7. Um eine Übersicht über den Stand des Unternehmens zu erhalten, kann der Spieler zu jeder Zeit in einen Controlling Bereich einsehen („Cockpitfunktion“). Dort findet er konkrete Werte und aggregierte Auswertungen (Stichwort „Indikatoren“), eventuell auch historische Werte und Trends/Tendenzen.
8. Alle ausgewählten Aktionen werden in einer Liste zusammengefasst. Die Einträge in dieser Liste können sortiert werden, um unterschiedliche Prioritäten festzulegen. Aktionen können hier wieder entfernt werden.
9. Die Runde wird beendet.
(Internia einer Spielperiode)
10. Alle zu tätigen Aktionen liegen in einem Aktionsstapel und werden der Reihe nach abgearbeitet
11. Jede Aktion beeinflusst mindestens eine, meist jedoch eine Vielzahl von Komponenten. Für jede Komponente werden nun Befehle ausgeführt. Sie entsprechen den definierten Relationen.
12. Jeder Befehl feuert eine Regel. Sind nicht alle Vorbedingungen erfüllt, scheitert der Befehl. Die Aktion konnte nicht vollständig durchgeführt werden. Innerhalb der Regel ist definiert, in welcher Weise der Befehl auf diese Komponente wirken soll. Dabei kann auf bereitgestellte mathematische Hilfskonstrukte, Logik und innerhalb der Komponenten auf explizit definierte Methoden zurückgegriffen werden. Bei der Abarbeitung von Befehlen werden erwähnenswerte Ereignisse notiert, die den Spieler informieren sollen (siehe oben).

13. Nachdem alle Aktionen abgelaufen sind, werden alle Aktionen in die nächste Spielperiode gehoben.
14. Das Eintreten eines plötzlich auftretenden Szenarios wird überprüft. Andauernde Beeinflussungen durch Szenarien werden berechnet. Alle unternehmensinternen und externen Einflüsse werden für diese Spielperiode realisiert.
15. Alle Statistiken u. Indikatoren werden neu berechnet.

Die folgenden Use-Case Diagramme zeigen mögliche Anwendungsfälle für einen zukünftigen Einsatz des Unternehmensspiels:

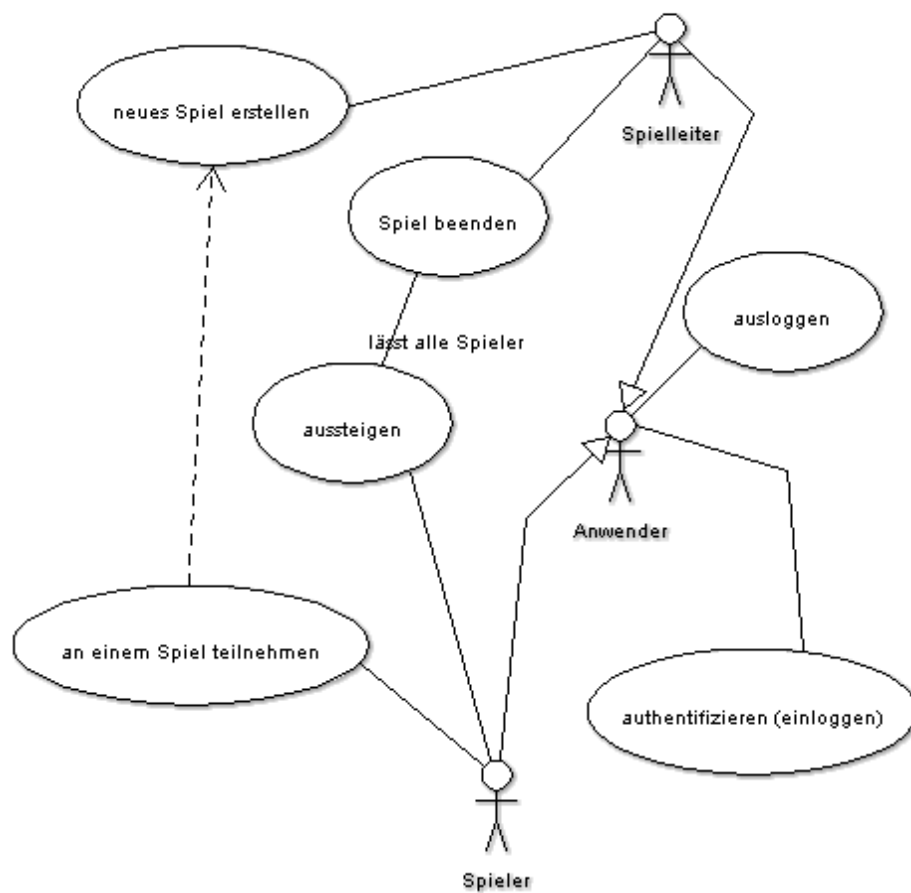


Abbildung 14: Use Case – neues Spiel

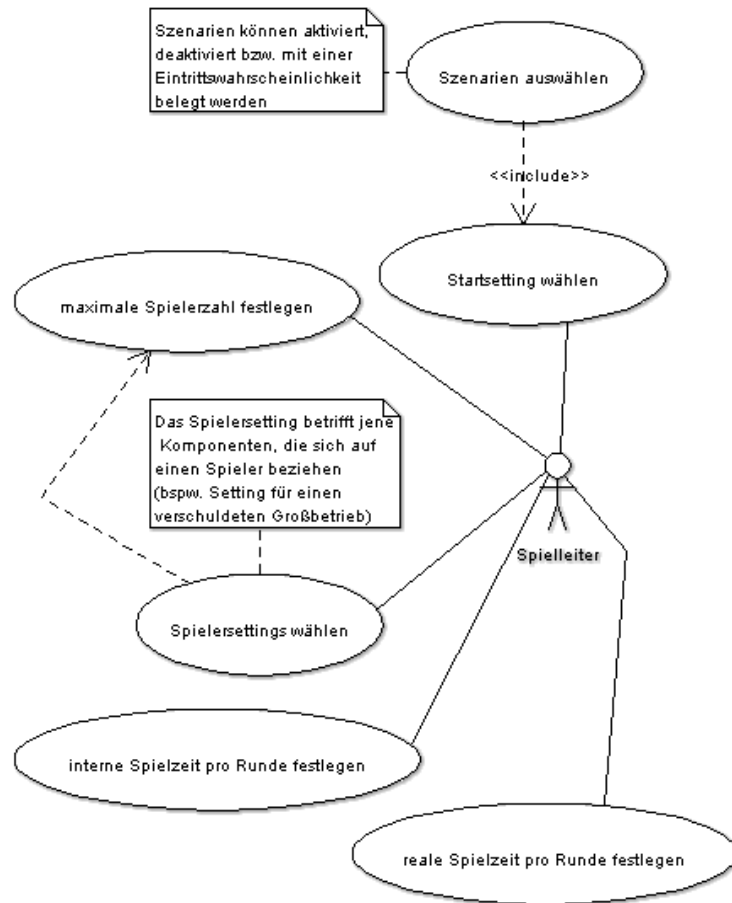


Abbildung 15: Use Case: neues Spiel – neues Spiel erstellen

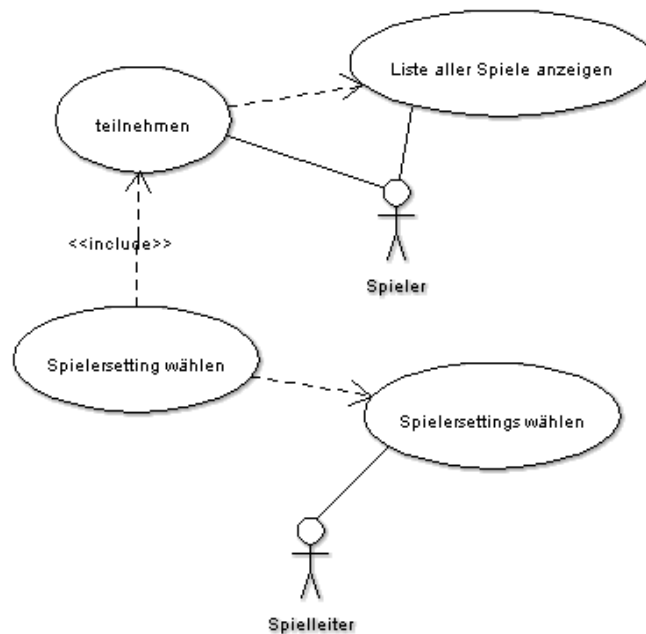


Abbildung 16: Use Case: neues Spiel – an einem Spiel teilnehmen

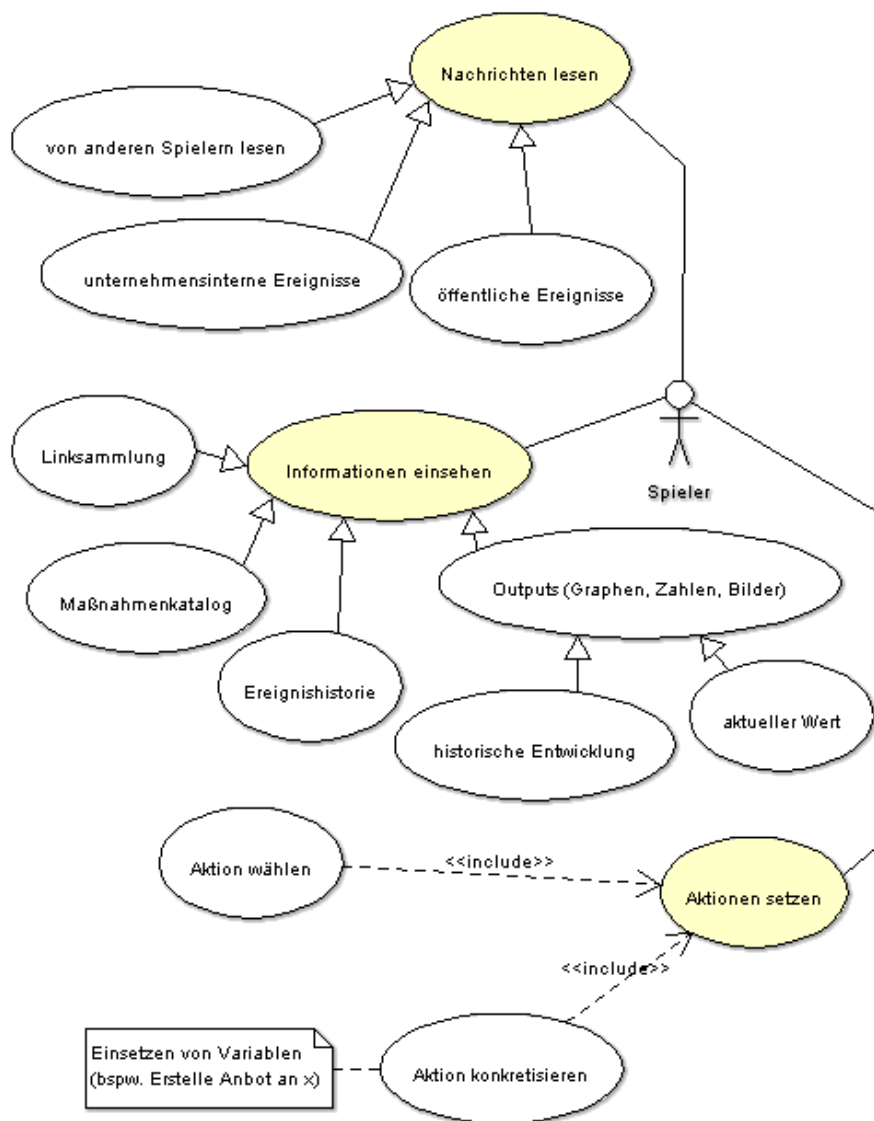


Abbildung 17: Use Case – Spiel läuft

8.4.5. Die Systemarchitektur in ZERMEG III

Die Systemarchitektur setzt sich im Wesentlichen aus drei großen Komplexen zusammen:

1. Game Engine Library

Die folgenden Diagramme zeigen einen Überblick über die Systemarchitektur der Game Engine Library:

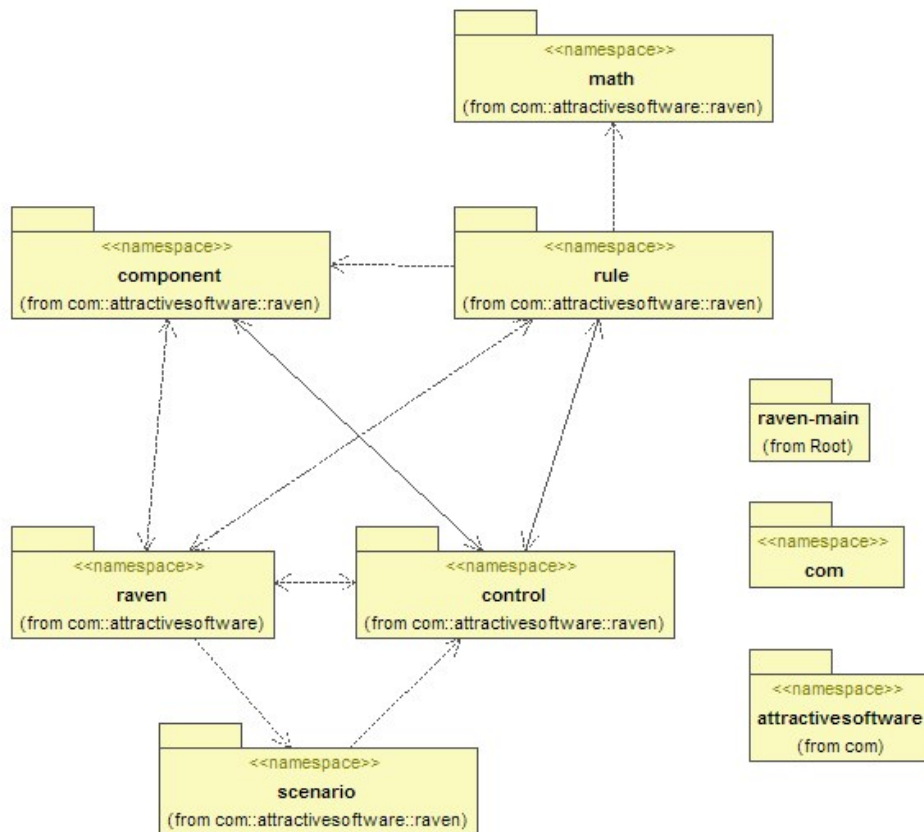


Abbildung 18: Pakete der Game Engine Library

Ein Spielszenario kontrolliert über Kontrollelemente (raven) und Kontrollfunktionen die Eigenschaften der einzelnen Komponenten des Unternehmens und des Unternehmensumfeldes, die wiederum über Regeln verknüpft sind.

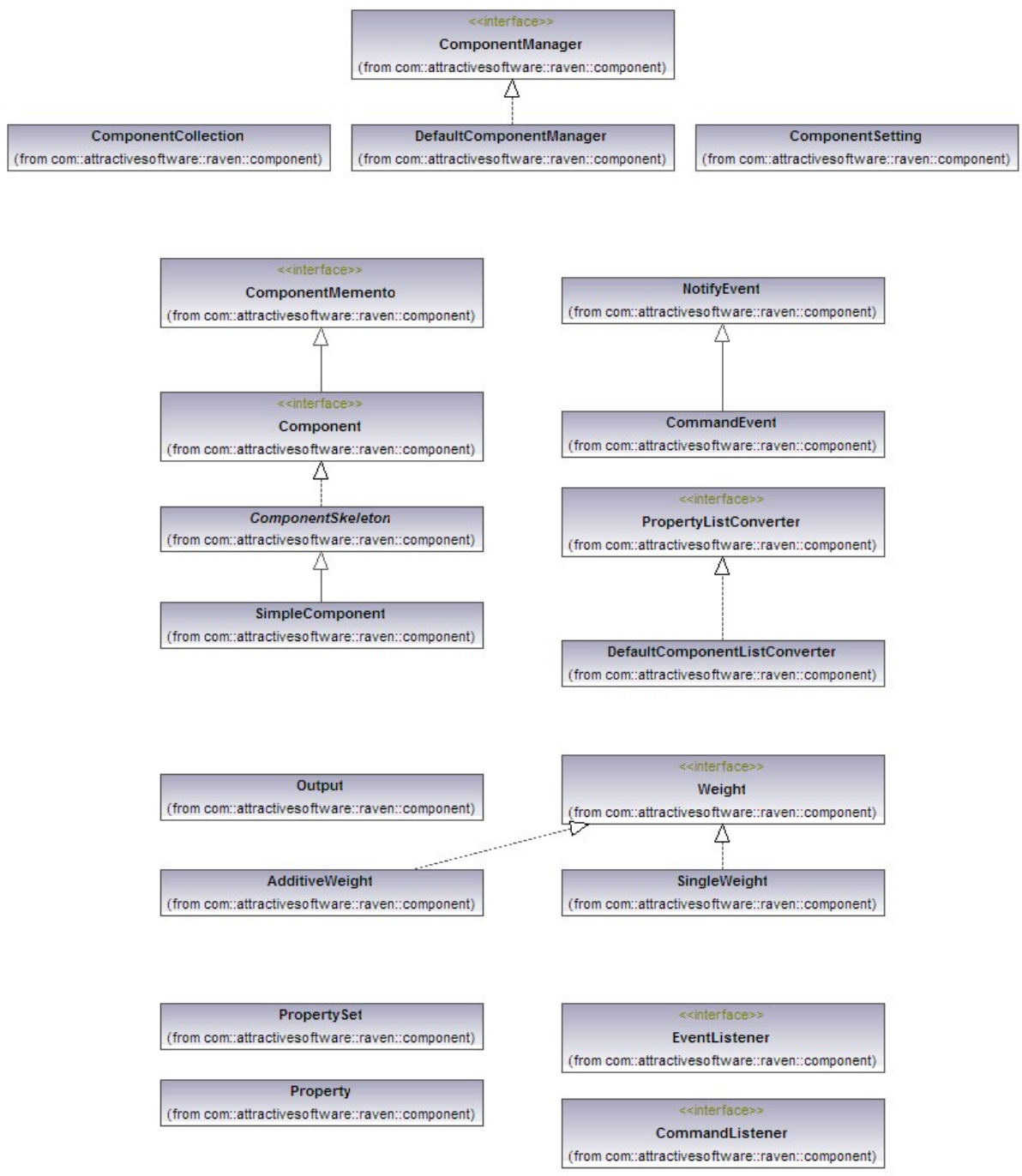


Abbildung 19: Paket 'components'

Komponenten sind: Eigenschaften, Gruppen von Eigenschaften, Ereignisse, Gewichte (um über Regeln halbquantitativ und quantitativ Änderungen von anderen Eigenschaften zu beschreiben). Über Befehle, die aus Regeln und Abläufen entstehen, werden Eigenschaften verändert. Die Struktur der Eigenschaften (ihre Zugehörigkeit und gegenseitige Abhängigkeit) ist über so genannte „Skelette“ und Listen beschrieben.

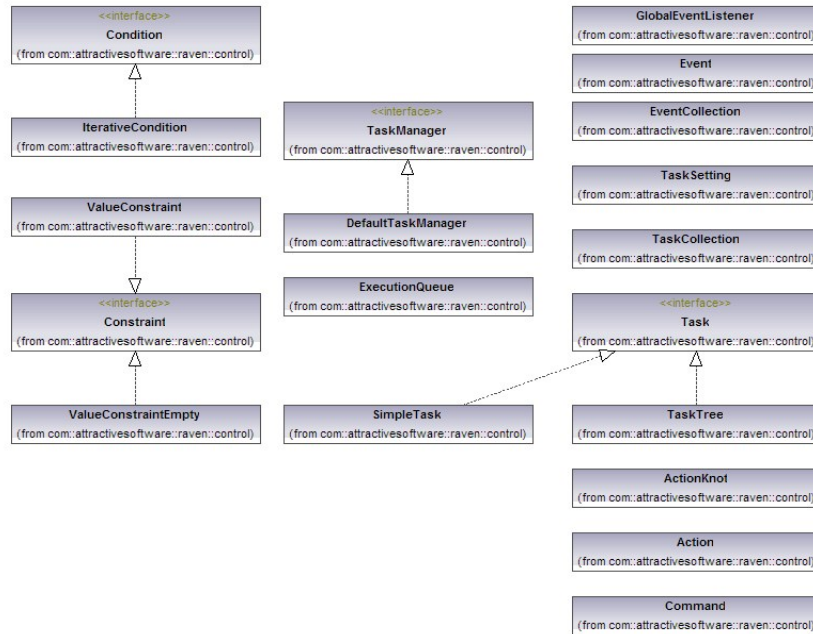


Abbildung 20: Paket 'control'

Der Taskmanager kontrolliert die Aufgaben. Einem Spielszenario sind dazu Defaultwerte hinterlegt, um unabhängig von der Anzahl der getroffenen Spielzüge jedenfalls ein Grundgerüst einer Handlung vordefiniert zu haben. Aufgaben haben Rahmenbedingungen und können aus einzelnen Aufgaben oder komplexen Aufgabengruppen bestehen.

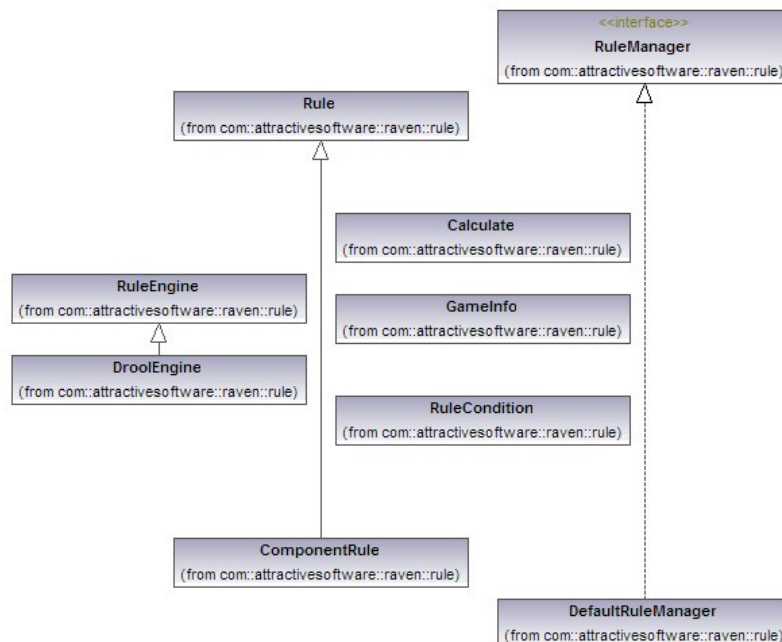


Abbildung 21: Paket 'rule'

Regeln (rules) bestimmen die Zusammenhänge zwischen Eigenschaften. Wiederum sind über Default zunächst alle Eigenschaften grundsätzlich logisch verknüpft. Wichtige Eigenschaften für das Spiel sind in den Regeldefinitionen speziell bestimmt. Die Definitionen umfassen

Rechenanweisungen zur Berechnung von Eigenschaftswerten, Rahmenbedingungen für diskrete Werte, sowie Anweisungen zur Ausgabe von Informationen an die Spieler.

2. Tools

Die Abbildung 22 zeigt einen Überblick über die Werkzeuge, die zur Programmierung angewendet wurden:

- Das Component Tool zum Anlegen von Spielelementen
- Das Task Tool zur Ablaufkontrolle
- Der Rule Editor zum Anlegen von Regeln
- Der Story Editor zum Anlegen von Ereignissen
- Der Composer, um einen Spielablauf zusammenzustellen.

Alle diese Werkzeuge wurden für das Projekt entwickelt und zur Verfügung gestellt.

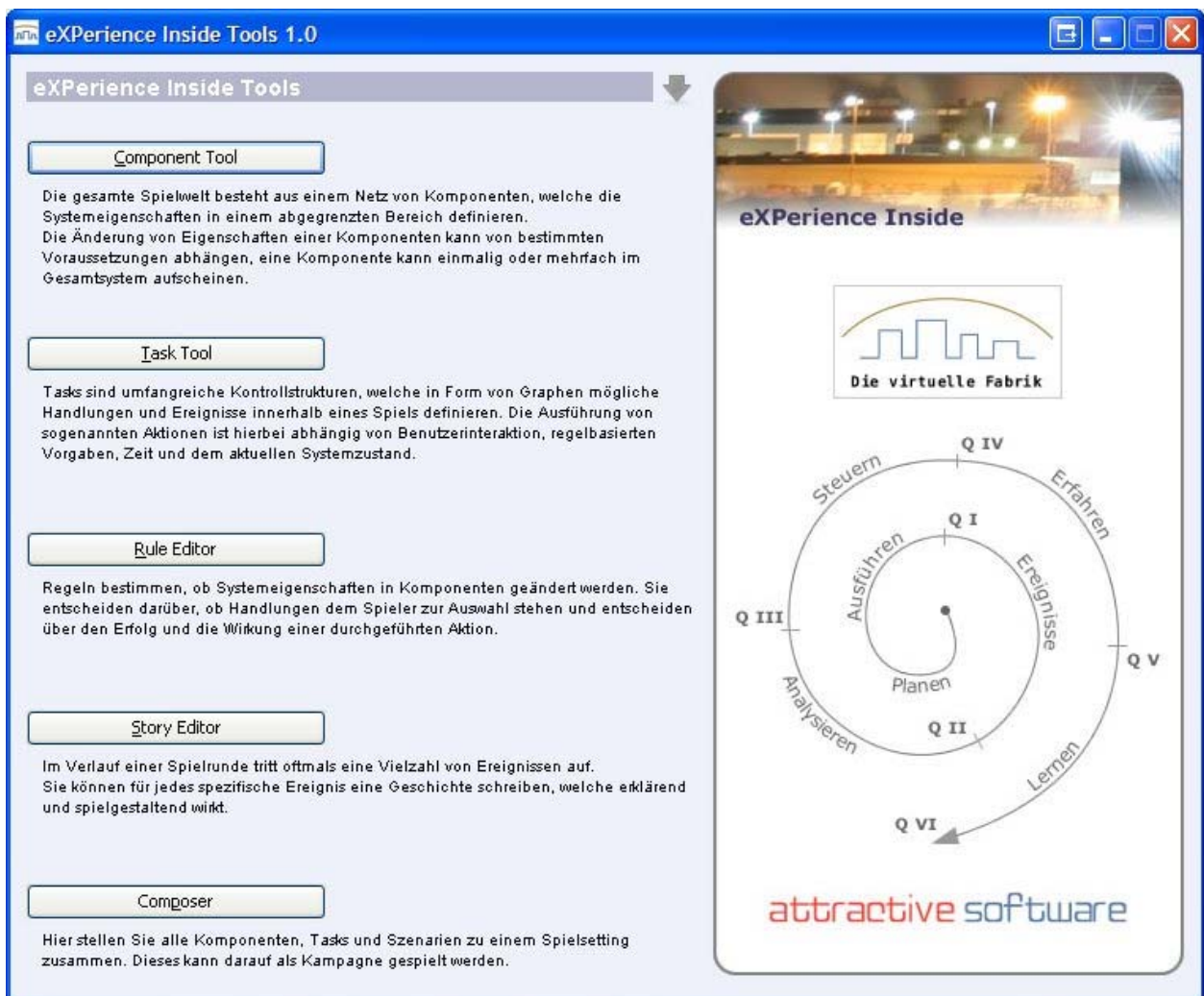


Abbildung 22: Übersicht über jene Tools, die dem Wissensingenieur zur Verfügung stehen

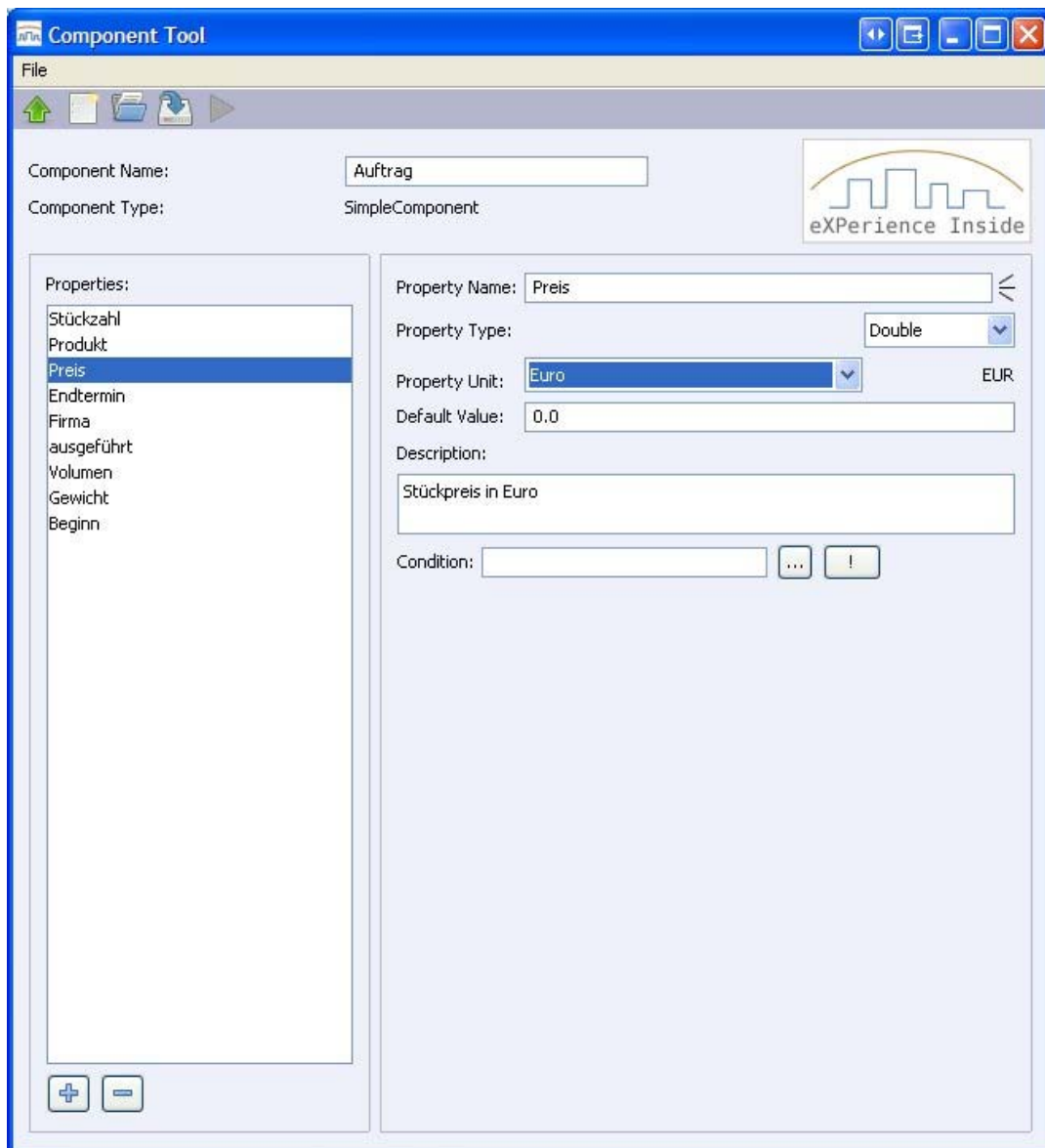


Abbildung 23: Mit dem Component Tool werden Unternehmensbereiche erstellt und mit Attributen belegt.

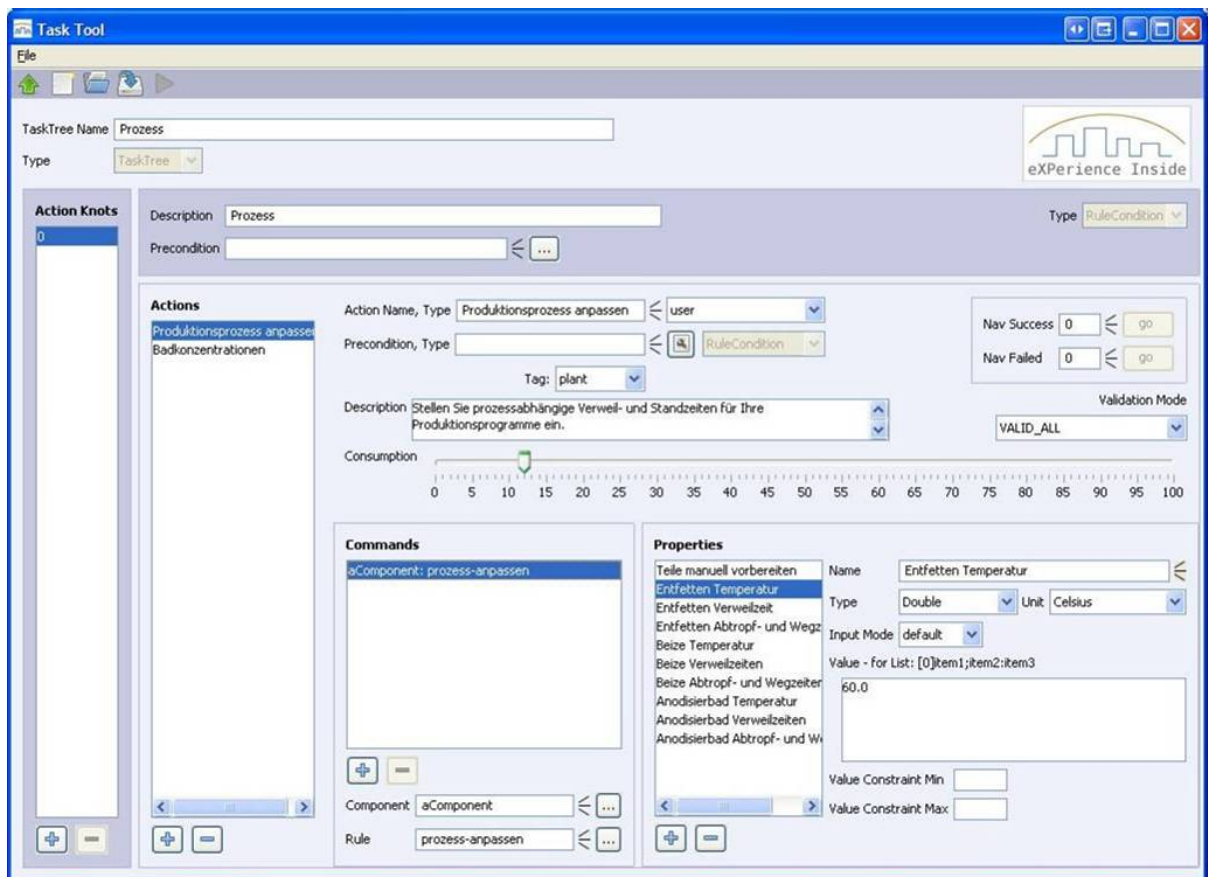


Abbildung 24: Das Task Tool ermöglicht die Erstellung komplexer Unternehmensprozesse und Handlungsstränge für den Spieler.

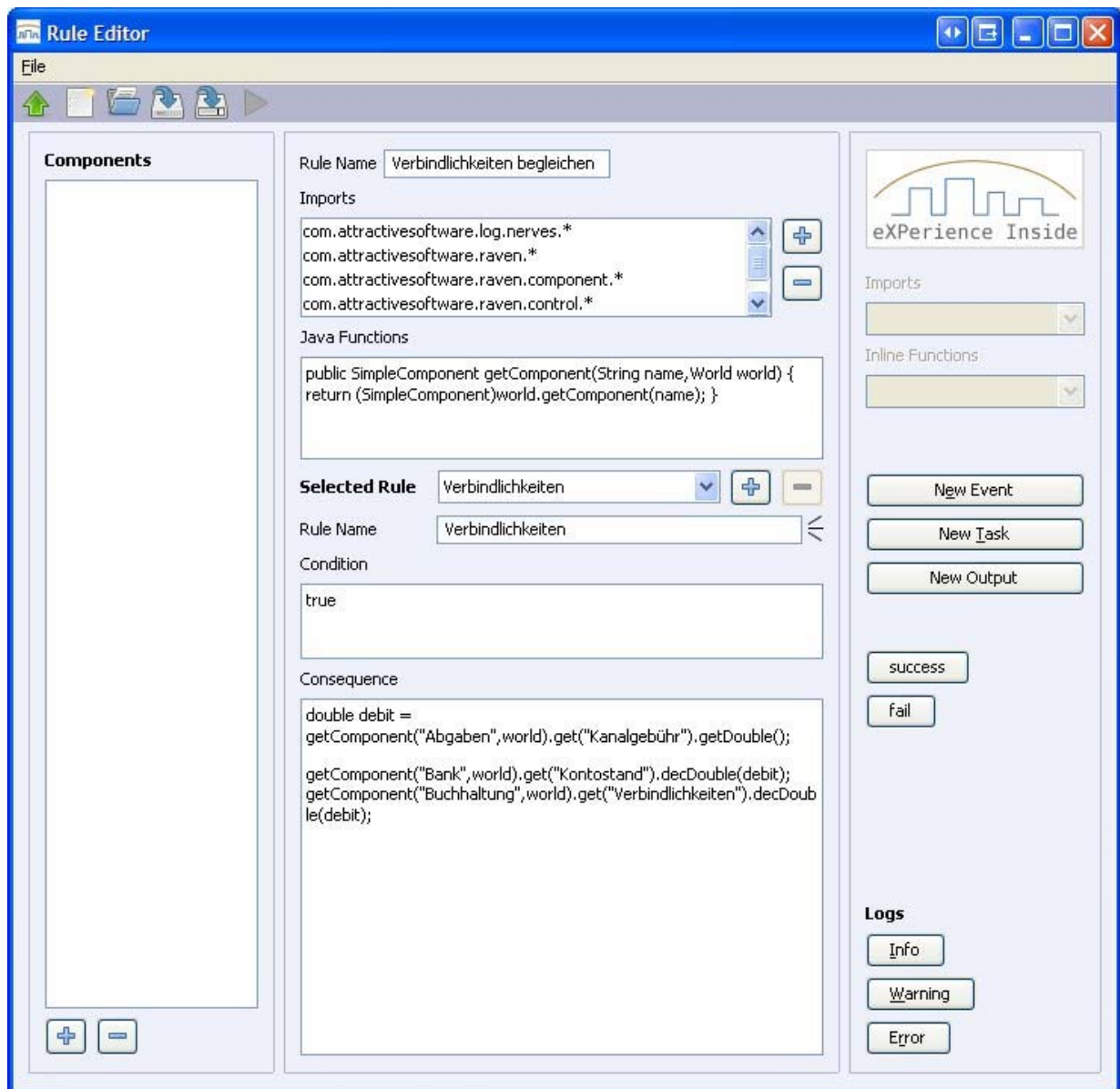


Abbildung 25: Im Rule Editor können beliebige Regeln unter Verwendung der Programmiersprache Java erstellt werden

3. Simulation Game Web Application

Schließlich finden alle aufgelisteten Werkzeuge in einem rundenbasierten Browser Game ihre Anwendung.

Die folgende Abbildung zeigt einen Überblick über die Systemarchitektur der Anwendung:

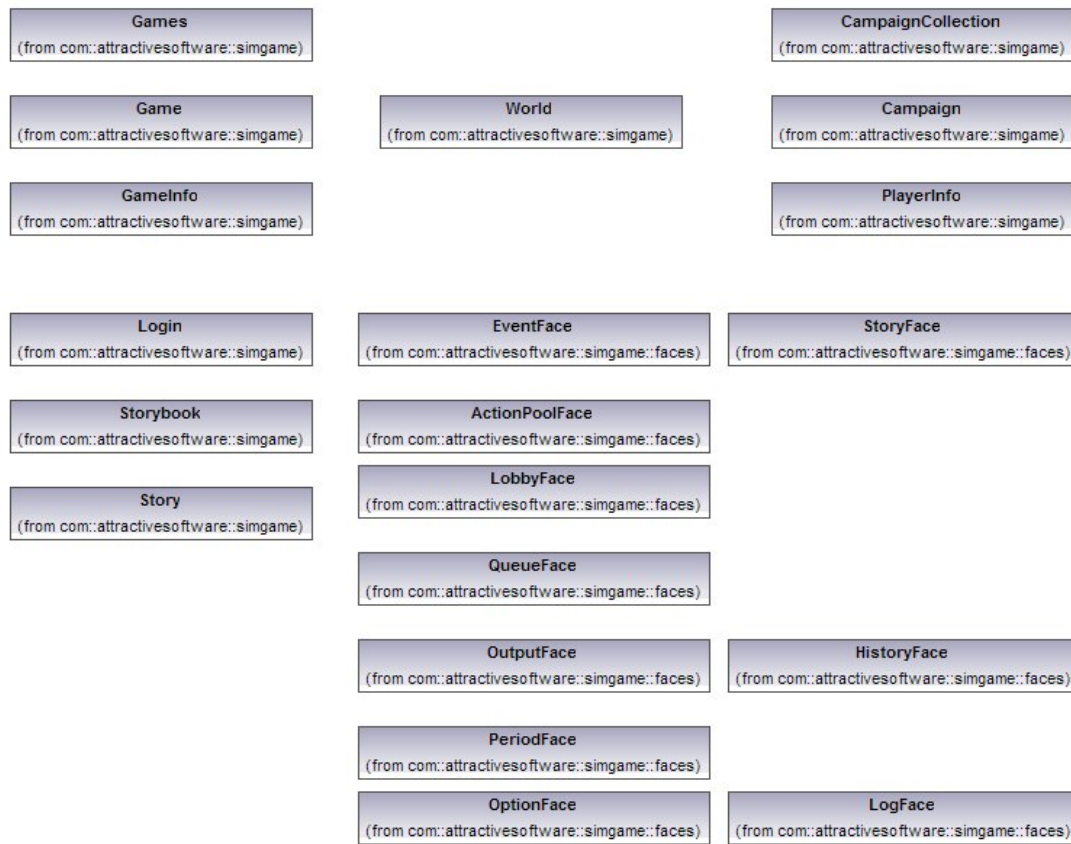


Abbildung 26: Einblick in die Systemarchitektur der Webanwendung.

8.4.6. Auszüge aus einem Spiel mit ZERMEG III

Zu Beginn wählen der Spieler bzw. die Spielergruppe das Spielszenario, das begonnen werden soll:

Beginnen Sie ein neues Spiel

Die Übernahme der Chemical Brothers GmbH

Spiel beginnen

In *eXperience Inside* leiten Sie einen **Galvanikbetrieb**. Sie prüfen dabei Ihr Wissen und gewinnen an Erfahrung in allen Bereichen der Unternehmensführung.

Aktionen: Sie entscheiden!

Sie haben die Aufgabe, für jedes Quartal eine Auswahl an Handlungen (=Aktionen) zu planen. Diese beeinflussen die Entwicklung Ihres Unternehmens, Ihre Mitarbeiter und Ihre Umwelt.

Ereignisse: Ihr Handeln zeigt Wirkung!

Zu Beginn jedes Quartals erfahren Sie, welche Auswirkungen Ihre Unternehmertätigkeit hat. Anhand wichtiger Kennzahlen und Indikatoren lernen Sie zu beurteilen, wie eine ganzheitliche Unternehmensführung aussehen sollte.

Die wirtschaftlichen und sozialen Zusammenhänge wurden dabei von einem Team von Experten innerhalb eines "Fabrik der Zukunft" Projekts des BMVIT wissenschaftlich erarbeitet.

Spielauswahl

Das Diagramm zeigt einen Zyklus mit sechs Quartalen (Q I bis Q VI) und einem zentralen Prozess. Die äußere Ebene ist unterteilt in: Steuern (Q IV), Erfahren (Q V), Lernen (Q VI), Analysieren (Q III) und Ausführen (Q I). Die innere Ebene zeigt die Phasen: Planen, Ereignise, und ein zentraler Punkt.

Abbildung 27: Einstieg ins Spiel

Im nächsten Schritt steigt der Spieler in eine übersichtliche Oberfläche ein und erhält Einblick in die Ereignisse, über welche er zu Spielbeginn informiert wird.

"Die Übernahme der Chemical Brothers GmbH" <defaultUser> 01.04.07 - [32%](#) [Logs](#) [Hilfe](#) [ausloggen](#)

Ereignisse

Was ist geschehen?

Ihr Handeln zeigt Wirkung! Lesen Sie nach und studieren Sie, was in den letzten drei Monaten alles geschehen ist:

	Die Übernahme der Chemical Brothers GmbH	weiterlesen
	Tipp: Erste Schritte für Neusteiger	weiterlesen
	Ein neues Quartal hat begonnen.	

Abbildung 28: Bisherige Ereignisse

Zu manchen Ereignissen können Hintergrundinformationen gelesen werden.

"Die Übernahme der Chemical Brothers GmbH" <defaultUser> 01.04.07 - [32%](#) [Logs](#) [Hilfe](#) [ausloggen](#)

Die Zeiten ändern sich



14 Tage ist es nun her, dass ich den Betrieb übernommen habe. Keine leichte Aufgabe, unser Betrieb ist nicht gerade auf dem neuesten Stand. Die Auftragslage könnte auch besser sein. Wenigstens verstehe ich etwas von dem Geschäft, glaube ich. Schließlich habe ich die letzten Jahre genug über Galvanik, Wirtschaft und Unternehmensführung gelernt. Wir werden ja sehen...

Sie haben soeben den elterlichen Betrieb übernommen. Ab nun managen Sie einen kleinen Galvanikbetrieb im Südosten Österreichs. Das bedeutet, dass ab jetzt Sie die Verantwortung für das wirtschaftliche Bestehen des Unternehmens tragen.

[<](#) [zurück](#) [>](#)

Abbildung 29: Beispiel eines Ereignisses

Am oberen Rand der Oberfläche findet sich das Unternehmen in fünf grobe Bereiche unterteilt. Innerhalb dieser Bereiche können Handlungen geplant werden, welche im nächstfolgenden Quartal ausgeführt werden sollen. Teilweise ist die Beschreibung durch Fotos und Kurzvideos unterstützt.

"Die Übernahme der Chemical Brothers GmbH" <defaultUser> 01.04.07 - 42% [Logs](#) [Hilfe](#) [ausloggen](#)

In der Produktionsanlage

Für jeden Bereich finden Sie hier verschiedenste Tätigkeiten, welche den Alltag Ihres Unternehmens bestimmen. Setzen Sie Ihre beschränkten Ressourcen überlegt ein:

Prozess **Produktionsprozess anpassen**

Stellen Sie prozessabhängige Verweil- und Standzeiten für Ihre Produktionsprogramme ein.


Entfetten Temperatur	<input type="text" value="60.0"/>	°C
Entfetten Verweilzeit	<input type="text" value="20.0"/>	min
Entfetten Abtropf- und Wegzeit	<input type="text" value="2.0"/>	min
Beize Temperatur	<input type="text" value="60.0"/>	°C
Beize Verweilzeiten	<input type="text" value="5.0"/>	min
Beize Abtropf- und Wegzeiten	<input type="text" value="5.0"/>	min [0.0, 10.0]
Anodisierbad Temperatur	<input type="text" value="4.0"/>	°C [1.0, 10.0]
Anodisierbad Verweilzeiten	<input type="text" value="60.0"/>	min
Anodisierbad Abtropf- und Wegzeiten	<input type="text" value="2.0"/>	min
Teile manuell vorbereiten	<input type="checkbox"/>	

benötigte Zeit in Prozent: 12

Hinzufügen

Abbildung 30: Modell der Produktionsanlage

In alle für das nächste Quartal geplanten Aktionen kann in einer Übersicht eingesehen werden.




Büro

Meeting

Produktion

Lager

Kantine























"Die Übernahme der Chemical Brothers GmbH" <defaultUser> 01.04.07 - [69%](#)
[Logs](#) [Hilfe](#) [ausloggen](#)

Aktionsliste

Alles läuft nach Plan

Sie sehen hier eine Übersicht der von Ihnen geplanten Aktionen für das nächste Quartal. Ordnen Sie diese nach Wichtigkeit, bevor Sie die Runde beenden:

	Preiskalkulation	   
	Produktionsprozess anpassen	   
	Ausbildung zum Giftbeauftragten	   
	Kundenbesuche	   

Ein nachhaltiger Effekt

Ihre Handlungen wirken oft bis weit in die Zukunft hinaus. Folgende Aktivitäten werden in diesem Quartal voraussichtlich als Folge früherer Aktionen stattfinden:





	Löhne	Kosten der Mitarbeiter pro Quartal
	Aufträge	Aufträge werden automatisch angenommen und abgearbeitet.
	Allgemeine Aufgaben	Eine Reihe von Aufgaben, die in jedem Quartal durchzuführen sind.
	Energiekosten	Entrichtung der Energiekosten.

Abbildung 31: Aktionsliste

Informationen über die aktuelle Situation im Unternehmen werden in einer weiteren Übersicht erhalten.

"Die Übernahme der Chemical Brothers GmbH" <defaultUser> 01.04.07 - [69%](#) [Logs](#) [Hilfe](#) [ausloggen](#)

Kennzahlen, Indikatoren und Statistiken

Messen Sie Ihren Erfolg

Wichtige Entscheidungen im Unternehmen bedürfen einer guten Kenntnis der aktuellen Situation. Die aufgelisteten Kennzahlen und Indikatoren sind ein wertvolles Instrument zur strategischen Planung, Entscheidungsfindung, Kontrolle und Fehleranalyse:

Mitarbeiter

● Beschäftigte Facharbeiter:	15	
● Beschäftigte Hilfsarbeiter:	4	
● Beschäftigungen im Management:	1	
● Mitarbeiterzufriedenheit (0-sehr unzufrieden bis 10-sehr zufrieden):	5	

Abbildung 32: Kennzahlen und Statistiken

Schließlich wird nach Durchsicht und Planung aller Aktionen die Spielrunde beendet. Alle Ereignisse und Handlungen werden für den nächstfolgenden Zeitraum durchgeführt, der Spieler beginnt ein neues Quartal.

















"Die Übernahme der Chemical Brothers GmbH" <defaultUser> 01.04.07 - [69%](#) [Logs](#) [Hilfe](#) [ausloggen](#)









Runde beenden

Haben Sie bereits überlegt, welche wichtigen Angelegenheiten im Verlauf des nächsten Quartals angegangen werden sollen?

Wenn ja, dann beenden Sie diese Runde: Alle ausgewählten Aktionen werden in der aufgelisteten Reihenfolge durchgeführt.

Wenn nein, besuchen Sie Ihre Unternehmensbereiche und wählen Sie Handlungen für die nächsten drei Monate aus!

Runde beenden

Quartalbeginn: 01.04.07
Konsumierte Zeit: 69%

Folgende Aktionen werden in dieser Runde ausgeführt:

-  Preiskalkulation
-  Produktionsprozess anpassen
-  Ausbildung zum Giftbeauftragten
-  Kundenbesuche

(Spielbeginn: 01.04.07)

Abbildung 33: Zusammenfassung einer Spielrunde

9. Ergebnisse der Testspiele

Das Planspiel wurde von mehreren Gruppen getestet:

- zunächst innerhalb des Entwicklungsteams
- dann gemeinsam mit Vertretern der Unternehmen
- in einem halbtägigen Testworkshop an der Fachhochschule Joanneum mit zehn Studenten des Fachhochschulstudienganges „Produktionstechnik“
- in einem halbtägigen Testworkshop mit zwölf Studenten der Umweltsystemwissenschaften am Institut für Innovationsmanagement der Universität Graz.

Der Ablauf war jeweils folgender:

- Vorstellung des Spielsystems
- Vorstellung der Ziele des Tests
- Vorstellung der Aufgaben der Beteiligten
- Einführung in den Spielablauf
- Rollenverteilung über vorgedruckte Visitenkarten
- Durchführen von drei bis sieben Spielphasen
- Auswertung
- Feedback

Der Ablauf, die getätigten Aktionen, Ideen und Verbesserungsvorschläge wurden dokumentiert.

Im Folgenden werden die in Fragebogen dokumentierten Erfahrungen und Hinweise der Nutzer aus den oben beschriebenen Erfahrungen zusammengefasst:

Generell war die Resonanz sehr positiv. Das Spiel lädt ein, schrittweise anhand des Unternehmensmodells Elemente nachhaltiger Betriebsführung zu verstehen, Zusammenhänge zu sehen und den Bezug nachhaltigkeitsorientierter Aktionen zur Wertsteigerung zu verstehen.

Das Durchspielen einiger aufeinander folgender Perioden zeigt den Bezug ökologischer und sozialer Aspekte zu einer nachhaltigen Wertsteigerung. Umgekehrt werden prinzipiell die Defizite rein ökonomisch orientierter Betriebsführung deutlich.

Als Verbesserungspotenzial für das Modell wurden folgende Bereiche gesehen

- Erklärungen generell,
- Beschreibungen zu Auswirkungen,
- Beschreibungen von Ereignissen

Dies betrifft insbesondere den Bereich der

- Vorstellung des Unternehmens zu Spielbeginn (Marktlage, Umsatz, Mitarbeiterstand, Ausbildungsstand, Kunden, Prozesse, Auftragslage, etc.),
- die Detaillierung der Finanzübersichten,
- die zur Verfügung gestellten Informationen über Markt, Kunden, Entscheidungswege der Kunden,
- Rolle von Steuern,
- Umgang mit Zeit als Managementressource

Hier wurden inzwischen schrittweise die angefragten Ergänzungen zur Klärung der offenen Fragen vorgenommen. Dies erfolgt auch durch Bilder, Kurzvideos und Zahlenmaterial. Andererseits zeigt sich, dass mit der Fülle des zur Verfügung gestellten Materials auch der Bedarf nach Zeit entsteht, damit sich die Spieler mit den Materialien beschäftigen können. Außerdem entsteht hoher Bedarf nach selbsterklärenden, didaktisch gut aufbereiteten Erklärungsmaterialien, wenn man davon ausgeht, dass das Planspiel auch außerhalb von Workshops mit längeren Einführungen und erfahrenen Trainern genutzt werden soll.

Die Nachbildung von Motivation und Führungsverhalten im Unternehmensmodell wurde als zu einfach empfunden. Besonders in diesem Bereich ergaben sich tatsächlich Probleme in der Entwicklungsphase, ein allgemein gültiges Modell zu definieren. Hier sind auch keine quantitativen Studien bekannt, die bei der Modellformulierung als Grundlage dienen könnten.

Als generelle Schwierigkeit wurde wahrgenommen, dass soziale oder ökologische Auswirkungen aus den eigenen Entscheidungen (frühestens) erst nach drei bis vier Spielrunden sichtbar werden.

Diese wurde generell als plausibel eingeschätzt, schmälert aber den Lerneffekt, weil die Auswirkungen von Entscheidungen, die aus sozialen oder ökologischen Überlegungen motiviert sind, sich erst sehr spät auf den modellierten Unternehmenswert auswirken.

In diesem Zusammenhang ist die Größe der Faktoren, die über die programmierten Zusammenhänge und Regeln diese Auswirkung betreffen, sehr relevant:

- zu geringe Faktoren bedeuten erst sehr spät wahrnehmbare Auswirkungen,
- zu hoch gewichtete Faktoren bringen eine unrealistische Überbewertung dieser Faktoren gegenüber der praktischen Erfahrung der Spieler mit diesen Bereichen.

Hier wird zukünftiges vorsichtiges Feintuning zu betreiben sein.

Weitere Anwendungen mit Betriebsmodellen aus anderen Branchen wurden angeregt, da die Prozesse eines oberflächenbehandelnden Betriebes als sehr spezifisch wahrgenommen werden.

Detailliertere Erweiterungen des Unternehmensmodells wurden explizit zum Thema Arbeitssicherheit angeregt. Dazu sollten Unfälle, Vermeidungsmaßnahmen und Schulungsmaßnahmen in das Modell aufgenommen werden.

Das Planspiel ZERMEG III ist über <http://www.simplicity.at:8080/simgame/login.jsf> zugänglich. Der Benutzer muss sich einloggen (Benutzer: trial143, Passwort: huTe29pa).

Das Planspiel wird im Herbst 2007 in Lehrveranstaltungen am Institut für Innovationsmanagement der Universität Graz und im Rahmen einer Lehrveranstaltung auf der Fachhochschule Joanneum aufgenommen. Die entsprechenden schriftlichen Erklärungen liegen dem Bericht bei.

10. Diffusionsstrategien zum Einsatz der Lernsoftware für Ausbildung und Unternehmen

10.1. Einsatzgebiete

Mit der Entwicklung der Simulation Game Engine für ZERMEG III steht ein flexibles Werkzeug zur interaktiven Vermittlung von unternehmerischem Wissen zur Verfügung. Die praxisorientierte Anwendung ermöglicht einen Einsatz durch Schulungen in branchenspezifischen als auch übergeordneten Segmenten.

Der zentrale Gedanke bei der Festlegung der Einsatzgebiete liegt in der Anwendung des IT-Systems zur Bewusstseinsbildung in Ausbildung und Beruf. Auszubildende und Berufstätige können durch ein gezieltes Training im Sinne eines integrierten Lernansatzes zu wichtigen Themenkreisen sensibilisiert werden.

In Verbindung mit Workshops und unterstützenden Informations- und Lehrmaterialien können auf diese Weise Wissenslücken erkannt und geschlossen und nachhaltige Unternehmensstrategien am direkten Beispiel gefahrlos angewendet werden.

10.2. Zielgruppen

Die ZERMEG III Software kann in der Ausbildung (Schulen, Fachhochschulen, Universitäten) und der Weiterbildung (beispielsweise von Mitarbeitern in Unternehmen) eingesetzt werden.

Des Weiteren wird ein direkter Einsatz im Unternehmen im Rahmen von Beratungsprojekten zur Organisationsentwicklung angeboten. Hier kann die Anwendung sowohl zur Analyse von Problemen und Defiziten bzw. Potentialen innerhalb des Unternehmens als auch zur Verifizierung von Projektergebnissen aus Workshops bzw. aus durchgeführten Aus- und Fortbildungsmaßnahmen dienen.

Mittelfristig ist daher ein öffentlicher Einsatz der Software via Internet geplant, um für diese Zielgruppen maßgeschneiderte individuelle Spielvarianten anzubieten.

10.3. Angebote, Präsenz

Übungen mit dem Planspiel sollen ab Herbst 2007 in das Fächerangebot der FH in Graz, Studiengang Produktionstechniken und der Umweltsystemwissenschaften an der Universität Graz aufgenommen werden. Hier wird das Planspiel zur Unterstützung der Lehre in nachhaltiger Betriebsführung eingesetzt.

Der Einsatz des Planspiels zur Unterstützung praktischer nachhaltiger Unternehmensführung wird durch aktive Informationspolitik bei nachhaltigkeitsorientierten Betrieben sowie durch die Ausgestaltung einer entsprechenden Internetpräsenz propagiert.

Die Art und Weise des Einsatzes kann durch ein modulares Baukastensystem individuell gestaltet werden. Unterstützt durch Beratung, Software, Hintergrundinformation und die Durchführung von Workshops sowie protokollierten und analysierten Spielen können den genannten Zielgruppen maßgeschneiderte Lösungen als Dienstleistung angeboten werden.

Als Instrument zur Schulung von Mitarbeitern wird das Planspiel zurzeit ausgewählten Betrieben in Österreich bekannt gemacht. Dies erfolgt über die Internetpräsenz und vor allem über den persönlichen Kontakt. Eine breitere Anwendung wird ab Herbst 2007 im Rahmen des Grazer ÖKOPROFIT-Clubs bei Grazer Betrieben, die bereits jahrelange Erfahrung mit der Umsetzung von nachhaltigen Unternehmensstrategien haben, angestrebt.

10.4. Diversifikation

Im Zuge der Weiterentwicklung der ZERMEG III Lernsoftware ist eine Reihe von branchenspezifischen oder thematisch pointierten Spielvarianten in Arbeit, welche das Ziel der Aneignung nachhaltiger Unternehmensstrategien einem breiteren Publikum zugänglich machen. Zukünftige Anwendungsmöglichkeiten bestehen zusätzlich in der Analyse vergangener oder Simulation von möglichen Unternehmenssituationen. Auf diese Weise können Fallbeispiele gesammelt und Zukunftsstrategien sehr plakativ vermittelt werden.

11. Ausblick

Durch die Ergebnisse im Rahmen der Projektentwicklung konnte ein sehr ansprechendes System zum interaktiven Lernen im Internet geschaffen werden. Zur vollen Nutzung des vorhandenen Potenzials sind allerdings nicht unerhebliche Anstrengungen in der Zukunft vonnöten.

Dies betrifft insbesondere die Erweiterung des inhaltlichen Detaillierungsgrades. In Bezug auf die breite Themensetzung im Sinne einer nachhaltigen Unternehmensentwicklung war nur bedingt Zeit vorhanden, alle geschaffenen Möglichkeiten voll auszuschöpfen. Dies wurde durch den beachtlichen Entwicklungsaufwand für die Erstellung von geeigneten Werkzeugen und Vorgehensweisen verursacht. Dennoch handelte es sich dabei um durchaus wesentliche Ergebnisse, welche die derzeit in der Wissenschaft angewendeten Möglichkeiten zur Umsetzung von Lernspielen bei weitem übertreffen. Entsprechend werden Übungen mit dem Planspiel ab Herbst 2007 in das Fächerangebot der FH in Graz, Studiengang Produktionstechniken und der Umweltsystemwissenschaften an der Universität Graz aufgenommen. Betrieben in Österreich wird das Instrument zurzeit schrittweise bekannt gemacht. Dies erfolgt über die Internetpräsenz und über persönlichen Kontakt.

Für inhaltliche Erweiterungen wurden folgende Anregungen getroffen:

- Die Teilnehmer wünschen sich umfangreiche und detaillierte wirtschaftliche Auswertungen. Dies betrifft die Nachvollziehbarkeit der Wirkungen der gesetzten Handlungen auf Gewinn- und Verlustrechnung, Bilanz und betriebswirtschaftliche Kennzahlen.
- Die Nachbildung von Motivation und Führungsverhalten ist im Unternehmensmodell erst ansatzweise vorhanden. Besonders in diesem Bereich ergaben sich Probleme in der Entwicklungsphase, ein allgemein gültiges Modell zu definieren. Hier sind auch keine quantitativen Studien bekannt, die bei der Modellformulierung als Grundlage dienen könnten.
- Auf der organisatorischen Ebene des Betriebsmodells fanden sich die Spielteilnehmer generell schnell zurecht. Uneinheitlich war die Resonanz auf die technischen Aspekte des Unternehmens. Teilweise war es für die Teilnehmer einfach, sich in die Technik des Modellbetriebes hineinzudenken, teilweise fanden die Teilnehmer den galvanischen Prozess schwer nachvollziehbar und fremd. Daran konnte auch die Einbindung von Beschreibungen, Fotos und Kurzvideos nichts ändern. Um Unternehmensmodelle zu schaffen, in die sich verschiedenste Teilnehmer leicht hineindenken können, sollten entsprechende Modelle für andere Branchen (z. B. Kfz-Reparaturbetrieb, Bank) geschaffen werden.
- Schwierig nachzubilden sind Faktoren wie Firmenimage bei Kunden, oder Auswahlkriterien von Kunden. Hier wäre eine längerfristige Analyse der Entwicklung dieser Größen in realen Betrieben ein Weg, um zu realistischen Gewichten zu finden.

Ein weiteres Problem ist der zeitliche Aspekt nachhaltiger Unternehmensführung:

- Generell fehlen dokumentierte langfristige Unternehmensanalysen, die über Zeiträume von mehr als drei Jahren konkrete nachhaltige Aktionen in Betrieben dokumentieren und mit Nachhaltigkeitsparametern und Wertsteigerung korrelieren. Solche Studien wären eine wichtige Basis für die realistische Modellierung von Auswirkungen von Aktionen und der Gewichtung von Einflüssen. Solche Analysen könnten die aus der Diskussion aus Expertenmeinungen gewonnenen Wirkungen und Gewichte absichern und die Quantifizierung verbessern.
- Die erzielten Ergebnisse bieten die Chance, nachhaltige Unternehmensführung einer sehr breiten Basis verfügbar zu machen. Eine derartige Unternehmung ist jedoch mit nicht unerheblichem Aufwand verbunden; eine solche Produkteinführung bedarf zielgerichteter Entwicklungs-, Verbreitungs- und Instandhaltungstätigkeiten, welche mit nicht unerheblichen Kosten verbunden, wengleich auch in Schule, Lehre und als Online-Bildungsinstrument für jedermann von großem Nutzen wären.
- Das System besitzt konkrete Erweiterungspunkte, welche neue Funktionalität verfügbar machen. So könnten Echtzeitdaten aus dem Unternehmen oder einer Quelle im Internet in Systemkomponenten eingespeist werden (Börsendaten, Rohstoffpreise, Zahlen und Fakten).
- Des Weiteren ist das vorhandene System grundsätzlich so ausgerichtet, dass es ein örtlich verteiltes Partizipieren von mehreren Spielern an einer gemeinsamen Unternehmenswelt und -umwelt zukünftig möglich wäre.

In diesem Zusammenhang sind besonders Langzeitanalysen realer Unternehmen zur Dokumentation nachhaltiger Aktionen und ihrer Auswirkungen, qualitativ und möglichst quantitativ, anzuregen.

12. Verwendete Abkürzungen und Fachbegriffe

Abkürzung	Erklärung
Handlungsstrang, Aufgabenbaum	In einem Aufgabenbaum werden Aktionen innerhalb eines Handlungsstranges hierarchisch strukturiert. Dies ermöglicht die Realisierung komplexer, periodenübergreifender Aufgaben
Periode	Eine Periode definiert das Zeitfenster, innerhalb dessen der Anwender seine Aktionen für eine Spielrunde setzt
Komponente	Eine Teilsystem, das eine Wissenseinheit im komponentenorientierten System beschreibt. Es enthält Werte, kann Befehle erhalten und Ereignisse werfen.
Aktionen	Aktionen bündeln Befehle an unterschiedliche Komponenten. Die Aktion „Maschine kaufen“ beispielsweise wirkt sich wahrscheinlich auf unterschiedliche Komponenten in einer in der Aktion definierten Weise aus.
Setting	Eine Ausgangssituation zu Spielbeginn. Spielersettings beziehen sich auf die Anwender, Startsettings auf die Ausgangslage im Unternehmen und dessen Umfeld
Szenario	Ein über einen Zeitraum oder abrupt auftretendes Ereignis, das die Handlung beeinflussen kann (bspw. „Erhöhung der Rohstoffpreise innerhalb der nächsten 3 Perioden um 20 %“, „Brand im Maschinenpark“)

13. Literatur

- Ahamer, G. (2004) Negotiate your Future: Web Based Role Play. Campus-Wide Information Systems (CWIS), Vol. 21, No. 1, p. 35-58, 2004, ISSN 1065-0741, Outstanding Paper Award
- Ahamer, G. (2005) 'Surfing Global Change': How didactic visions can be implemented. Campus-Wide Information Systems (CWIS), ISSN 1065-0741, Vol. 22, issue 5, 2005, p. 298–319, <http://www.emeraldinsight.com/1065-0741.htm>
- Ahamer, G. (2006) SURFING GLOBAL CHANGE: Negotiating sustainable solutions. Simulation & Gaming - an International Journal, Vol. 37 No. 3, September 2006, p. 380-397, <http://sag.sagepub.com>
- Ahamer G., Fresner J.: Interaktion macht Material erst lebendig – Fallbeispiele nachhaltigen dialogischen Lernens, Zeitschrift für Hochschulentwicklung ZFHE Jg. 1, Nr. 3, S. 23-44, Sept. 2006, <http://www.zfhe.at>
- Fresner J., Angerbauer Ch., et al: ZERMEG II Zero Emission Retrofitting Method for Existing Galvanising Plants, Berichte aus Energie- und Umweltforschung, Band 22/2006, erstellt im Auftrag des bmvit, 2006
- Fresner J., Engelhardt G., Wolf P., et al: Sustainability Balanced Scorecard im Nachhaltigkeitsbereich (ÖKOPROFIT), Berichte aus Energie- und Umweltforschung, Band 28/2006, erstellt im Auftrag des bmvit, 2006
- Fresner J., et al: SUMMIT Sustainable Management Methods Integrating Tool-Kit plus Prepare Plus – Gesamtstrategie zur Implementierung von Nachhaltigkeit in Klein- und Mittelbetrieben, Berichte aus Energie- und Umweltforschung, Band 35/2005, erstellt im Auftrag des bmvit, 2005
- Fresner J., et al: ZERMEG Zero Emission Retrofitting Method for Existing Galvanising Plants – Methode zur Optimierung bestehender Galvaniken für einen möglichst abwasser- und abfallfreien Betrieb, Berichte aus Energie- und Umweltforschung, Band 21/2003, erstellt im Auftrag des bmvit, 2003
- Jahnke B.: Tele-Teaching im Internet mit Planspielen, Universität Tübingen, 1997
- Jasch Ch., Schnitzer H., Environmental Management Accounting - Pilottesting and Case studies, erstellt im Auftrag des bmvit und des BMLFUW, veröffentlicht als Forschungsbericht 29/02 des IÖW
- Klippert H.: Planspiele – Spielvorlagen zum sozialen, politischen und methodischen Lernen in Gruppen, Beltz Verlag, Weinheim und Basel. 4. Auflage, 2002
- Köppl P., Neureiter, M. (Hrsg.): Corporate Social Responsibility – Leitlinien und Konzepte im Management der gesellschaftlichen Verantwortung von Unternehmen, Linde Verlag, Wien 2004, ISBN 3-7073-0639-9
- Kriz, W. Ch.: Lernziel Systemkompetenz, Vandenhoele und Ruprecht, Göttingen, 2000
- Luger G. F., Künstliche Intelligenz - Strategien zur Lösung komplexer Probleme, Pearson Education Deutschland, München, 2002
- Mainzer K., Thinking in Complexity – The Computational Dynamics of Matter, Mind, and Mandkind, Springer-Verlag, Heidelberg, 2004
- Nachhaltigkeitsbericht 2005/2006 – Generationen bewegen, Volkswagen AG

Nussbaumer R.: Balanced Scorecard zur Umsetzung des Leitbildes der Nachhaltigkeit mit einer Untersuchung der Anwendungsmöglichkeiten in Grazer ÖKOPROFIT®-Unternehmen, Diplomarbeit, Graz, Oktober 2002

Rouse R., Game Design Theory & Practice, Wordware Publishing, Texas, 2001

Schaltegger St., Dyllick T.: Nachhaltig managen mit der Balanced Scorecard. Konzepte und Fallstudien, Gabler Verlag, ISBN: 3-409-12080-7

Siler W. and James J. Buckley, Fuzzy Expert Systems and Fuzzy Reasoning, Wiley, Canada, 2005

Sustainable Value Report 2005/2006, BMW Group

Ulrich M.: Eine Abhandlung über die Planspielmethodik, in: Planspiele in der beruflichen Bildung, Zürich, ISBN 3-7639-0959-1, 2002

Vester F.: Systemanalyse und Papiercomputer: Die Kunst vernetzt zu denken, ISBN 3-421-05308-1, 2002

Internet-Adressen:

www.bug-agenda21.de/agendaneu

www.summit.at

www.spun.de

www.jugendbildungsstaette.org

www.studienstaette-muenchen.de

www.planspiel-innenstadt.de

www.vvip-traeger.de

www.ags.ethz.ch

www.ucs.ch

www.ba-ravensburg.de

www.uni-muenster.de

www.vernetzt-denken.de

www.management-games.de

www.topsim.com

www.handwerk-info.de/tipps/betriebsnachfolge

www.zermeg.net

14. Abbildungen

Abbildung 1: Planspiel mit ZERMEG III.....	18
Abbildung 2: Vereinfachte grafische Darstellung der "Virtuellen Fabrik der Zukunft (ZERMEG III)":	23
Abbildung 3: Vom Wissenserwerb zur Aktion im Spiel	29
Abbildung 4: Agile Softwareentwicklung (aus V-Modell XT Referenz)	31
Abbildung 5: Jede Komponente repräsentiert einen eigenen Unternehmensbereich	33
Abbildung 6: Unternehmensmodell für ZERMEG III.....	36
Abbildung 7: Modell der Unternehmenswelt und Unternehmensumwelt	36
Abbildung 8: Beispiel für eine Systemanalyse zur Darstellung der Komponenten und Wechselwirkungen im Modellunternehmen	37
Abbildung 9: Beispiel für den Einsatz des Papiercomputers zur Definition der Stärke der Beziehungen zwischen den Systemelementen (Ausschnitt)	38
Abbildung 10: Klassifizierung der Variablen im Papiercomputer zur Identifikation von aktiven, passiven, puffernden und kritischen Größen (die Zahlen an den Punkten beziehen sich auf die Aktivwerte der Variablen in der vorhergehenden Matrix).....	38
Abbildung 11: Beispiel für eine Regel.....	39
Abbildung 12: Modell eines Handlungspfades	40
Abbildung 13: Darstellung der internen Prozesse beim Ablauf eines Spielzuges in Form eines Aktionsdiagramms.....	41
Abbildung 14: Use Case – neues Spiel	43
Abbildung 15: Use Case: neues Spiel – neues Spiel erstellen	44
Abbildung 16: Use Case: neues Spiel – an einem Spiel teilnehmen	44
Abbildung 17: Use Case – Spiel läuft.....	45
Abbildung 18: Pakete der Game Engine Library	46
Abbildung 19: Paket 'components'	47
Abbildung 20: Paket 'control'	48
Abbildung 21: Paket 'rule'	48
Abbildung 22: Übersicht über jene Tools, die dem Wissensingenieur zur Verfügung stehen.....	49
Abbildung 23: Mit dem Component Tool werden Unternehmensbereiche erstellt und mit Attributen belegt.....	50
Abbildung 24: Das Task Tool ermöglicht die Erstellung komplexer Unternehmensprozesse und Handlungsstränge für den Spieler.....	51
Abbildung 25: Im Rule Editor können beliebige Regeln unter Verwendung der Programmiersprache Java erstellt werden	52
Abbildung 26: Einblick in die Systemarchitektur der Webanwendung.	53
Abbildung 27: Einstieg ins Spiel	54
Abbildung 28: Bisherige Ereignisse	55

Abbildung 29: Beispiel eines Ereignisses	55
Abbildung 30: Modell der Produktionsanlage	56
Abbildung 31: Aktionsliste	57
Abbildung 32: Kennzahlen und Statistiken.....	58
Abbildung 33: Zusammenfassung einer Spielrunde	59

15. Tabellen

Tabelle 1: Elemente von ZERMEG III	35
--	----