

Pfligersdorffer, Georg

## Wie Schüler die Spielsimulation "Fish Banks" erleben. Zwischen komplexer Dynamik und einem ökologisch sozialen Dilemma

*Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften* : ZfDN 8 (2002), S. 103-118



Quellenangabe/ Reference:

Pfligersdorffer, Georg: Wie Schüler die Spielsimulation "Fish Banks" erleben. Zwischen komplexer Dynamik und einem ökologisch sozialen Dilemma - In: Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften : ZfDN 8 (2002), S. 103-118 - URN: urn:nbn:de:0111-pedocs-315785 - DOI: 10.25656/01:31578

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-pedocs-315785>

<https://doi.org/10.25656/01:31578>

in Kooperation mit / in cooperation with:



**IPN**

Leibniz-Institut für die Pädagogik der  
Naturwissenschaften und Mathematik

<https://www.leibniz-ipn.de>

### Nutzungsbedingungen

Gewährt wird ein nicht exklusives, nicht übertragbares, persönliches und beschränktes Recht auf Nutzung dieses Dokuments. Dieses Dokument ist ausschließlich für den persönlichen, nicht-kommerziellen Gebrauch bestimmt. Die Nutzung stellt keine Übertragung des Eigentumsrechts an diesem Dokument dar und gilt vorbehaltlich der folgenden Einschränkungen: Auf sämtlichen Kopien dieses Dokuments müssen alle Urheberrechtshinweise und sonstigen Hinweise auf gesetzlichen Schutz beibehalten werden. Sie dürfen dieses Dokument nicht in irgendeiner Weise abändern, noch dürfen Sie dieses Dokument für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, aufführen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

### Terms of use

We grant a non-exclusive, non-transferable, individual and limited right to using this document.

This document is solely intended for your personal, non-commercial use. Use of this document does not include any transfer of property rights and it is conditional to the following limitations: All of the copies of this documents must retain all copyright information and other information regarding legal protection. You are not allowed to alter this document in any way, to copy it for public or commercial purposes, to exhibit the document in public, to perform, distribute or otherwise use the document in public.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.

### Kontakt / Contact:

peDOCS

DIPF | Leibniz-Institut für Bildungsforschung und Bildungsinformation  
Informationszentrum (IZ) Bildung

E-Mail: [pedocs@dipf.de](mailto:pedocs@dipf.de)

Internet: [www.pedocs.de](http://www.pedocs.de)

Digitalisiert

Mitglied der

  
Leibniz-Gemeinschaft

GEORG PFLIGERSDORFFER

## Wie Schüler die Spielsimulation „Fish Banks“ erleben. Zwischen komplexer Dynamik und einem ökologisch sozialen Dilemma

Zusammenfassung:

Mit der computerunterstützten Spielsimulation „fish banks“ (Meadows 1993) können Schüler neue Lernerfahrungen besonders im Hinblick auf das Verhalten in ökologisch-sozialen Dilemmasituationen sowie im Umgang mit komplexen dynamischen Systemen gewinnen. Erst das Begreifen solcher Phänomene lässt die Ursachen von Umweltproblemen erkennen und die inadäquaten Reaktionen des Menschen durchschauen. Die Bedeutung der Simulation liegt darin, den Schülern die Mechanismen solcher Systeme im spielerischen Umgang vor Augen zu führen. Nach der Darstellung der theoretischen Grundlagen ökologisch-sozialer Dilemmata und der Schwierigkeiten im Umgang mit komplexen dynamischen Systemen wird über den Einsatz von „fish banks“ im Schulunterricht berichtet. In der Evaluation wird deutlich, dass Schüler die Spielsimulation mehrheitlich als ein Modell realer Prozesse begreifen und zahlreiche Lernerfahrungen im intendierten Sinne machen.

Abstract:

The computer-assisted gamesimulation „fish banks“ (Meadows 1993) enables pupils to gain new experiences with acting in a situation of an ecological-social dilemma and dealing with complex dynamic systems. Only through studying such phenomena the causes for environmental problems and the often inadequate human reaction are being understood. The simulation now reveals the mechanisms which underlies these systems to the pupils in a comfortable, playing way.

After presentation of the theoretical concepts concerning ecological-social dilemmata and the difficulties in dealing with complex dynamic systems, a concrete example about using „fish banks“ in school is being reported. The evaluation shows that the majority of pupils understands the simulation as a model for real-life processes and take a lot of learning effects in the intended way.

### 1. Einleitung

Die computerunterstützte Spielsimulation „fish-banks“ erlaubt neue Lernerfahrungen für ein besseres Verständnis von Mensch, Natur und Umwelt. Gerade in der Umwelterziehung gilt es das Wissen, das wir vermitteln, mit Leben, eben mit Erfahrungen, zu füllen. Die Menge an vermittelten Informationen führt oft nur zu leerem oder „trägem“ Wissen, das in den entsprechenden Situationen nicht angewendet werden kann (Gräsel 2000).

Im Unterricht können wir Schülerinnen und Schülern von der Komplexität der belebten Umwelt und den Problemen des Menschen im Umgang mit dynamischen Systemen erzählen, entsprechende Erfahrungen können damit aber nicht ersetzt werden. Genauso wie einem Kind gesagt werden kann, dass die

Herdplatte heiß sei, die entscheidende Erfahrung es aber selber machen muss. Demzufolge wird Lernen ja auch als das Ergebnis von Informationsvermittlung und entsprechender Erfahrung dieser Inhalte durch den Schüler verstanden (Grell 1999).

Direkte Lernerfahrungen sind im Bereich der Umwelterziehung zumeist nur selten möglich. Immer dann, wenn wir von Auswirkungen menschlichen Handelns auf unsere Umwelt sprechen, sind wir auf Schilderungen, mündliche und schriftliche Darstellungen und Überlieferungen angewiesen und nur ganz selten auf unsere eigenen Beobachtungen. Umweltprobleme entwickeln sich entsprechend ihrer Dynamik oft über Generationen, schleichend, unbemerkt und wenn sie massiv erkennbar geworden sind, ist die Herstellung eines Kausalbezugs zu den verursa-

chenden Faktoren oft unmöglich oder zumindest äußerst schwierig.

Computersimulationen (vgl. Pfligersdorffer 1998, 371ff., Pfligersdorffer 1999, 41f.) können hier eine Brücke schlagen, zwischen den realen Erfahrungen einerseits und den verbal zur Kenntnis gebrachten Zusammenhängen andererseits. „Mit Hilfe der Modellierung und der Computersimulation ... wird es erstmalig möglich, im Lehrsaal stellvertretend mit Systemen zu experimentieren, die sich in der Wirklichkeit nur in Jahrzehnten verändern (D. Meadows nach Bossel 1985, 7). Mit diesem Ziel, den Umgang mit eben diesen komplexen Welten besser verstehen zu lernen, entwickelte F. Vester sein Umweltspiel „Ökopolopoly“ (1989) bzw. „ecopolopoly. It's a cybernetic world!“ (1997)“. Auch der Psychologe Dieter Dörner ist der Meinung, dass es möglich sein müsste, mit solchen Computersimulationen das Wesen komplexer dynamischer Systeme besser verstehen zu lernen und den Umgang mit ihnen trainieren zu können (Dörner 1996, 510ff.).

Dass sich mit Hilfe von Computersimulationen diese Ziele auch tatsächlich im unterrichtlichen Kontext erreichen lassen, zeigt die Untersuchung von Maierhofer (2001). Im Umgang mit dem Computermodell „Der See“ (Hiering 1991) konnten interessante Lerneffekte in Richtung des komplexen dynamischen Denkens belegt werden.

Das hier eingesetzte Umweltspiel „fish-banks“ wurde von Dennis Meadows, dem bekannten Autor von „Grenzen des Wachstums“, an der University of Hampshire in den USA entwickelt und inzwischen in vielen Ländern der Erde eingesetzt (Meadows 1993a). In den Schulen Deutschlands und Österreichs ist dieses „Spiel“ jedoch noch weitgehend unbekannt. Als zentrales Anliegen dieser Gruppensimulation benennt der Autor die Vermittlung grundsätzlicher Einsichten, die von Managern, Politikern oder Privatleuten gebraucht werden, um in ihren Bereichen natürliche Ressourcen intensiv zu nutzen ohne sie langfristig zu verbrauchen oder zu schädigen (Meadows 1993b, 1).

Im Besonderen sind es dabei folgende Erkenntnisse und Einsichten, die Schüler mit dieser Gruppensimulation „fish-banks“ gewinnen können:

- Sie erleben, wie Menschen angesichts begrenzter Ressourcen in einen konkurrierenden Wettbewerb geraten und gerade dadurch die natürlichen Grundlagen zerstören. Es handelt sich um typische Dilemmasituationen, wie sie für die „Allmende Klemme“ kennzeichnend sind.
- Die Teilnehmer lernen zu verstehen, wie schwierig es ist, natürliche Systeme in ihrer Dynamik zu erkennen und Anzeichen kritischer Umweltveränderungen rechtzeitig wahrzunehmen. Typisch sind hierfür die Barrieren in der Wahrnehmung wie sie im Zusammenhang mit exponentiellen Wachstums- bzw. Verfallskurven sowie Zeitverzögerungen und Ortsverschiebungen von Ursache und Wirkung auftreten.

## 2. Die Gruppensimulation „Fish banks“ (Meadows 1993a)

In der Klasse herrscht Spielsituation. Schüler einer Oberstufe sitzen in Gruppen zusammen und führen jeweils ein fiktives Fischereiunternehmen. Ihr Ziel lautet „Maximierung des Gewinns unter Berücksichtigung nachhaltiger Strategien“. Sie diskutieren hierbei über den Ankauf von Schiffen, entwerfen Strategien des Fischfangs für die nächste Fangsaison und stellen Überlegungen hinsichtlich der Fischpopulationen an. Diese Betriebe fischen in einem abgeschlossenen Meeresabschnitt in der Tiefsee und im Küstenbereich. Wie in der realen Wirtschaft auch, sind die Betriebe gewinnorientiert, sollten aber ökologische Aspekte und Nachhaltigkeit nicht aus den Augen verlieren. Nach jeder abgeschlossenen Fangperiode bekommen sie einen Computerausdruck über Fangmengen sowie Verteilung und Anzahl der Schiffe anderer Unternehmungen. Ökonomischer Druck („Die anderen machen mehr Gewinn“), ökologische Vernunft („Vorsicht Überfischung!“) und soziale Interaktionen („Die anderen fischen was geht!“;

„Wer verkauft uns Schiffe?“) stehen in enger Wechselwirkung.

Nach mehreren (7-12) Spielrunden wird plötzlich deutlich, dass sich die Fischmengen als Folge der unangemessenen Fangstrategien und Gewinnerorientierung drastisch reduzieren und schließlich ein völliger Zusammenbruch des Systems nicht mehr aufzuhalten ist. Bald stehen die SchülerInnen ihren bankrotten Unternehmen und einer zerstörten Umwelt gegenüber.

Diese Simulation wurde als gruppenorientiertes und computerunterstütztes Spiel entwickelt. Im Vordergrund stehen die Kommunikation und Interaktionen der Teilnehmer untereinander. Der Computer bleibt während des Spiels im Hintergrund und wird nur vom Spielleiter bedient. Im Kern geht es um die kommerzielle Nutzung von Fischpopulationen in zwei Meeresabschnitten über viele Jahre (jedes Jahr eine Spielrunde). Die Teilnehmer des Spiels arbeiten in mehreren Fischereiunternehmen zusammengefasst, und steuern über die Anzahl der Schiffe und ihre Verteilung in den Fanggründen den Fischfang und damit die Bewirtschaftung dieser Ressourcen.

Der Spielleiter gibt die jeweiligen Spielschritte vor und lässt die Daten, wie Flottengröße, Ankauf von Schiffen, Betriebskosten etc. im Computer verrechnen und stellt nach jeder Fangsaison die wirtschaftlichen Ergebnisse eines jeden Unternehmens öffentlich dar. Anhand der Fangzahlen können die Teilnehmer Rückschlüsse auf die Fischpopulation ziehen. Direkte Informationen über den Fischbestand stehen nur dem Spielleiter zur Verfügung.

In einer ausführlichen Anleitung werden den Gruppen die beiden relevanten Bereiche erläutert: 1. Ökonomischer Bereich: Hier finden sich Angaben über Erweiterung der Fangflotten, über die Höhe der Betriebskosten, die Möglichkeit zum Erwirtschaften von Gewinnen sowie den Umgang mit Guthaben bzw. Krediten. 2. Ökologischer Bereich: Die Unterlagen informieren über die ungefähre Ausgangsgröße der Fischpopulationen und ihre Bestandsdynamik. Die Informationen

sind dabei so gehalten, dass ein gewisses Maß an Unbestimmtheit und Intransparenz bestehen bleibt. Beides sind relevante systemische Parameter, auf die später noch eingegangen werden soll.

Das explizit vorgegebene und vordergründige Spielziel lautet, den Gewinn zu maximieren. Wie das gemacht wird, im Wettstreit zueinander oder in Zusammenarbeit, bleibt den Teilnehmern selbst überlassen. Die Rahmenbedingungen geben hierzu keine Ermunterung weder zu einem kooperativen noch zu einem kompetitiven Vorgehen. Tatsächlich gelingt es aber nur in den seltensten Fällen eine ökologisch nachhaltige Nutzung durch kooperative Gewinnmaximierung zu erreichen.

### 3. Theorie der „Allmende Klemme“ und des Umgangs mit komplexen dynamischen Systemen.

#### 3.1 Wesen der „Allmende Klemme“

Ein wesentlicher Faktor für umweltschädigendes Verhalten resultiert aus unverhältnismäßigem Konkurrenzdenken und sogenannten „Vergeltungsreaktionen“ auf eine vermeintliche Benachteiligung durch andere. Ihnen zu Grunde liegen die Mechanismen und Gesetzmäßigkeiten ökologisch-sozialer Dilemmasituationen (Ernst 1997).

In der Spielsimulation von „fish-banks“ werden inadäquate Verhaltensmuster durch die Akteure selbst deutlich erlebbar gemacht. Die Aufgabe des Spiels, soviel Ertrag wie nur möglich zu erzielen, wird fast zwangsläufig als konkurrenzierender Wettbewerb interpretiert, wobei sich das Ziel durch Kooperation besser und nachhaltiger erreichen ließe. Egal ob diese Simulation mit Schülern oder Biologielehrern durchgeführt wurde, sie alle gerieten in die „Allmende Klemme“, stolperten in diese Dilemmasituation und scheiterten schließlich an ihr.

Unter Allmende versteht man die Dorfweide. Jedem Bauern des Dorfes steht diese Weide zur gemeinsamen Nutzung für ein paar Schafe zur Verfügung. Solange die Weidefläche und

die Zahl der Weidetiere im Gleichgewicht sind, hat jeder seinen Nutzen. Will jedoch einer seinen Gewinn optimieren und mehr Schafe weiden lassen, kommt das System ins Ungleichgewicht. Die anderen Bauern sehen sich natürlich benachteiligt und werden ebenfalls mehr Tiere auf die Weide schicken. Diese Vorgangsweise führt jedoch innerhalb kürzester Zeit zur Überweidung und damit zum Zusammenbruch des Systems. Während alle gemeinsam nun den Schaden haben, hat der Verursacher jedoch vorher noch den größten Gewinn erzielt (führte er doch als erster weitere Tiere auf die Weide und profitierte von dieser egoistischen Nutzung).

Dieser Entwicklung liegt ein Mechanismus zu Grunde, den wir auch in vielen umweltrelevanten Problembereichen wieder erkennen können: „Individualisierung der Gewinne und Sozialisierung der Verluste“; den Gewinn hat der einzelne, den Schaden die Allgemeinheit. Das Dilemma präsentiert sich als sozialer Konflikt und liegt damit in der Wahl zwischen kooperativem und nicht kooperativem Verhalten. Das egoistische Verhalten ist dabei für den einzelnen attraktiver, gehört doch der Gewinn ihm alleine, während er einen allfälligen Schaden gemeinsam mit den anderen teilt (Spada/Ernst 1992, Ernst 1997).

In einem speziell zu Forschungszwecken entwickelten „Fischereikonfliktspiel“ (Spada/Opwis 1985 nach Ernst 97), das auf einem ähnlichen Konzept wie „fish-banks“ aufbaut, untersuchte die Forschungsgruppe um Spada Handlungsweisen und Motive der Akteure in solchen Dilemmasituationen. Die Resultate sind für die schulische Umwelterziehung relevant. Es zeigt deutlich, dass jene Teams die erfolgreich mit ihrer Ressource umgehen, sich durch folgende Eigenschaften auszeichnen (Spada/Ernst 1992, 89f. und Ernst/Spada 1993):

1. Sie verfügen über besseres ökologisches Wissen. Die Kenntnisse über Regeneration des Fischbestandes führen zu adäquaten Fangmengen, ohne dabei die Substanz zu schädigen.

2. Die Teilnehmer verfügen über eine bessere Einschätzung ihrer Mitspieler. Sie bewerten die Mitspieler gleichermaßen am Gemeinwohl orientiert, wie sich selbst, und müssen daher weniger eine Übervorteilung durch die anderen befürchten.
3. Die gewählten Ziele sind systemverträglicher. Die Gewinne sollen ökologisch orientiert und unter den Teilnehmern in etwa gleich verteilt sein.

Weniger erfolgreiche Gruppen zeichnen sich durch folgende Gegebenheiten aus:

1. Sie schätzen den Mitspieler als schlechter und weniger am Gemeinwohl interessiert ein als sich selbst. Diese Haltung entspricht damit einer oft gehörten Verantwortung „Ich würde mich ja schon einschränken, aber wenn die anderen nicht....“.
2. Schlechtes ökologisches Wissen wirkt sich in zweierlei Hinsicht problematisch aus: zum einen führt das Unwissen direkt zu einem umweltschädlichen Verhalten und zum anderen kann dieses auf Unwissen basierende Handeln von den anderen als unfaire individuelle Gewinnmaximierung verstanden werden, die ihrerseits zu „Vergeltungshandlungen“ der Gruppe führen.

Im experimentellen Design entwickelte sich unter den letzten beiden Bedingungen ein negativer Kreislauf. Wurde das Verhalten der Mitakteure als ausbeuterisch, unberechenbar und egoistisch wahrgenommen, haben auch die anderen sich entsprechend verhalten ohne Rücksicht auf einen allfälligen Niedergang der Fischpopulation.

Allerdings gab es auch den umgekehrten Fall. Positives und beispielhaftes Verhalten zeitigte Effekte in Richtung positiver Nachahmung (Ernst/Spada 1993, 23f.). Unter diesen Bedingungen waren die Teilnehmer eher bereit, zurückhaltender vorzugehen.

Reale Beispiele für „Allmende Klemmen“ oder „ökologisch-soziale Dilemmata“ finden sich häufig. Beispielsweise resultiert die Errichtung einer wilden Deponie aus einem typisch ökologisch-sozialen Dilemma dar. Soll der Müll mit Kosten und Mühen vom einzel-

nen entsorgt werden oder viel bequemer einfach im Wald abgeladen werden? Die attraktivere Handlungsoption ist die zweite Variante. Man hat den Gewinn, indem man sich die Entsorgungskosten, Zeit und Aufwand erspart, den Schaden hat die Allgemeinheit. Sie muss für die Sanierung der wilden Deponie aufkommen.

Damit hat sich die Aktion für den einzelnen zumindest kurzfristig gelohnt. Entsprechende Mechanismen finden sich nicht nur im kleinen, sondern auch im großen, beispielsweise bei der Klimaproblematik. Die Staaten haben die Wahl zwischen einem kooperativen oder egoistischen Vorgehen. In dem Maße wie sich alle anderen etwa durch das Kyoto-Protokoll einschränken, profitieren jene Länder, die diesem Vertrag nicht beigetreten sind. Letztere gewinnen zum einen dadurch, dass die Klimadaten ohne ihr Zutun besser werden, und sie zum anderen ungebremstes Wirtschaftswachstum zulassen können.

### 3.2 Komplexe dynamische Systeme oder „Wenn uns die Wahrnehmung täuscht!“

Zunächst möchte ich ein Gedankenexperiment vorschlagen: „Ein Blatt DinA4 kann einmal gefaltet werden und ist dann doppelt so dick, nach einer weiteren Faltung ist es 4mal so dick, schließlich 8mal und so weiter. Stellen Sie sich nun vor, dieses Blatt 42mal zu falten. Das geht natürlich nicht, aber man könnte Papierbögen entsprechend übereinander legen. Wie hoch würde dieser Stapel werden? Wird er 1 Meter, 10 Meter, 100 Meter oder gar 1 Kilometer hoch?“ (nach Meadows D u.a. 1992, 37 f.). Es ergäbe sich ein Stapel, der so hoch wäre, dass er von der Erde bis zum Mond reichen würde. Dieses Ergebnis widerspricht damit all unseren bisherigen Erfahrungen. Exponentielle Wachstumskurven entziehen sich unserem Vorstellungsvermögen.

Das Erdnussexperiment wird das auch belegen: „Sie essen morgen eine Erdnuss, übermorgen zwei und an jedem weiteren Tag doppelt so viele wie am Vortag.“ Fragen Sie nun

Bekannte wie viele Erdnüsse, sie nach 10 Tagen und nach 20 Tagen verspeisen müssten. Bei spontan gegebenen Antworten wird sich herausstellen, dass die Schätzungen eher auf einer linearen Wachstumsannahme basieren (Ernst 1997, 41f.).

Wir Menschen kommen in unseren „Alltagswelten“ ganz gut zurecht. Wenn wir jedoch mit komplexen dynamischen Systemen umgehen sollen, scheitern wir auf Grund unserer Wahrnehmungsprobleme (Preuss 1991) sowie der traditionellen und erfahrungsorientierten Denkmuster. Dörner stellt diesen gewohnten Alltagswelten, mit ihren vermeintlich isolierten, linearen und wechselwirkungsfreien Systemen, die so genannten KUL-Welten (komplex, unbestimmt und langsam) gegenüber. „Weil die KUL-Welten anders sind als unsere Alltagswelt, sollten wir unser Alltagswissen, das intuitive Weltbild, das wir aus unseren Alltagserfahrungen ableiten, nicht so ohne weiteres auf KUL-Welten übertragen. Unsere Erfahrungen mit der Alltagsrealität sind für diese anderen Welten bis zur Gefährlichkeit falsch!“ (Dörner 1996, 493).

Schon diese relativ einfache Spielsimulation „Fish - banks“ lässt uns in entsprechenden Situationen der „KUL-Welten“ versagen. Der an der Simulation Teilnehmende sieht sich in vielerlei Hinsicht einem komplexen dynamischen System mit seinen typischen Eigenschaften gegenüber gestellt. Da ist zunächst einmal die Bestandsdynamik der Fischpopulation mit schleichenden und exponentiellen, positiven wie negativen Wachstumsphasen. Rückschlüsse auf die Populationen sind für den Spieler nur über die Fangmengen möglich. Diese aber wiederum sind abhängig vom Wetter sowie vom Einsatzgebiet (ob Tiefsee oder Küstenregion). Für viele Teilnehmer ist darüber hinaus auch der wirtschaftliche Aspekt nur schwer zu durchschauen. Da gibt es Haben- und Sollzinsen und immer wieder die Notwendigkeit bei Versteigerungen kurzfristig über die Neuanschaffung von Schiffen zu entscheiden.

Generell sind es folgende Systemeigenschaften und Handlungsmuster, die uns den Umgang mit komplexen dynamischen Systemen

erschweren (Dörner 1996, Strohschneider 1994, Maierhofer 2001):

*a) Komplexität:* Sie ist gegeben, wenn einige Faktoren hochgradig miteinander vernetzt sind. Die menschliche Wahrnehmung stößt dann schnell an ihre Grenzen und wir erkennen Nebenwirkungen, Fernwirkungen und schwache Kausalitäten zuwenig, wenn überhaupt.

- Nebenwirkungen: Paradebeispiele sind die Kernenergie (deren Nebenwirkungen etwa die Kinder von Tschernobyl zu ertragen haben) oder Großstaudämme wie jener von Assuan (Cousteau 1983).
- Fernwirkungen (zeitlich und räumlich): So erkennen beispielsweise die Akteure im Spiel „fish-banks“ zu spät, dass zu hohe Fangraten in der Zukunft die Vermehrungsrate drastisch beeinflussen. Räumliche (und zeitliche) Fernwirkungen sind etwa bei den früher eingesetzten FCKW's festzustellen, wenn dadurch heute noch über den Polkappen der Ozonschild zerstört wird.
- Schwache Kausalitäten: Kleine Ursachen haben große Wirkungen. Eine Veränderung im Promillegehalt von Treibhausgasen führt in der Atmosphäre zu globalen Klimaänderungen.

*b) Dynamik:* Wie wir am Eingangsbeispiel (Falten des Papiers) schon gesehen haben, fehlt uns die nötige Vorstellungskraft oder das entsprechende Wahrnehmungssensorium, um bestimmte Dynamiken zu erfassen. Preuss (1991) spricht in diesem Zusammenhang von Wahrnehmungsbarrieren (vgl. auch Pfligersdorffer 1997, 35f.) Sowenig wie wir radioaktive Strahlung sehen oder Schwermetalle in unserer Nahrung riechen können, so wenig können wir bestimmte dynamische Prozesse in unserer Umwelt wahrnehmen.

- Exponentielle Wachstumskurven: Viele ökologische Prozesse haben exponentielle Wachstumsphasen: z.B. Weltbevölkerung, Energieverbrauch, Müllproduktion. Ihre Entwicklungen lassen sich jeweils schwer abschätzen.
- Schleichende Entwicklungen. Umweltbedingungen ändern sich für uns unmerk-

lich über Generationen hinweg. Erst der mühsame Vergleich mit alten Aufzeichnungen oder Gespräche mit Großeltern zeigt uns etwa den Rückgang der Artenvielfalt, den Verlust von naturbelassenen Gewässern etc.

- Totzeiten: Es scheint so, als ob sich durch unsere Maßnahmen nichts ändern würde. Die längste Zeit kann ein See industrielle oder landwirtschaftliche Abwässer verkraften. Doch eines Tages, völlig unversehens, „kippt“ der See und katastrophales Fischsterben lässt die Anrainer aufschrecken.

*c) Intransparenz:* Dieser Faktor steht mit dem vorgenannten im Zusammenhang und meint, die prinzipielle Unmöglichkeit, das System als Ganzes zu erfassen und alle Komponenten mitzubedenken. Selbst mit größtem wissenschaftlichen Aufwand wird es praktisch nicht möglich sein, alle Ursachen einer drohenden Klimaerwärmung abzuschätzen. Hinzu kommt, dass wir nicht beliebig lang auf Forschungsergebnisse warten können, sondern schon heute Handlungsbedarf besteht.

*d) inadäquate Handlungen:* Die Forschungsgruppe um Dörner hat wiederholt Menschen bei der Problembewältigung im Umgang mit Systemen beobachtet und dabei folgende Verhaltensmuster gefunden:

- Fluchtendenzen: Man flüchtet sich vor zu treffenden Entscheidungen in die Argumentation, noch nicht genügend Informationen zu haben oder noch nicht genügend Details zu kennen.
- Reduktive Hypothesenbildung: Man reduziert die Komplexität des Geschehens unzulässigerweise und handelt nach diesem vereinfachten Gedankenmodell. Vernetzungen, Fern- u. Nebenwirkungen werden dabei inadäquat repräsentiert und somit vernachlässigt.
- Starke Kausalitäten: Erfahrungen aus den Alltagswelten möchten uns glauben machen, dass ein linearer Zusammenhang zwischen Ursache und Wirkung, Maßnahme und Effekt bestünde. Tatsächlich müssen wir aber in KUL-Welten feststellen, dass dem keineswegs so ist. Es ist

eben nicht so, dass wir mit noch mehr Dünger noch mehr Ernte einfahren und mit dreimal so vielen Schiffen auf den Weltmeeren eine dreifach so hohe Fangquote erzielen.

Viele dieser Phänomene lassen sich auch in der Simulation „fish-banks“ identifizieren. Unser Handeln orientiert sich an Alltagserfahrungen und antizipiert viel zuwenig den systemischen Charakter. Offenkundig werden dabei fehlende Kenntnisse von typisch menschlichen Verhaltensmustern in solchen Situationen sowie von der Dynamik und Komplexität umweltrelevanter Faktoren. Dass genau jene aber Voraussetzung für das Verstehen und den Umgang mit der Spielsimulation aber auch mit natürlichen Systemen wären, ist evident. Denn wie auch Vester sagt, kommt es weniger auf die Dinge an sich an, als vielmehr auf ihre Vernetzung und Dynamik (Vester 1980, 19). Was nützen uns geschätzte Zahlen der aktuellen Fischpopulationen in den Weltmeeren, wenn wir nicht gleichzeitig auch die Daten von vor einem, zwei oder mehreren Jahren kennen sowie Kenntnis über dynamische Veränderungen, wie Vermehrungsrate etc. haben. Was nützt es uns, die Höhe eines in die Luft geworfenen Steines bis auf den Millimeter zu bestimmen, wenn wir übersehen, dass der Stein wieder herunterfallen wird.

#### 4. Empirische Untersuchung

##### 4.1 Fragestellung

Die Evaluation von „fish-banks“ soll darlegen, welche Effekte unmittelbar nur durch das Spielerleben zu beobachten sind. Unberücksichtigt bleiben dabei weitere unterrichtliche Implementierungen, wie die Durchführung anschließender Diskussionen oder erläuternde und veranschaulichende Medien.

Aus dem umfangreichen Konstrukt des Agierens und Reagierens in ökologisch sozialen Dilemmata und komplexen dynamischen Systemen sollen und können nur einige wenige Teilaspekte betrachtet werden. Die zentrale Fragestellung liegt auf dem Aspekt des sub-

jektiven Wahrnehmens und Erlebens dieser Phänomene. Sie lautet daher „Wie erleben Schülerinnen und Schüler die Spielsimulation „fish-banks“ unter der besonderen Berücksichtigung ökologisch sozialer Dilemmasituationen und komplexer Systemdynamik“.

Daraus ableitend werden folgende Detailfragestellungen formuliert. Zunächst interessiert die allgemein wahrgenommene Validität des Spiels:

1. Gelingt es den Schülerinnen und Schülern, einen Bezug zum Alltag zu erkennen, oder wird das Modell lediglich als interessantes Spiel ohne Relevanz zur ökologisch-ökonomischen Realität gesehen? (Validität des Spiels)

Im Hinblick auf das Scheitern in diesem ökologisch sozialen Dilemma stehen folgende Fragestellungen im Vordergrund:

2. Gibt es die Einsicht in eine gemeinsame Mitschuld oder wird das Scheitern in der Situation vorwiegend den anderen Gruppen zugeschrieben? (Schuldzuweisungen)

3. Wie ausgeprägt ist die Bereitschaft zu altruistischem und nachhaltigem Wirtschaften sowie zur Gestaltung kommunikativer Strukturen zwischen den Gruppen? (Bereitschaft zum nachhaltigen Wirtschaften)

4. Wie empfinden die TeilnehmerInnen das soziale Geschehen in der Gruppe? (Soziale Interaktion)

Im Bezug auf das komplexe dynamische Systemgeschehen werden die Antworten der Schülerinnen und Schüler auf folgende Aspekte hin ausgewertet:

5. Werden ökologische und systemische Grenzen wahrgenommen bzw. in irgendeiner Weise reflektiert? (systemisches Wissen)

6. Zeigen die Akteure die in der Literatur als typisch beschriebene Fluchtverhaltensweisen und Ausreden? (Ausflucht)

Des Weiteren werden die Daten hinsichtlich dichotomisierender Eigenschaften der Population ausgewertet:

7. Unterscheiden sich Schülerinnen und Schüler, sowie „Altruisten“ und „Egoisten“ in der Beantwortung der Testitems?

## 4.2 Untersuchungsdesign

Die Fischereisimulation „fish-banks“ wurde mit 115 Schülerinnen und Schülern aus Stadt und Land Salzburg jeweils über drei bis vier Stunden im Rahmen des regulären Unterrichts gegen Ende des Schuljahres 2000/01 durchgeführt. Anleitung und Ablauf der Simulation wurde entsprechend dem Handbuch von Meadows (1993) ausgeführt.

Zu Beginn wurde ein erster Überblick über die Gestaltung der Unterrichtseinheit gegeben und ein Fragebogen zum ökologischen Detailwissen ausgeteilt.

Im Anschluss daran hatten die Gruppen die Möglichkeit die Spielanleitung durchzulesen. Vom Leiter wurde dazu aufmerksam gemacht, dass es zweckmäßig wäre, sich den Lesetext in der Gruppe aufzuteilen, sodass es für jeden Bereich einen „Spezialisten“ gibt. Zeitdruck und Stress, die dabei entstanden, waren durchaus beabsichtigt, muss doch jeder neue Mitarbeiter eines Unternehmens auch in Wirklichkeit damit rechnen, sich in kürzester Zeit einarbeiten zu müssen und unter Umständen nicht von vornherein alle betrieblichen Aspekte völlig zu durchschauen.

Vor dem eigentlichen Simulationsbeginn wurden nochmals die wesentlichsten Regeln für alle gemeinsam wiederholt. Dabei wurde es vermieden Hinweise zu geben, die über das Spielkonzept hinausgehend, die Strategie der einzelnen Gruppen beeinflussen hätten können. Die zentrale Aufgabe lautete: „Maximierung des Gewinns unter Beachtung nachhaltiger Strategien“.

Der eigentliche Spielverlauf bestand darin, dass die einzelnen Gruppen (=Fischereiunternehmen) Entscheidungen für den Ankauf bzw. die Ersteigerung von Schiffen sowie für den Fischfang zu treffen hatten. Computerausdrucke stellten nach jeder Fangperiode Unterlagen über die individuellen Fangmengen, die Fangquoten pro Schiff sowie den Kapitalstand des Unternehmens zur Verfügung. Direkte Hinweise über Größe und Dynamik der Fischpopulationen wurden nicht gegeben.

Ein nach jeder Runde veröffentlichter Zwi-

schenbericht informierte zusätzlich alle Teilnehmer über die Entwicklung der Flotten sowie über das zur jeweiligen Runde erreichte Gesamtvermögen. Die Verteilung der Schiffe auf Tiefsee und Küstengewässer konnte direkt auf dem Spielfeld eingesehen werden.

## 4.3 Erhebungsinstrumentarium

Für diese Untersuchung wurde ein schriftlicher Fragebogen entsprechend der vorgenannten Untersuchungsbereiche mit 6 Schwerpunkten und insgesamt 35 Items im Nachtest entwickelt.

Die einzelnen Evaluationsfragen wurden hierbei durch mehrere Items entsprechend einer 5stufigen Likert Skala operationalisiert. Hierbei mussten die Befragten vorgegebene Statements hinsichtlich fünf möglicher Abstufungen von „trifft völlig zu“, „trifft ziemlich zu“, „mittel“ sowie „trifft wenig zu“ und „trifft überhaupt nicht zu“ einschätzen. Nachfolgend sind die einzelnen Items entsprechend ihrer Zuordnung zu Schwerpunkten aufgelistet sowie in Klammer mit ihrer Kurzbezeichnung angeführt.

### 1. Validität des Spiels

- o 1) Wie im wirklichen Leben (*wirklichkeitsnah*)
- o 9) Reale Ökosysteme reagieren völlig anders (*realitätsfern*);
- o 24) Das Ökosystem der Spielsimulation ist untypisch (*untypisch*).

### 2. Schuldzuweisung

- o 11) Wenn die anderen rücksichtsvoller gefischt hätten, hätten auch wir unsere Fangquoten reduziert (*hätten reduziert*);
- o 17) Die anderen Gruppen verhielten sich durchwegs kooperativ und orientierten sich am Wohl aller (*andere kooperativ*);
- o 25) Durch ihre übermäßige Fischerei haben die anderen Gruppen die Fischereigründe zerstört (*andere überfisch.*);
- o 2) Die anderen Gruppen haben nur auf ihren unmittelbaren Gewinn geachtet (*andere gewinnor.*).

### 3. Bereitschaft zum nachhaltigen Wirtschaften

- o 15) In unserer Gruppe wurde auf eine ökologische und nachhaltige Befischung

- geachtet (*nachhaltige Bef.*);
- o 27) Die längste Zeit achteten wir in unserer Gruppe nur auf die Entwicklung des Kapitals/ Geldes (*Kapitalorientiert*)
- o 6) Nachdem mir das Problem der Überfischung klar geworden ist, habe ich sofort für eine Schonung durch Reduzierung der Fangflotten gesorgt (*Einsicht u. Schonung*).

4. Soziale Interaktion

- o 23) Während des Spiels kam mir der Gedanke mit den anderen Gruppen zu kooperieren (*Gedanke z. Koop.*);
- o 3) Die Entscheidungen wurden in unserer Gruppe demokratisch getroffen (*demokratisch*);
- o 7) Ich habe mich in meiner Gruppe sehr gut durchsetzen können (*Durchsetzung*);
- o 28) Ich fühlte mich in der Gruppe als - Wortführer, - Diskussionspartner, - überflüssig, - Mitläufer, - Gegner zu den eig. Gruppenmitgliedern.

5. Systemisches Wissen

- o 10) Mir war klar, dass wenn wir so weitermachen, wir die Meere überfischen (*Überfischung*);
- o 16) Leider gab es überhaupt keine Hinweise auf den Niedergang der Fischpopulation (*keine Hinweise*);
- o 5) Ich hätte gewusst, wie man die Fischgründe hätte retten können (*Rettung gewusst*);

6. Ausflucht

- o 4) Wir hatten zuwenig Zeit für unsere Entscheidungen (*Zeitnot*);
- o 13) Mit mehr Informationen über die Fischpopulation hätten wir nicht soviel

gefischt (*Infomangel*);

- o 26) Die Regeln behinderten uns, eine positive Entwicklung herbeizuführen (*Behinderung*).

5. Ergebnisse und Auswertung der Untersuchung

Unmittelbar nach dem Ende des Spiels (bei allen war es der Niedergang der Fischpopulationen und Zusammenbruch der kommerziellen Basis) wurden die Schülerinnen und Schüler über ihre Einschätzungen befragt: Generell konnte diese Simulation die Teilnehmer hoch motivieren. 91% fanden die Durchführung von „fish-banks“ als „ziemlich“ und „sehr“ interessant und hatten zu 84% Spaß. Und das, obwohl diese Unterrichtsphase in einer bereits prüfungsfreien Zeit bei sommerlichen Temperaturen stattfand. Trotz einer Länge von 3-4 Stunden (ohne Pausen) empfanden nur 5,3% das Spiel als zu lang und 94,7% wünschten sich für die Zukunft häufiger solche Spielsimulationen im regulären Biologieunterricht.

Ad 1) Wie schätzen die SchülerInnen die Validität des Spiels ein?

Mehr als die Hälfte der Teilnehmer empfinden die Simulation, eben durch das Scheitern der Unternehmen und dem Raubbau an den natürlichen Ressourcen, als „wie im wirklichen Leben“. Nur etwa 19% sehen hier einen geringen bis gar keinen Bezug. Noch weniger, nämlich nur 10,6% meinen, dass „reale Ökosysteme völlig anders reagierten“ als hier in dieser Simulation.

Item	Zustimmung*	„mittel“	Ablehnung*	x
1 Wie im wirklichen Leben.	60,2%	21,2%	18,6%	2,42
9 Reale Ökosysteme reagieren völlig anders.	10,6%	24,8%	64,6%	3,81
24 Das Ökosystem der Spielsimulation ist untypisch.	9,6%	28,9%	61,4%	3,74

(Anm. Durch Rundungen kann es dazu kommen, dass die Quersummen nicht genau 100% ergeben. In den Kategorien „Zustimmung“ und „Ablehnung“ wurden die positiven Beurteilungen wie „trifft völlig zu“ und „trifft ziemlich zu“ sowie die negativen Beurteilungen „trifft wenig zu“ und „trifft überhaupt nicht zu“ zusammengefasst)

Die Korrelationsmatrix zeigt den erwarteten deutlichen Zusammenhang zwischen den einzelnen Antworten auf. SchülerInnen die die Spielsimulation als wirklichkeitsnah einschätzen, sind auch eher der Meinung, dass Reale

Dass es zu keiner Reduktion der Fangquoten kam, lag eben auch daran, dass die anderen zu 82,4% als nicht kooperativ erlebt/bzw. eingeschätzt wurden. Dementsprechend waren es auch hauptsächlich die anderen (91%), die

Korrelationen		wirklichkeitsnah	realitätsfern.	untypisch
Wirklichkeitsnah	Pearson Correlation	1	-,440**	-,385**
	Sig. (2-tailed)	,	,000	,000
	N	113	112	113
Realitätsfern	Pearson Correlation	-,440**	1	,522**
	Sig. (2-tailed)	,000	,	,000
	N	112	113	113
Untypisch	Pearson Correlation	-,385**	,522**	1
	Sig. (2-tailed)	,000	,000	,
	N	113	113	114

\*\* Korrelation ist auf dem 1-%-Niveau signifikant (2-seitig).

Ökosysteme keineswegs gänzlich anders reagierten oder dass die Spielsimulation untypisch wäre.

*Ad 2) Schuld haben immer die anderen !?*

Umweltgerechtes Verhalten orientiert sich hier nicht an der objektiven Notwendigkeit, sondern an dem (schlechten) Beispiel anderer und dem Bestreben auf keinen Fall (auch nicht dem Anschein nach) übervorteilt zu werden - selbst um den Preis des Niedergangs der Ressource. Schuld haben damit immer die anderen. Etwa 1/3 hätte ihre Quoten reduziert, wenn auch die anderen bereit gewesen wären, ein weiteres Drittel war sich unsicher.

nur auf ihren Gewinn achtend an der Zerstörung der Simulationsumwelt schuld waren.

*Ad 3) Gab es die Bereitschaft zum nachhaltigen ökologisch orientierten Wirtschaften?*

Mit großer Ehrlichkeit gaben die Teilnehmer zu, nur wenig (49%) bis überhaupt nicht (23,6%) auf eine ökologische und nachhaltige Befischung geachtet zu haben. Vielmehr standen die rein finanziellen Aspekte für 81,6% im Vordergrund. Selbst dann haben sich, nach Abzeichnung der Überfischungsprobleme, nur 28,3% für eine Schonung eingesetzt. Der Großteil machte weiter wie bisher.

Item	Zustimmung	„mittel“	Ablehnung	x
11 Wenn die anderen rücksichtsvoller mit der Ressource umgegangen wären, hätten auch wir die Fangquoten reduziert.	30,4%	35,7%	34,0%	2,42
17 Die anderen Gruppen verhielten sich durchwegs kooperativ und orientierten sich am Wohl aller.	2,6%	14,8%	82,4%	4,32
25 Durch ihre übermäßige Fischerei haben die anderen Gruppen die Fischereigründe zerstört.	65,8%	19,3%	14,9%	2,23
2 Die anderen Gruppen haben nur auf ihren unmittelbaren Gewinn geachtet.	91,2%	7,0%	1,8%	1,52

Item	Zustimmung	„mittel“	Ablehnung	x
15 In unserer Gruppe wurde auf eine ökologische und nachhaltige Befischung geachtet.	16,7%	10,5%	72,6%	3,77
27 Die längste Zeit achteten wir in unserer Gruppe nur auf die Entwicklung des Kapitals/Geldes.	81,6%	8,8%	9,7%	1,74
6 Nachdem mir das Problem der Überfischung klar geworden ist, habe ich sofort für eine Schonung durch Reduzierung der Fangflotten gesorgt.	28,3%	19,5%	52,2%	3,34

Interessant ist, dass jene TeilnehmerInnen die auf eine ökologische und nachhaltige Befischung geachtet haben, sich auch signifikant höher für die Schonung der Fischgründe eingesetzt haben sowie angaben, keineswegs nur an der Entwicklung des Kapitals/Geldes interessiert gewesen zu sein. Dementsprechend wiesen sie es von sich, wie eine hohe negative Korrelation verdeutlicht, an der Überfischung selbst schuld gewesen zu sein.

kratisch vorgegangen werden und andererseits lag darin der Schlüssel zum Gelingen und zum Überwinden der ökologisch-sozialen Dilemmasituation. Auf die Frage „Durch welche Maßnahme man den Gewinn langfristig am besten hätte vergrößern können“ vertraten immerhin 25% die Meinung durch „Kooperation der Gruppen untereinander“. Prinzipiell aber hatten insgesamt 43% schon während der Simulation den Gedanken mit den ande-

		Einsicht und Schonung.	kapitalorientiert	selber schuld
nachhaltige	Pearson Correlation	,478**	-,520**	-,472**
Befischung	Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000
	N	113	114	113

Bemerkenswert hoch korrelieren andererseits die Antworten jener, die meinen „die längste Zeit sich nur um die Kapitalentwicklung gekümmert zu haben“ mit der Einsicht „an der Überfischung selbst schuld gewesen zu sein“: Pearson Correlation 0.546\*\*

ren zusammenzuarbeiten. Tatsächlich aber kam keine Kooperation zwischen den Gruppen zustande.

Was das demokratische Vorgehen innerhalb der Gruppe anlangte, so waren etwa 81% überzeugt, entsprechend vorzugehen. Auch meinten etwa 55% sich in der Gruppe gut durchgesetzt zu haben.

#### Ad 4) Soziale Interaktion

Einen ganz zentralen Faktor in dieser Gruppensimulation stellt die soziale Interaktion dar. Einerseits musste in der Gruppe demo-

Ein differenziertes Bild zu diesem Bereich liefert Frage 28, die das Ziel hatte, die sozialen

Item	Zustimmung	„mittel“	Ablehnung	x
23 Während des Spiels kam mir der Gedanke mit den anderen Gruppen zu kooperieren.	42,5%	24,8%	32,7	
3 Die Entscheidungen wurden in unserer Gruppe demokratisch getroffen.	80,5%	12,4%	7,1%	1,81
7 Ich habe mich in meiner Gruppe sehr gut durchsetzen können.	55,3%	39,5%	5,3%	

Rollen der Befragten in der Gruppe zu erheben. Es sahen sich :

- 9,7% als Wortführer
- 77,9% als Diskussionspartner
- 8,0% überflüssig bzw. als Mitläufer und
- 4,4% als Gegner zu den eig. Gruppenmitgliedern.

*Ad 5) Die Items dieses Schwerpunktes sollen darüber informieren, ob für die Entscheidungen systemische Überlegungen eine Rolle spielten, ob ökologische Grenzen gesehen oder Zusammenhänge vermutet werden.*

Item	Zustimmung	„mittel“	Ablehnung	x
10 Mir war klar, dass wenn wir so weitermachen, wir die Meere überfischen.	75,4%	8,8%	15,8%	2,08
16 Leider gab es überhaupt keine Hinweise auf den Niedergang der Fischpopulation.	24,6%	20,2%	55,2%	3,45
5 Ich hätte gewusst, wie man die Fischgründe hätte retten können.	25,4%	34,2%	40,4%	3,16
22 Das Regenerationsvermögen der Natur ist enorm. Leergefischte Bereiche erholen sich innerhalb weniger Jahre.	10,7%	25,9%	63,4%	3,77

Item	Zustimmung	„mittel“	Ablehnung	x
4 Wir hatten zu wenig Zeit für unsere Entscheidungen	40,4%	26,3%	33,3%	2,81
13 Mit mehr Informationen über die Fischpopulation hätten wir nicht soviel gefischt.	46,5%	29,8%	23,7%	2,61
26 Die Regeln behinderten uns, eine positive Entwicklung herbeizuführen.	10,7	24,1	65,2	3,78

Etwa 3/4 der SchülerInnen belegte mit ihren Antworten, durchaus systemisch zu denken. 75% aller Teilnehmer erkannten, dass die von den Spielern eingeschlagene Richtung der Fischerei zur Überfischung der Meere führen muss. Nur 25 % erkannten keinerlei Hinweise auf diese dramatische Entwicklung. Alle anderen jedoch beobachteten mehr oder weniger deutliche Hinweise. Auch schätzte die Mehrheit der Teilnehmer das Regenerationsvermögen der Natur realistisch ein (63,4%). Trotz dieser Einsicht in den drohenden Niedergang hatte nur eine kleine Gruppe von

25,4% eine Idee, wie man die Ressource hätte retten können.

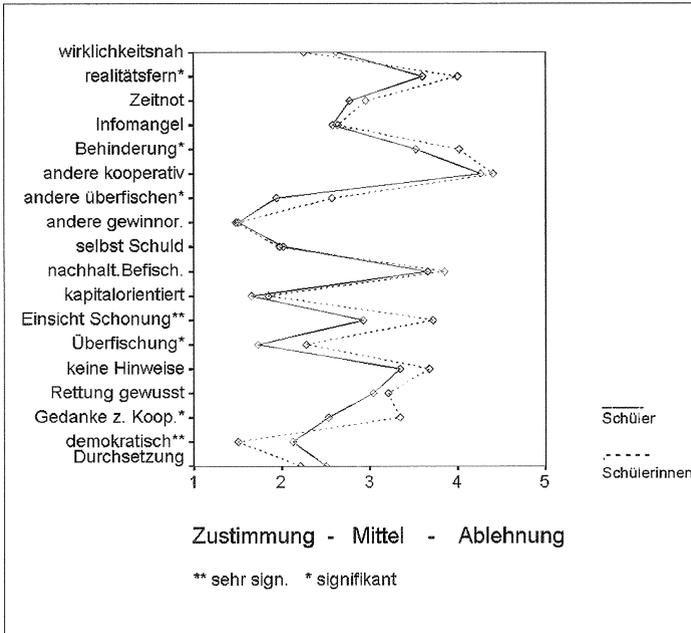
*Ad 6) Zeigen die Akteure die für den Umgang mit komplexen dynamischen Systemen typischen Flucht-tendenzen?*

Zeitdruck, widersprüchliche Informationen, unklare Ziele und vieles mehr, kennzeichnen die angespannte Situation in der sich die Teilnehmer befinden. 40% meinten zu wenig Zeit für Entscheidungen gehabt zu haben, was insofern nicht stimmt, da ja sehr wohl Entscheidungen - allerdings gegen eine nachhaltige und behutsame Befischung - getroffen wurden. 46,5% hätten sich noch mehr Infor-

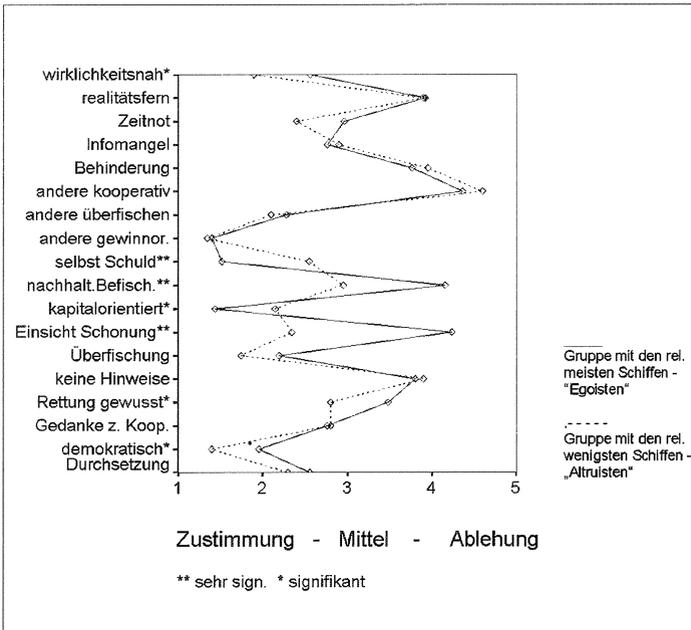
mationen gewünscht. Tatsache aber ist, dass schon die vorhandenen Mitteilungen nicht entsprechend genutzt wurden.

Etwas abweichend von diesen Ausflüchten erkannten immerhin 65%, dass die Regeln sie nicht am Herbeiführen positiver Entwicklungen behindert hätten.

ad 7) Vergleich des Antwortprofils bestimmter Gruppen.  
(Hinsichtlich der Kurzbezeichnungen der Items vgl. mit Kap. 4.3.)



Vergleich von Schülerinnen und Schülern hinsichtlich einiger ausgewählter Items



Vergleich von „Egoisten“ und „Altruisten“

Der Vergleich zwischen männlichen und weiblichen Probanden zeigt interessante Unterschiede. Schülerinnen neigen tendenziell, teilweise sogar signifikant, zu eher umweltorientierteren Positionen. Sie beurteilen die Simulation als realistischer, sind handlungsbereiter und sehen systemische Zusammenhänge eher als ihre männlichen Mitakteure. Auch kommen die Schülerinnen weit häufiger auf den Gedanken mit anderen Gruppen zu kooperieren. Empfanden aber die Gruppensituation als weniger demokratisch und hatten das Gefühl sich weniger durchsetzen zu können.

Wie unterscheiden sich „egoistische“ Spieler von jenen, die rücksichtsvoll vorgehen, also den Altruisten? Als „Egoisten“, werden hier jene Schülergruppen verstanden, die ohne Rücksicht auf die Fischbestände oder Mitspieler Gewinnmaximierung betrieben haben und offensichtlich das Ziel hatten, alle anderen zu übertrumpfen. Als „Altruisten“ werden dagegen jene gesehen, die moderat und mit Blick auf die Ressourcen ihre Flottenbestände erhöhten und offensichtlich nachhaltige Konzepte verfolgten.

Ein guter Index dafür ist die Zahl der bis zum Simulationsende erworbenen Schiffe. In die Wertung wurden nur jene Schülergruppen aufgenommen, die relativ zu den anderen Mitspielern entweder die meisten oder die wenigsten Schiffe hatten. Dadurch verringerte sich die Zahl der Probanden auf 45. Der Vergleich dieser Gruppen hinsichtlich ihres Alters bzw.

ihres Geschlechts ergab keinen signifikanten Unterschied.

Die größten Unterschiede zeigen sich im Schwerpunktsbereich „Bereitschaft zum nachhaltigen ökologisch orientierten Wirtschaften“. In den „egoistischen“ Gruppen wird signifikant weniger auf eine nachhaltige Befischung geachtet und ihre Strategien sind deutlich kapital- und geldorientierter.

Die größte Mittelwertsdifferenz, nämlich fast 2 Punkte, ist beim Item „Einsicht Schonung“ festzustellen. „Altruistische“ Gruppenmitglieder geben hier an ( $\bar{x}=2,32$ ), nach dem Feststellen der Überfischung für die Schonung der Bestände aktiv geworden zu sein, während die anderen hier kaum einen Handlungsbedarf sehen ( $\bar{x}=4,24$ ).

Allerdings sehen sich diese Gruppen sehr wohl für den Niedergang der Fischpopulation selbst verantwortlich ( $\bar{x}= 1,52$ ) im Gegensatz zu den eher umweltbewußteren Gruppen ( $\bar{x}=2,68$ ), die sich naturgemäß weniger Schuld fühlen.

## 6. Fazit

Generell erleben die TeilnehmerInnen diese Spielsimulation als einen sehr motivierenden (91%) und interessanten (84%) Beitrag zum Biologieunterricht. Sie sehen in „fish-banks“ mehrheitlich ein realistisches Abbild tatsächlicher Prozesse in unserer Umwelt.

Die Phänomene der Allmende Klemme kommen deutlich zum Tragen. 81% sind auf egoistische Gewinnmaximierung hin ausgerichtet und beuten die verfügbare Ressource bis zur Neige aus. Als oberste Devise scheint für die meisten Spieler zu gelten, „nur ja nicht weniger Gewinn machen als die anderen“ (Statement eines Schülers) und das unter Vernachlässigung eines Nachhaltigkeitsprinzips. Anfangs vielleicht noch zögerlich, spätestens aber nach Bekanntgabe der ersten Rundenergebnisse und den Gewinnen der anderen, wird dem Profit alles untergeordnet. Man orientiert sich an den anderen, und die werden eben zu 82% als nicht kooperativ und als egoistisch in ihrer Unternehmensstrategie eingeschätzt. Tatsächlich sind anfangs viele

Gruppen an Nachhaltigkeit orientiert und bekunden dies in den Notizen zur Strategie der Unternehmensführung: „Schonung der Gebiete“, „...damit nicht überfischt wird“, „...langfristig vorausschauend“. Im Sog der Konkurrenz werden diese guten Vorsätze nicht selten über Bord geworfen. Selbst nachdem das Problem der Überfischung deutlich geworden ist, haben sich nur mehr 28% für eine Reduzierung der Fangflotten eingesetzt.

Eine Schülerin formuliert diese Dilemmasituation wie folgt: „Selbst wenn ich fischfreundliche Fangmengen einbringe und auf die Natur achte, verliert sich mein Engagement in der Masse der Konkurrenz, die weiterhin die Meere ausbeutet. Entweder ich und mein Unternehmen verhalten uns ebenso und verdienen anfangs viel Geld, ..., oder ich arbeite ökologisch und schreibe rote Zahlen“. Das Spielkonzept lautet für viele Gruppen: „Soviel Gewinn machen wie möglich“ aber nicht nachhaltig gedacht, sondern jetzt und sofort und selbst um den Preis des Niedergangs der Fischpopulation. Die Lösung des Problems dämmerte mehreren Teilnehmern (43%), aber sie unternahmen wenn überhaupt nur schwache Versuche sie umzusetzen. Die Lösung wäre Kommunikation der Gruppen untereinander gewesen. Denn eine verbindende gemeinsame Ressource lässt sich eben nur in Kooperation nachhaltig bewirtschaften. So aber dominierte die offensichtliche Voreinstellung des Verhaltens, nämlich Konkurrenz um welchen Preis auch immer.

Nach dem Scheitern der Unternehmen und dem Zusammenbruch erkennen einige spontan ihren falschen Weg und fühlen sich selbst für den Niedergang verantwortlich (15%). Viele aber schieben die Ursachen für den negativen Spielverlauf ihren Mitspielern zu (66%) bzw. beklagen die widrigen Rahmenbedingungen (zu wenig Zeit 40%, zu wenig Informationen 47%).

Die komplexe Systemdynamik wird von vielen Akteuren durchaus in ihren Auswirkungen (Überfischung) antizipiert (75%), aber in ihrem Prozess offensichtlich zu wenig durchschaut. Sie sehen die drohende Überfischung, bemerken aber zu wenig, dass mit jeder wei-

teren Fangsaison die Vermehrungsrate drastisch beeinflusst wird und sich damit in den Folgejahren der Populationsstand verändert. Die Spielsimulation „fish-banks“ ist in besonderer Weise geeignet, den TeilnehmerInnen neue Lernerfahrungen zu ermöglichen. Sie erleben eine komplexe Systemdynamik genauso wie Probleme sozialer - ökologischer Dilemmasituationen in Verbindung mit inadäquaten Handlungsmustern. Viele der in der Literatur beschriebenen Phänomene wie Wahrnehmungsschwierigkeiten, Fluchtverhalten und weitere unangemessene Verhaltensmuster lassen sich deutlich identifizieren und in einer anschließenden Diskussion zur Sprache bringen. Gleichzeitig können Sachverhalte aus der realen Umwelt diesen Erfahrungen gegenüber gestellt werden und somit die Relevanz der Spielsimulation weiter verdeutlicht werden.

## Literatur:

- Bossel, H. (1985). *Umweltdynamik*. 30 Programme für kybernetische Umwelterfahrungen auf jedem BASIC-Rechner. München.
- Cousteau, J.Y. (Hrsg.) (1983). *Cousteau-Umweltlesebuch 2: Saurer Regen und andere Katastrophen*. Stuttgart: Klett Cotta.
- Dörner, D. (1989). *Die Logik des Mißlingens. Strategisches Denken in komplexen Situationen*. Reinbek bei Hamburg: Rohwohlt.
- Dörner, D. (1996). *Der Umgang mit Unbestimmtheit und Komplexität und der Gebrauch von Computersimulationen*. In A. Diekmann & C.C. Jaeger (Hrsg.), *Umweltsoziologie. Sonderheft der Kölner Z. für Soziologie u. Sozialpsychologie, Sonderheft 36*, 489-515.
- Ernst, A.M. (1997). *Ökologisch-soziale Dilemmata*. Weinheim: Psychologie Verlags Union.
- Ernst, A.M. & Spada, H. (1993). *Bis zum bitteren Ende?* In J. Schahn & T. Giesinger (Hrsg.), *Psychologie für den Umweltschutz*. Weinheim: Beltz, 17-28.
- Gräsel, C. (2000). *Gestaltung problemorientierter Lernumgebungen*. In H. Bayrhuber & U. Unterbruner (Hrsg.), *Lehren und Lernen im Biologieunterricht*. Innsbruck: StudienVerlag, 186-194.
- Grell, J. u. M. (1999). *Unterrichtsrezepte/Jochen und Monika Grell*. Weinheim (u.a.): Beltz
- Hiering P.G. (1991). *Der See; Computersimulationsprogramm zum Ökosystem See.* (Disketten), Grünwald b. München: FWU.
- Kriz, W. Ch.(2000). *Lernziel: Systemkompetenz; Planspiele als Trainingsmethode*. Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht.
- Meadows, D., Meadows, D. & Randers J.(1992). *Die neuen Grenzen des Wachstums Die Lage der Menschheit: Bedrohung und Zukunftschancen*. Stuttgart: Deutsche Verlags-Anstalt.
- Meadows,D.L.u.a.(1993a(3)). *Fish Banks, LTD. A Micro-Computer Assisted Group Simulation*. Laboratory for Interactive Learning; Institute for Policy and Social Science Research, Hood House, University of Hampshire.
- Meadows,D.L.u.a.(1993b(3)). *Fish Banks, LTD. Game Administrator's Manual. A Micro-Computer Assisted Group Simulation that teaches principles for sustainable management of renewable resource* Laboratory for Interactive Learning; Institute for Policy and Social Science Research, Hood House, University of Hampshire.

- Maierhofer, M. (2001). Förderung des systemischen Denkens durch computerunterstützten Biologieunterricht. Herdecke: GCA-Verlag.
- Pfligersdorffer; G. (1998). Computer. In U. Kattmann (Hrsg.), Fachdidaktik Biologie, Eschenhagen, Kattmann, Rodi. Köln: Aulis Verlag Deubner, 364-374.
- Pfligersdorffer; G. (1999). Computersimulation. In O. Brillling & E.W. Kleber (Hrsg.), Handwörterbuch Umweltbildung. Baltmannsweiler: Schneider-Verl. 41 f.
- Pfligersdorffer, G. & Seibt, M. (1997). Mit Computersimulationen Umweltprobleme besser erkennen. Unterricht Biologie 221, 35-39.
- Preuss, (1991). Umweltkatastrophe Mensch. Über unsere Grenzen und Möglichkeiten, ökologisch bewusst zu handeln. Heidelberg: Roland Asanger .
- Spada, H. & Ernst, A. (1992). Wissen, Ziele und Verhalten in einem ökologisch-sozialen Dilemma. In K. Pawlik & K.H. Stapf (Hrsg.), Umwelt und Verhalten. Bern u.a.: Hans Huber, 83-106.
- Strohschneider, St. (1994). Ökologisches Wissen und der Umgang mit komplexen Systemen. In G. Pfligersdorffer & U. Unterbruner (Hrsg.), Umwelterziehung auf dem Prüfstand. Innsbruck: Österreichischer StudienVerlag, 125-140.
- Vester, F. (1980). Neuland des Denkens Stuttgart: Deutsche Verlags-Anstalt.
- Vester, F. (1989). Ökolopoly 2.0; Das kybernetische Umweltspiel. (Disketten); studiengruppe für biologie und umwelt.
- Vester F. (1997). Ecopolity. It's a cybernetic world! (CD-ROM); Freiburg: F. Rombach Medien.

Mag. Dr. Georg Pfligersdorffer  
A.o.Univ.Prof. für Didaktik der Biologie und  
Umweltkunde am Institut für Didaktik der  
Naturwissenschaften an der Universität Salz-  
burg

Hellbrunnerstr. 34  
A-5020 Salzburg  
Tel.: ++43 (0) 662/ 8044 -5810  
e-mail: georg.pfligersdorffer@sbg.ac.at