

Geschätzte Zerstörungsbilanz eines einzigen Tages:

- Vernichtung von 5 500 ha Tropenwald
- Abnahme des verfügbaren Ackerlandes um 20 000 ha
- Aussterben von 100 bis 200 Arten
- Belastung der Atmosphäre durch 60 Mio. t CO₂

(Nach: Umweltbundesamt)



Bahnstrecke im Kallbachtal während des Baus

Geoökosysteme und Modelle

Fliegende Katzen

„Eine Malariaplage im Regenwald Borneos bedrohte das Überleben eines dort ansässigen Stammes. Um der Plage Herr zu werden, ließ die Weltgesundheitsorganisation tonnenweise DDT versprühen. Doch das DDT vernichtete nicht nur die Malaria-Mücken, sondern zugleich eine Wespenart, die sich von gefräßigen, insbesondere Dachstroh verzehrenden Raupen ernährte. Mit dem Tod der Wespen vermehrten sich deren Beutetiere so stark, dass dem zuvor malariageplagten Stamm nun die Dächer der Häuser buchstäblich über dem Kopf weggefressen wurden. Außerdem reicherte sich das

DDT über die Nahrungskette in den Katzen an und vergiftete sie. Durch das Katzensterben kam es zu einer fürchterlichen Rattenplage. Um die Ratten zu bekämpfen, entschloss sich die Weltgesundheitsorganisation lebende Katzen per Fallschirm über dem Regenwald Borneos abzusetzen ...“

Die Anekdote macht klar, wie wenig sich die Wirkungen vorhersagen lassen, wenn in hochgradig komplexe Systeme mit linearkausalem Denken eingegriffen wird.“

Ulrich Steger (Hrsg.): Globalisierung der Wirtschaft. Berlin: Springer 1996, S. 56f.



Bahnstrecke im Kallbachtal nach der Rekultivierung

Unsere Welt – ein vernetztes System

Es geht heutzutage „um ein Denken in offenen komplexen Systemen, um ein neues Verständnis der Wirklichkeit ... Neben dem neuen Denken (ist) auch eine neue Art des Planens notwendig geworden, eine neue Art der Entscheidungsfindung, wenn wir aus dem Hickhack der Kurzschlusshandlungen und Gewaltoperationen herauskommen wollen, die derzeit unser Handeln – auch das politische Handeln – beherrschen und sich allmählich in einem immer teureren Reparaturverhalten erschöpfen ...

Das einzige System, das noch treu und brav seine Arbeit tut – ohne dabei die Welt zu zerstören –, ist die → **Biosphäre**, sind Blätter und Bäume, Vögel, Würmer und Gräser. Und ausgerechnet diese unerschütterlichen Helfer greifen wir laufend an, entziehen ihnen die Lebensgrundlage, vergiften und zerstören sie. Nicht zuletzt, weil wir keine Ahnung haben, wie dieses System funktioniert, weil wir es nicht für nötig befunden haben uns seine Organisation einmal näher anzuschauen. Zu dieser völlig ungewohnten Aufgabe, den Ausgleich unserer Eingriffe nicht länger auf die natürlichen → **Ressourcen** abzuwälzen, son-

dern ihn durch eine andere Wirtschaftsweise zu ermöglichen, kommt nun für viele noch ein tiefes Erschrecken hinzu, dass sich nämlich alles plötzlich ganz anders entwickelt, als wir es voraussahen. Vieles, was früher unzusammenhängend nebeneinander lag, ist durch die zunehmende Dichte und Wechselwirkung mit der Umwelt zu einem System geworden, zu einem neuen Ganzen ...

So besteht also die Wirklichkeit gewiss nicht aus unabhängigen Einzeldingen, deren Ursache und Wirkung für sich abläuft, sondern sie besteht aus Systemen. Und all diese Systeme sind Teil des Gesamtsystems unserer lebendigen Biosphäre, in die wir eine wachsende Zahl künstlicher Systeme hineingesetzt haben. So weit, so gut. Die Problematik liegt jedoch darin, dass wir das in der Annahme taten, dass sich das Zusammenspiel wohl schon von alleine regeln würde. Wir haben uns nicht klargemacht, dass künstliche Systeme ... sich in ihrem inneren Aufbau und in ihrer Kommunikation mit der Umwelt von den in ständigem Feedback mit dieser Umwelt sich regenerierenden biologischen Systemen grundsätzlich unterscheiden.“

Frederic Vester: Unsere Welt – ein vernetztes System. München: Deutscher Taschenbuch-Verlag 1983, S. 8 ff.

Vernetzte Systeme – vernetztes Denken

Geoökologie

„Das Studium des Landschaftshaushaltes und der Wechselbeziehungen der in ihm wirkenden Kräfte; die Analyse von Eingriffen in den Landschaftshaushalt; die Erarbeitung von Möglichkeiten optimaler Nutzung der Landschaft, ihrer Erhaltung und, wenn nötig, ihrer → **Rekultivierung.**“

(Norbert Wein)

Dynamische Systeme – komplexe Systeme – Vernetzung

Die Geographie als eine raumorientierte Wissenschaft untersucht den Haushalt von Geoökosystemen (Landschaftshaushalt) in seiner räumlichen Ausprägung.

Dabei sind die zu betrachtenden natürlichen Systeme nie statisch, sondern immer dynamisch. Sie bilden Wirkungsgefüge, die von mehreren Merkmalen gekennzeichnet sind:

- Die einzelnen Komponenten stehen in Wechselbeziehung zueinander,
- es findet innerhalb der Systeme ein Informationsfluss statt; es gibt aber auch eine nach außen gerichtete Kommunikation mit anderen Systemen,
- die Systeme sind offen, d.h. sie sind gegenüber anderen Systemen nicht abgeschlossen,
- sie sind fließend und verändern sich; das Programm zu ihrer Veränderung tragen sie in sich,

- zwischen den verschiedenen Bestandteilen eines Systems wird ein Gleichgewicht angestrebt, das allerdings de facto aufgrund der Dynamik der Prozessabläufe nie eintritt,
- die Systeme tragen die Fähigkeit in sich, sich selbst zu regulieren.

Als das größte und komplexeste aller Geoökosysteme kann man die gesamte → **Biosphäre** ansehen. Sie ist quasi ein globales → **Ökosystem**, bestehend aus allen lokalen Ökosystemen der Erde. Ein solches „Supersystem“ wäre allerdings, selbst in vereinfachten Modelldarstellungen, in seiner Komplexität nicht annähernd erfassbar – weder seine einzelnen Faktoren noch ihre Wechselwirkungen. So ist es sinnvoll, lokale oder regionale Ökosysteme zu betrachten, ohne dass man dabei ihre Vernetzung mit anderen benachbarten Systemen außer Acht lässt.

Sieht man die Erde als „Raumschiff“ an, das durch das Weltall fliegt und bis auf die Sonneneinstrahlung mit dem Auskommen muss, was auf ihr ist, wird die Notwendigkeit eines dauerhaften ökologischen Fließgleichgewichts deutlich. Wie aber wirken hier der Mensch und sein in jeder Hinsicht auf Wachstum ausgerichtetes Handeln?

Störfaktor Mensch?

Über lange Zeiträume hinweg besaßen die Menschen eine eher passive Rolle innerhalb der jeweiligen → **Geoökosysteme**; die Natur war „Planer“ und der Mensch ordnete sich in die gewachsenen Strukturen ein. Um dies zu erkennen, muss man nicht in die Zeit der Jäger und Sammler zurückgehen.

Die Indianer Nordamerikas betrachteten sich als „Söhne“ der „Mutter Erde“ und entnahmen den natürlichen Potenzialen nur so viel, wie sie zum Leben benötigten. So befand sich die Natur auf diesem Teilkontinent noch bis zum 18. Jh. in einem relativ stabilen Fließgleichgewicht, ein Zustand, der sich erst mit dem Eindringen des „Weißen Mannes“ nachhaltig änderte. Ähnlich wie die Ureinwohner des Nordens waren auch die Indianer Amazoniens eingebunden in das örtliche Ökosystem, also den tropischen Regenwald Südamerikas. Auch hier blieb es den Kolonialherren und ihren Nachfahren vorbehalten, das vorhandene Landschaftssystem tiefgreifend zu beeinflussen und in Teilen zu zerstören.

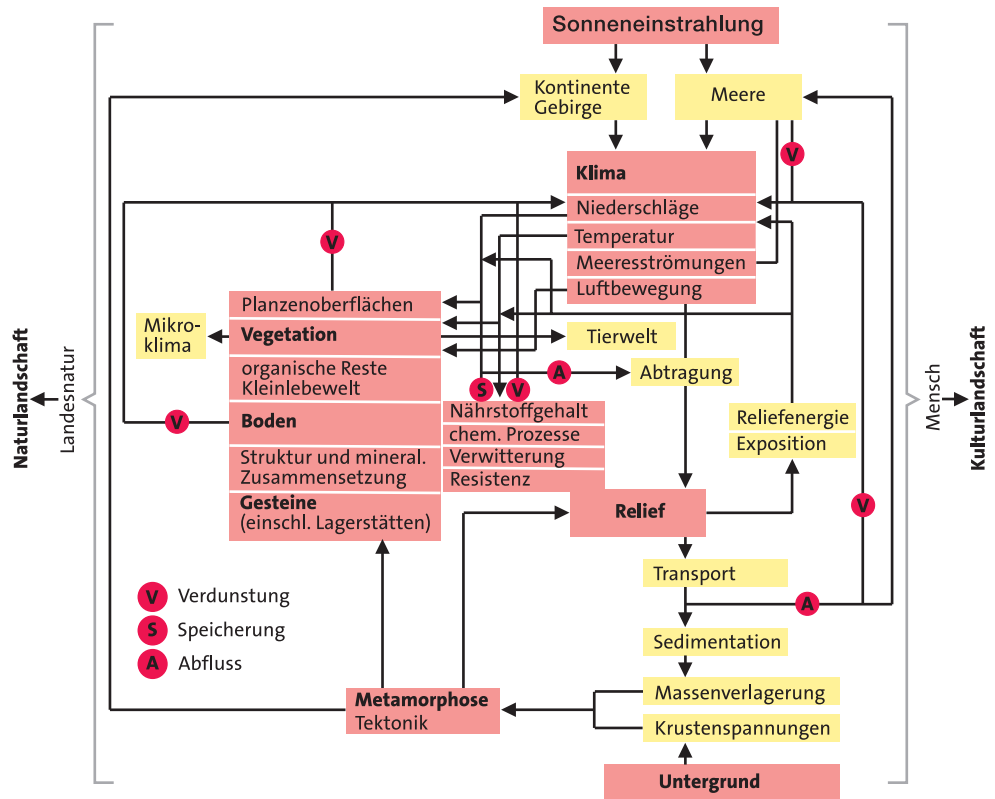
Und heute? Wie verhält sich der heutige Mensch zur Umwelt? Ist seine Aufgabe die eines Reglers? Steuert der Mensch Abläufe und Prozesse in der Natur? Oder ist er zum ausschließlichen Störer, ja Zerstörer geworden? Und: Welche Umwelt will der Mensch? Kann man überhaupt von dem Menschen sprechen oder unterscheiden sich die Antworten auf diese Fragen nicht schon danach, ob er ein Bewohner der entwickelten Nordhemisphäre oder einer des unterentwickelten Südens ist?

Wenn der jeweilige Standpunkt oder auch Standort, den Menschen gegenüber ökologischen Fragen einnehmen, wesentlich die Antworten auf die gestellten Fragen beeinflusst, so wird deutlich, dass es hier zwingend zu Ziel- und Entscheidungskonflikten kommen muss. Entwicklungsstand, Lebensstandard, politische Ausrichtung, Umweltbewusstsein, Gruppenzugehörigkeit, persönliches Interesse oder Desinteresse, Handlungsbereitschaft – sie sind nur ein kleiner Teil der Parameter, die die Antworten einzelner ebenso wie z. B. ganzer Regierungen steuern und die dabei immer wieder zu Differenzen in den Bewertungen, Zielen und Entscheidungen führen.



Landschaft

„Landschaft ist in der Geographie ein Teil der Erdoberfläche, der nach seinem äußeren Erscheinungsbild und durch das Zusammenwirken der beteiligten Komponenten (Relief, Boden, Klima, Wasserhaushalt ...) sowie durch Lage und Lagebeziehungen eine charakteristische Raumeinheit darstellt. Die Landschaft ist nicht die Summe der Geofaktoren, sondern ihre Integration zu einem geographischen Komplex oder Geosystem.“
(Ernst Neef)



Geofaktoren, Prozesse und Kräfte in der Naturlandschaft und ihr funktionaler Zusammenhang

Nach Hartmut Leser: Landschaftsökologie. Stuttgart: Ulmer 1978, S.245

Die Frage, wie der Mensch zur Natur steht, wie er sich aus welchen Gründen ihren vernetzten Systemen gegenüber verhält, wird in einer Welt wie der heutigen immer schwieriger beantwortbar – die Antworten werden allerdings in gleichem Maße immer dringender. Noch in den 1960er Jahren betrachtete man die Landesnatur im Wesentlichen als das natürliche Potenzial für den Wirtschafts- und Gestaltungsprozess des Menschen. Und man sprach demgemäß von der „Inwertsetzung“ von Räumen durch den Menschen. Ohne Zweifel hat eine solche Formulierung vier Jahrzehnte später einen schalen Beigeschmack, klingt sie doch zu ausschließlich nach einer ökonomischen Betrachtungsweise des Natur- bzw. Landschaftsraums durch den Menschen, nach einer Bewertung der Naturpo-

tenziale und -ressourcen nach dem wirtschaftlichen Nutzen. Deutlicher als damals sind uns ökologische Grenzen des Wachstums bewusst geworden, ist die Einsicht gewachsen, dass Zukunftsfähigkeit nur dadurch erreicht werden kann, dass die natürlichen Lebensgrundlagen erhalten und Ressourcen geschont werden. Und in diesem Zusammenhang wird es immer wichtiger, dass der Mensch bei der Betrachtung, Planung und Nutzung seiner Umwelt eindimensionales Denken aufgibt und die Wechselwirkungen in den Systemen der Natur ebenso erkennt wie die Vernetzungen der Systeme untereinander. Nur das Erkennen der Vielfalt verhindert einseitige Konzepte und Scheinlösungen, die zu unbeabsichtigten und ungewünschten Wirkungen führen.

Ökologisches Denken

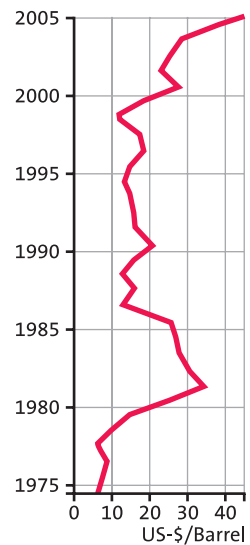
Der Begriff Ökologie wurde von dem Biologen Ernst Haeckel (1834–1919) geprägt, der die Ökologie definierte als die „Wissenschaft von den Beziehungen des Organismus zur umgebenden Außenwelt, wohin wir im weitesten Sinne alle Existenzbedingungen rechnen können“ (1866). Aus Haeckels Definition lässt sich ableiten, dass es ihm bereits darum ging, das den Naturgesetzen unterliegende Wirkungsgefüge zwischen biotischer und abiotischer Umwelt zu erforschen. Die Ökologie als Wissenschaft – als Fachdisziplin der Biologie verwandt – gibt es also bereits seit weit über einhundert Jahren.

Deutlich anders verhält es sich dagegen mit dem ökologischen Bewusstsein, das über die Wissenschaftler hinaus in einer breiten Bevölkerung verankert ist und das ein Denken hervorgerufen hat, das z. B. auch Eingang in die Lehrpläne verschiedener Schulfächer gefunden hat, neben der Biologie vor allem in die Geographie.

Ein wichtiger Schritt zu diesem öffentlichen Bewusstsein war im Jahr 1972 die Studie des Club of Rome: „Grenzen des Wachstums“. Kurz darauf folgte als einschneidendes Ereignis die Ölkrise 1974. Diese Krise in der Folge des vierten israelisch-arabischen Krieges („Jom-Kipur-Krieg“ im Oktober 1973) veränderte weniger die politischen als vielmehr die weltwirtschaftlichen Bedingungen (Stichwörter: Ölpreisexplosion, weltweite Rezession, Massenarbeitslosigkeit), schuf aber auch das Fundament für ein ökologisches Denken. Erst durch die damaligen Vorgänge entwickelte sich in den Industrieländern das Bewusstsein, dass → **Rohstoffe** und → **Ressourcen** nicht endlos zu geringen Preisen verfügbar sind; und ausgehend von diesem Ansatz entstanden weitere Sensibilisierungen hinsichtlich unseres Verhältnisses zu Natur und Umwelt. So rückte an die Stelle der Problematik der Ressourcenknappheit auch bald die der begrenzten Belastbarkeit unserer → **Ökosysteme**. In die Zeit der zweiten Hälfte der 1970er und ersten Hälfte der 1980er Jahre fällt schließlich auch die Entstehung ökologischer Initiativen, Umweltgruppen und Parteien.

Insgesamt ist es also kaum drei Jahrzehnte her, dass sich ökologisches Bewusstsein in größerem Umfang entwickelte und in unseren Köpfen

verankerte. Ein ausschließlich auf wirtschaftliches Wachstum ausgerichtetes Denken wurde abgelöst durch die Einsicht, dass eine Erhaltung unserer Lebensgrundlagen (und die der kommenden Generationen) den schonenden Umgang mit unserer Umwelt voraussetzt und somit nur durch eine → **nachhaltige Entwicklung** gesichert werden kann. Es gibt allerdings noch immer erhebliche Widersprüche zwischen diesem Wissen und einem entsprechenden Handeln. Und auch globale Gipfeltreffen wie „Umwelt und Entwicklung“ 1992 in Rio de Janeiro konnten diesem Wissen nur bedingt weltweite Gültigkeit verschaffen. Auch dort, wo ökologisches Bewusstsein vorhanden ist, wird es immer wieder im Widerstreit der Interessen und im Konflikt um Ziele und gangbare Wege zerrieben.



Entwicklung der Rohölpreise seit der Ölkrise 1974

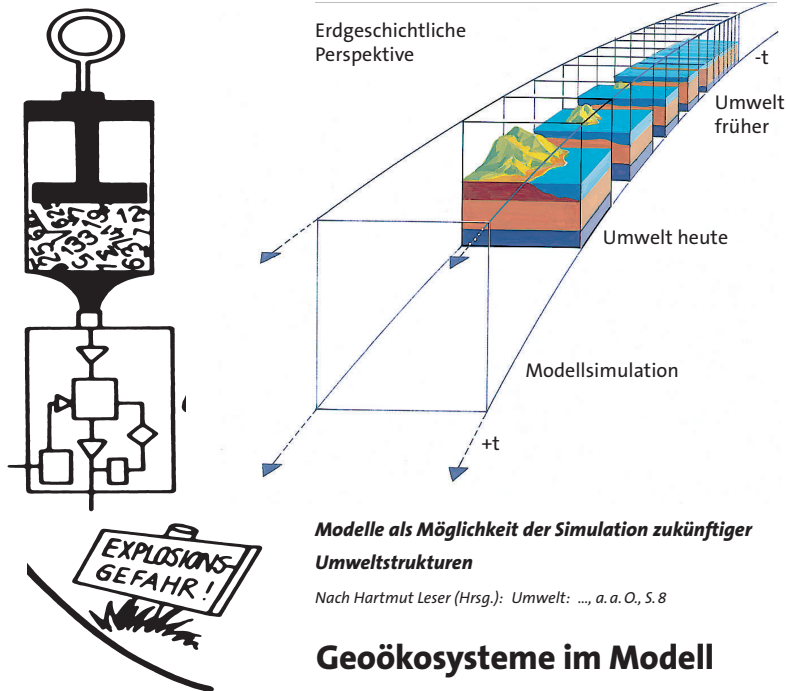
Nach: www.tecson.de/oe/hist.gif, Okt. 2005

„Raumschiff Erde“ – konkretisieren Sie Ihre Vorstellung davon in Text- oder Bildform.

„Störfaktor Mensch?“ – erstellen Sie ein Schaubild, das in vereinfachter Form grundlegende Zusammenhänge einer Naturlandschaft aufzeigt. Arbeiten Sie hierin den Faktor Mensch – früher und heute – ein.

Die so genannte „Ölkrise“ des Jahres 1974 ist eines der einschneidendsten Ereignisse der jüngeren Geschichte mit starken Folgen für die Weltwirtschaft, aber auch für das ökologische Bewusstsein. Stellen Sie aus Nachschlagewerken oder mithilfe des Internets die wichtigsten Fakten zu den damaligen Vorgängen zusammen.

Stellen Sie durch eine Befragung fest (z. B. „Wie sind Sie heute in die Schule gekommen?“), inwieweit ökologisches Denken und Handeln bei Mitschülerinnen und Mitschülern Ihres Kurses, Ihren Lehrern oder bei anderen Personen Ihres Umfeldes eine (konkrete) Rolle spielen.



Modelle als Möglichkeit der Simulation zukünftiger

Umweltstrukturen

Nach Hartmut Leser (Hrsg.): Umwelt: ..., a. a. O., S. 8

Geoökosysteme im Modell

→ **Geoökosysteme** sind ausgesprochen komplexe Landschaftsausschnitte, in denen in einem dreidimensionalen Wirkungsgefüge biotische, abiotische und anthropogene Faktoren verbunden sind. Hier können Modelle die vielfältigen Strukturen und Prozesse beschreiben und verständlich machen. Sie sind nicht nur abstrakter, trockener Gegenstand wissenschaftlicher Arbeit, sondern ermöglichen dem Menschen entscheidende Einblicke in für ihn (lebens-)wichtige Zusammenhänge seiner Umwelt.

Warum Modelle?

Geht man davon aus, dass Modelle abstrakte Abbildungen der Realität sind, so wird ihr Sinn augenfällig: Er liegt zuerst einmal im Erfassen und Verstehen des Regelhaften in den realen Objekten und Prozessen, die „modelliert“ werden. Indem die oft komplexen Sachverhalte der Wirklichkeit vereinfacht dargestellt werden,

lassen sich Einzelaspekte dieser Wirklichkeit ebenso besser erfassen wie die Zusammenhänge zwischen den Einzelaspekten. Ist aber ein Verständnis erreicht, dann geht die Funktion der Modelle darüber hinaus: Sie erleichtern dann auch die Prognose zukünftiger Verhaltensweisen und Entwicklungen in dem modellhaft dargestellten Teilraum der Realität und geben zugleich Aufschluss über die Möglichkeiten zur Steuerung dieser Entwicklungen.

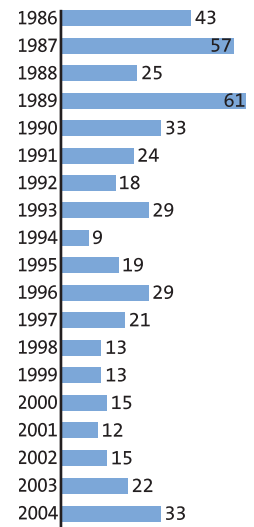
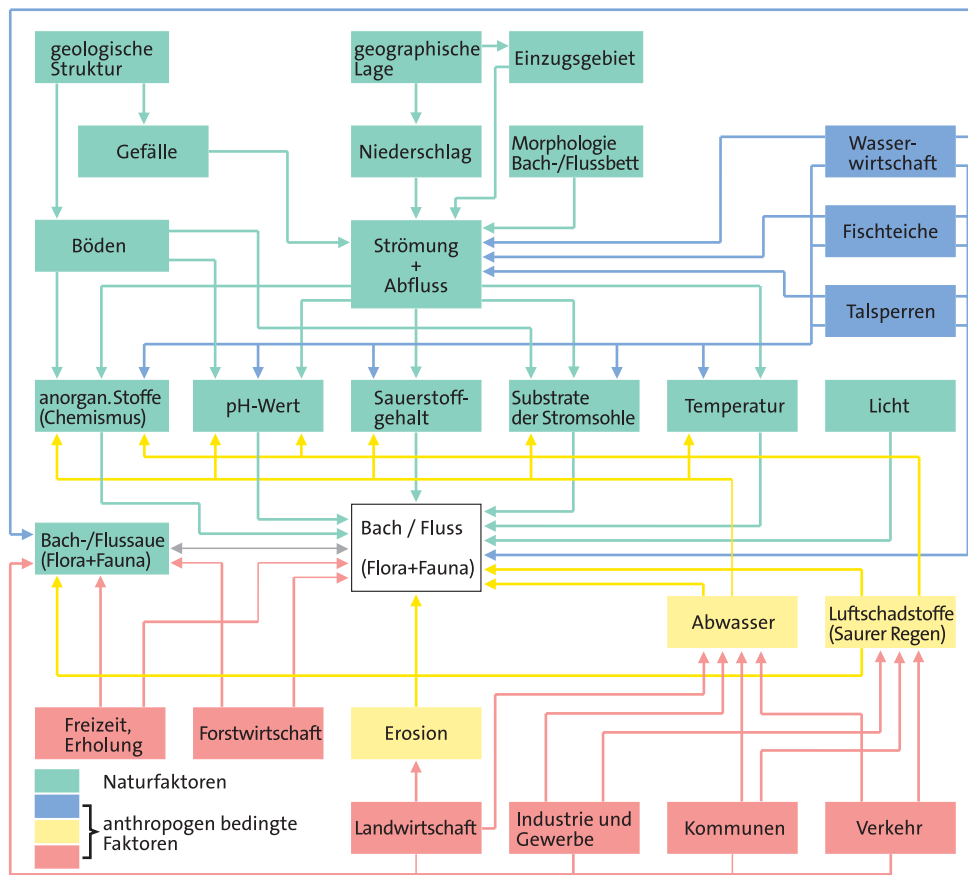
Insofern erfüllen Modelle – die im Übrigen in allen Wissenschaften gebräuchlich sind, aber auch in der Schule in den verschiedensten Fächern verwendet werden – auch im Bereich der → **Geoökologie** eine wichtige Funktion.

Grenzen von Modellen

So wichtig Modelle sind, ihnen sind auch deutliche Grenzen gesetzt, die bewusst sein müssen. Die vereinfachte Darstellung von Umweltsystemen z. B. ist sehr schwierig und weicht immer mehr oder weniger von der Realität ab. Die Gründe hierfür liegen auf der Hand: Umweltsysteme sind dynamische Systeme; ihre räumliche Ausprägung ist ebenso vielfältig wie die Zahl ihrer Komponenten; darüber hinaus weisen sie Wechselbeziehungen auf und die Fähigkeit zur Selbstorganisation. Vervollständigt wird ihre Komplexität schließlich noch dadurch, dass Vernetzungen zu benachbarten Ökosystemen bestehen.

Die vereinfachende Darstellung solcher komplexer Systeme hat da Grenzen, wo wesentliche Aspekte der Realität nicht mehr berücksichtigt würden oder durch zu starke Abstrahierung falsch würden. Daher besteht die Kunst vor allem auch darin, die wichtigen Faktoren der zu modellierenden Systeme oder Prozesse von den unwichtigen zu unterscheiden und zu trennen und den Wirklichkeitsausschnitt, den das Modell erfasst, klar zu definieren.

Bei der Analyse von Modellen und bei den Schlussfolgerungen, die aus ihnen gezogen werden, muss die Problematik der Vereinfachung bedacht werden, nämlich dass die Darstellung der Realität sich dieser Realität immer nur annähern kann.



Der Mensch beeinflusst das Flussökosystem (Beispiel: unfallbedingte Gewässerunreinigungen des Rheins – Anzahl gemeldete Ereignisse)

Nach Umweltbundesamt und Internationale Kommission zum Schutz des Rheins, Koblenz

Modell des „Geoökosystems Fluss“

Nach Hartmut Leser (Hrsg.): Umwelt: ..., a. a. O., S. 59

Modellbeispiele

Es gibt eine große Fülle geöko-logischer Modelle, die sich – vereinfacht ausgedrückt – immer wieder in zweierlei Hinsicht voneinander unterscheiden: Erstens werden Modelle erstellt, die sich ausschließlich auf die Landschaften und ihre Faktoren beschränken, während andere den Menschen und seine beeinflussende Rolle mit einbeziehen. Zweitens ändert sich von Modell zu Modell die räumliche Dimension stark – großflächige Landschaften finden sich ebenso als räumliche Bezugsgrößen wie lokale Teilräume.

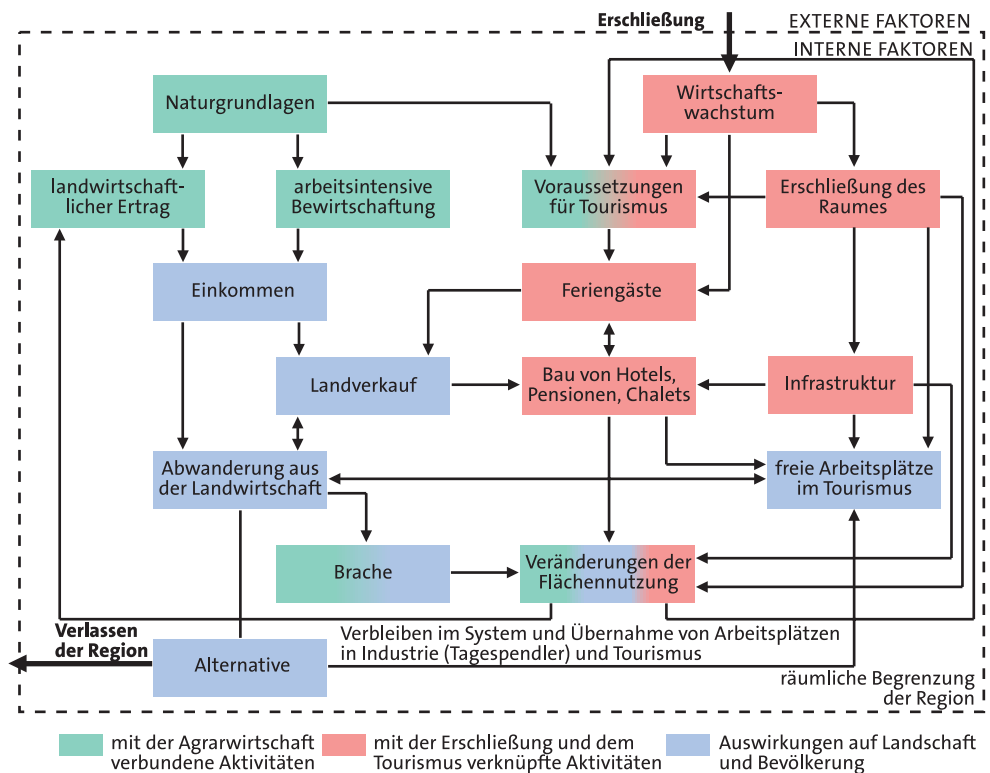
Im Folgenden werden drei Modelle vorgestellt, die trotz unterschiedlicher räumlicher Dimensionen alle den Menschen einbeziehen und jeweils die Frage ermöglichen, inwieweit er „Störfaktor“ ist.

Geoökosystem Fluss

Wie wenige andere Lebensräume haben Flüsse seit langem vielfältige Nutzungen durch den Menschen erfahren: als Leitlinien der Besiedlung, Wirtschafts- und Verkehrsachsen, Erholungsräume, Ver- und Entsorgungsräume. Am Rhein z. B. haben sich von Basel über Karlsruhe, Mannheim/Ludwigshafen, den Rhein-Main-Raum, die Rheinschiene zwischen Köln und Duisburg und das Ruhrgebiet bis nach Rotterdam Bevölkerung und Wirtschaft in höchstem Maße verdichtet.

Fächerübergreifend:

Stellen Sie – auch aufgrund Ihrer Unterrichtserfahrung in anderen Fächern – in tabellarischer Form Vorzüge/Möglichkeiten und Probleme/Grenzen von Modellen gegenüber.



System „Berggemeinde in den Alpen“: Lötschental/Schweiz nach der Erschließung durch den Tourismus

Nach Hartmut Leser (Hrsg.): Umwelt: ..., a. a. O., S. 264

Lötschental heute:

- Sommer- und Winterurlaubsregion
- 1 500 Einwohner
- 2 340 Gästebetten
- 180 km Wanderwege
- 50 km Mountainbike-Routen
- Beachvolleyball
- Skipisten zwischen 1 986 m und 3 111 m NN
- 33 km markierte alpine Pisten
- 38 km Langlaufloipen
- Snowboarden
- 7 Seilbahnen und Lifte

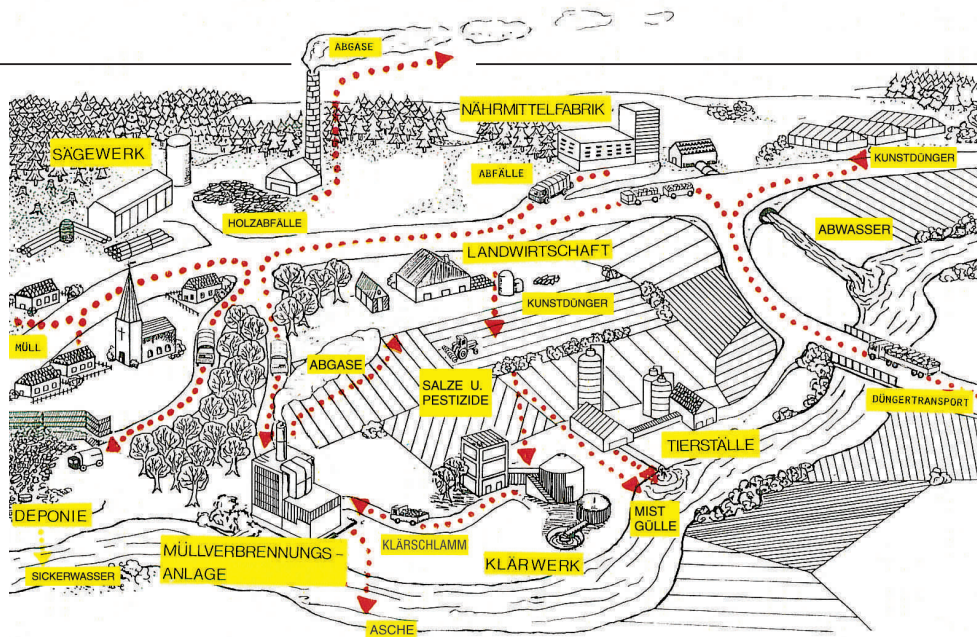
Berggemeinde in den Alpen

Das reale Fallbeispiel betrachtet modellhaft das Lötschental in der Schweiz, ein Nebental des Wallis. Bis ungefähr 1950 weitgehend isoliert, entwickelte sich dort über Jahrhunderte eine landwirtschaftliche Selbstversorgungswirtschaft mit minimalen Außenkontakten. Das erwirtschaftete Natureinkommen musste für eine Familie reichen; tat es das nicht, blieb nur die Abwanderung aus dem Tal, da es keine alternativen Arbeitsplätze außerhalb der Landwirtschaft gab. Im überwiegenden Fall wurden die abwandernden jungen Männer Söldner in fremden Heeren. Die entscheidende Veränderung ergab sich durch die Anbindung des Tales an das Schweizer Straßennetz.

1920 wurde eine Straße bis zum Talanfang gebaut; ihre Verlängerung ins Tal hinein erfolgte 1956. Im Laufe weniger Jahrzehnte öffnete sich das bis dahin weitgehend isolierte und autarke Tal. Anfangs geschah dies durch den Holzexport; seit ca. 1950 wurde es durch den Fremdenverkehr erschlossen und ist bis heute zuerst durch den Sommertourismus und – ungefähr 1960 beginnend – dann auch durch den Wintertourismus stark überformt worden.

Das Modell ermöglicht nicht nur einen Vergleich und ein Einschätzen der Veränderungen und Entwicklungen (auch der landschaftlichen und ökologischen), es lässt auch Prognosen zu und das Nachdenken über eventuelle Notwendigkeiten und Möglichkeiten zur Steuerung.

Eine Besonderheit dieses Modells liegt in der lange Zeit wirklich integrierten Rolle des Menschen in das vorhandene Landschaftssystem.

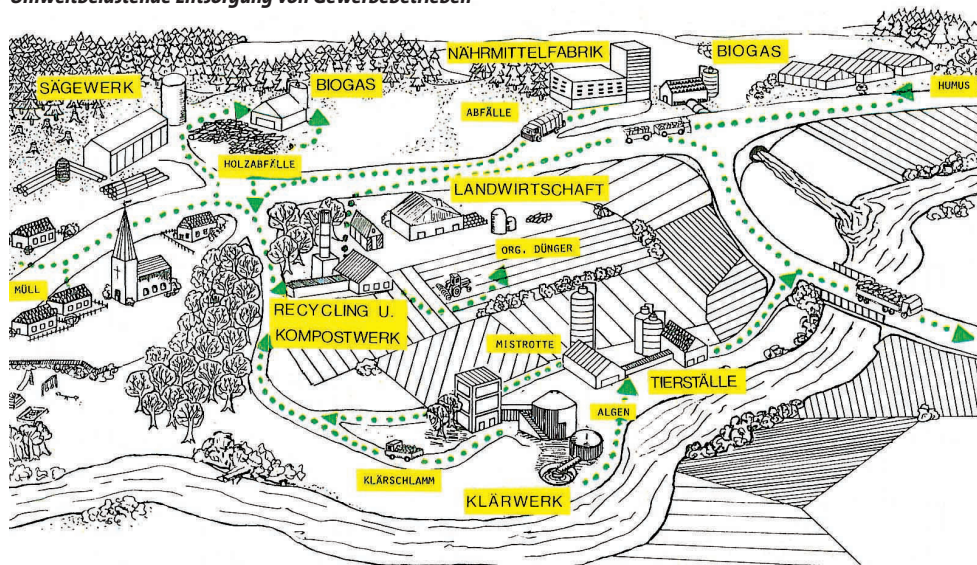


Weiterführende Umwelt-Internetadressen

(Nov. 2005):

- www.bmu.de
- www.eea.eu.int/
- www.epa.gov/www.on-worldweb.de/forum
- www.ends.co.uk/
- www.umwelt.de
- www.umweltbundesamt.de
- www.oekotest.de
- www.envirolink.org/
- www.unep.ch/
- www.wwf.org

1 Umweltbelastende Entsorgung von Gewerbebetrieben



Umweltschonende Entsorgung von Gewerbebetrieben

Grafiken 11 und 12 aus Frederic Vester, a. a. O., S. 125f.

Umweltfreundliche Zukunft vor Ort

Entsprechend seiner Forderung nach einem vernetzten Denken, hat der Biochemiker Frederic Vester in einem kleinräumlichen Fallbeispiel simuliert, wie eine vernetzte Entsorgung aussehen könnte. Hier wird die Möglichkeit sichtbar, in Modellen durch Simulation Zukunftsperspektiven für die Umwelt zu gewinnen.

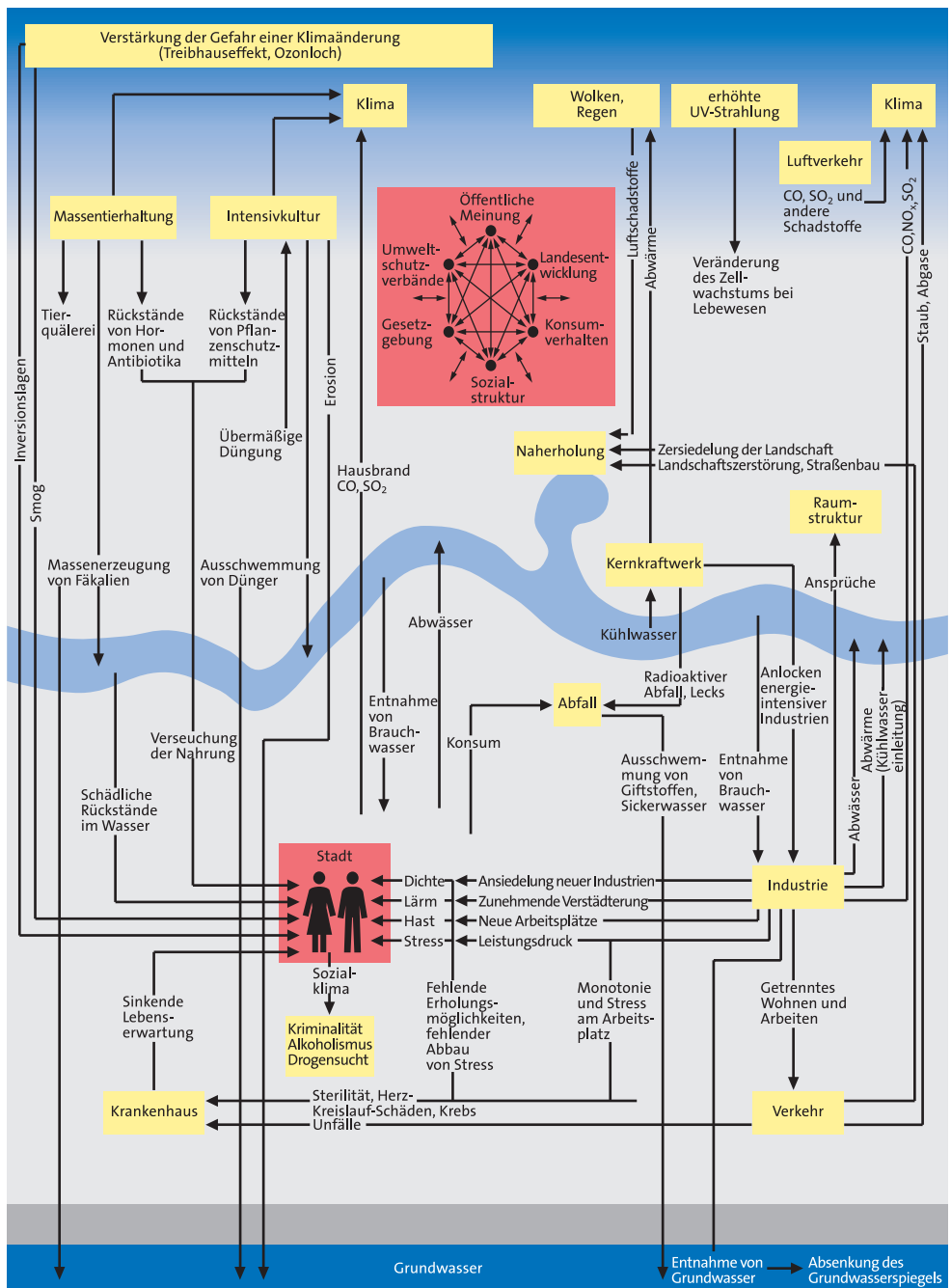
Ökologische Kernprobleme unserer Zeit

Beispiel „Nachhaltige Landwirtschaft“

Ziele:

- langfristige Sicherung der Nahrungsmittelversorgung
- Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit als Lebens- und Wirtschaftsgrundlage für künftige Generationen
- effiziente Nutzung der erneuerbaren Ressourcen bei Nichtüberschreitung von deren Regenerationsfähigkeit
- Schonung der nicht erneuerbaren Ressourcen
- Erhaltung und nachhaltige Nutzung der biologischen Vielfalt
- Tier- und Artenschutz
- stärkere Berücksichtigung von Verbraucherinteressen
- Gerechtigkeit bei internationalen Handelsbeziehungen

(Nach Umweltbundesamt)



Beziehungen zwischen Mensch und Umwelt – „Störfaktor Mensch“

Nach Wolfgang Engelhardt: Umweltschutz. München: Bayerischer Schulbuchverlag 1993, S. 6

Welche zentralen Umweltprobleme gefährden gegenwärtig die ökologische Zukunftsfähigkeit der Erde?

- Der vom Menschen verursachte Anteil des Treibhauseffekts; er kommt durch → **Emissionen** – z. B. beim Einsatz fossiler → **Energieträger** – zustande. Der Anteil des CO₂ hieran wird weltweit auf etwa 50% geschätzt.
- Der Abbau der Ozonschicht; für ihn ist zu etwa 80% die → **Emission** von Fluor-Chlor-Kohlenwasserstoffen (FCKW) verantwortlich.
- Die → **Bodendegradation**; sie wird z. B. durch → **Erosion** hervorgerufen, die oft durch menschliche Einflüsse verstärkt wird, aber auch durch einseitige Nährstoffentnahme, Überwirtschaftung etc.
- Die Versauerung von Böden und Gewässern; sie entsteht vor allem durch die Emissionen säurebildender Substanzen.
- Der Verlust biologischer Vielfalt; für ihn sind u. a. die agrarische und die forstwirtschaftliche Nutzung verantwortlich.
- Die Verknappung nicht erneuerbarer → **Ressourcen**; sie entsteht durch die Gewinnung und Nutzung von Rohstoffen, z. B. zur Energieerzeugung.
- Die Übernutzung erneuerbarer Ressourcen (unter anderem durch Entwaldung und Überfischung); trotz der großen Bedeutung der erneuerbaren Ressourcen für die Strategie eines zukunftsfähigen Wirtschaftens dürfen

die Ressourcen nicht in größerem Umfang genutzt werden als sie nachwachsen.

- Die Beanspruchung der Wasserreserven; sie erfolgt z. B. durch Grundwasserentnahme für Trink- oder Brauchwasser.
- Die Verschmutzung des Grundwassers; hier spielen vor allem die Stoffeinträge in der Landwirtschaft (Nitrat, Pestizide) eine Rolle.
- Der Sommersmog; er wird ausgelöst durch eine erhöhte Ozonkonzentration in der → **Troposphäre**.
- Das Waldsterben; als Ursache vermutet man ein komplexes Zusammenwirken erhöhter Ozon-Konzentration und Säure-/Stickstoffeinträge in Waldböden.
- Das Abfallproblem (und der allgemeine Umfang der Emissionen); jede Materialentnahme endet früher oder später als Abfall oder Emission in der Umwelt.
- Die Umweltqualität in den Städten; sie wird vor allem beeinträchtigt durch stoffliche Emissionen, durch Verkehrslärm und durch den Anteil bebauter oder durch den Verkehr genutzter Flächen.
- Die toxische Kontamination; sie besteht aus einer Vielzahl an Stoffen (unter anderem Schwermetalle, chlorierte Kohlenwasserstoffe, wie zum Beispiel Dioxine, PCB etc.) aus verschiedensten Quellen.

Nach BUND, Misereor (Hrsg.): *Zukunftsfähiges Deutschland. Studie des Wuppertal Instituts für Klima, Umwelt, Energie*. 4. Aufl. Basel u. a.: Birkhäuser 1997, S. 70 ff.

CO₂ (Kohlendioxid/Kohlenstoffdioxid):

entsteht vor allem bei der Verbrennung fossiler Stoffe. 2002 lagen die CO₂-Emissionen in Deutschland bei über 700 Mio. t. Hauptverursacher sind neben dem Verkehr (130 Mio. t in 2002) Kraftwerke, Industrie und Haushalte. Im Gegensatz zu CO kann man CO₂ nicht filtern. Ziel muss also die Minderung der Emissionen sein. Auf der UN-Klimakonferenz 1987 in Rio de Janeiro hat sich die Bundesrepublik Deutschland verpflichtet, bis 2005 die CO₂-Emissionen um 25% zu verringern. Tatsächlich stiegen sie bis 2001 aber um 14% an und lagen damit 2001 um 42% höher als das Minderungsziel. Erst in den letzten Jahren kam es zu einem Rückgang.