



---

Programm Transfer-21

Lernangebot Nr. 7  
Leistungen und Funktionen der Biosphäre  
Ein Systemvergleich mit der menschlichen  
Zivilisation

Erstellt von der „AG Qualität & Kompetenzen“ des  
Programms Transfer-21

## Impressum

Dieses Material ist eine Veröffentlichung des Programms Transfer-21 und wurde von der Arbeitsgruppe „Qualität & Kompetenzen“ entwickelt.

### **Mitglieder der „AG Qualität & Kompetenzen“ des Programms Transfer-21:**

Dr. Dietrich Aldefeld (ehemals Mitglied des Lenkungsausschusses Mecklenburg-Vorpommern), Dr. Christiane Averbek (ehemals Geschäftsführung Koordinierungsstelle, FU-Berlin), Elisabeth Geffers-Strübel (Projektleitung Thüringen), Prof. Dr. Gerhard de Haan (Projektleitung Koordinierungsstelle, FU-Berlin), Jürgen Drieling (Projektleitung Niedersachsen), Armin von Dziegielewski (IFB Rheinland-Pfalz), Beate Fritz (Projektleitung Brandenburg), Hilla Metzner (Projektleitung Berlin), Melanie Helm (Projektleitung Saarland), Reiner Mathar (Projektleitung Hessen), Gerhard Nobis (Projektleitung Hamburg), Dr. Michael Plesse (Koordinierungsstelle, FU-Berlin), Sabine Preußner (Koordinierungsstelle, FU-Berlin), Rolf Schulz (Projektleitung Nordrhein-Westfalen), Jörg Utermöhlen (Landesschulbehörde Niedersachsen), Dorothee Werner-Tokarski (Pädagogisches Zentrum Rheinland-Pfalz)

### **Autorin**

Sabine Preußner

### **Layout**

Mareike Hoffmann

### **Herausgeber**

Programm Transfer-21  
Koordinierungsstelle  
Freie Universität Berlin  
Prof. Dr. Gerhard de Haan  
Arnimallee 9  
14195 Berlin

Telefon: (030) 838 525 15  
info@transfer-21.de  
www.transfer-21.de

Berlin 2007



Gefördert als BLK-Programm von  
Bund und Ländern im Zeitraum vom  
01.08.2004 bis 31.12.2006.

## Leistungen und Funktionen der Biosphäre

Im Vordergrund dieses Lernangebots steht die folgende Teilkompetenz der Gestaltungskompetenz: *Interdisziplinär Erkenntnisse gewinnen und handeln:*

Die Schüler erklären den Aufbau, die Funktion und Entwicklung der Biosphäre (7.3.1).

### Allgemeine Hinweise

Das vorliegende Lernangebot befasst sich mit einem spannenden Ansatz der Forscher vom Umwelt und Prognose Institut in Heidelberg: Sie vergleichen die erstaunlichen Leistungen und Funktionen der Biosphäre mit dem System der menschlichen Zivilisation und bieten dabei anregende Ideen. Die Schüler können sich durch die Bearbeitung dieser Aufgabe zum einen über die Funktionen und Leistungen der Biosphäre informieren, zum anderen setzen sie sich mit einem interessanten wissenschaftlichen Forschungsansatz auseinander und bewerten die Einzelelemente dieses Ansatzes.

Die vorliegende Aufgabe lässt sich als Test zu einer Unterrichtseinheit „Funktion, Aufbau und Entwicklung der Biosphäre“ oder als selbständiger Einstieg in diese neue Thematik einsetzen (weitere Materialien siehe unter „Literaturhinweise/Internetlinks“).

Als Voraussetzung zur Lösung dieser Aufgabe sollten die Schüler sich schon mit der Thematik „Nachhaltige Entwicklung“ auseinandergesetzt haben. Die wichtigsten Prinzipien der Nachhaltigkeit sollten ihnen vertraut sein (vgl. z.B. „Bildungsstandards für das Fach Biologie für den mittleren Bildungsabschluss, S. 35-37; weitere Materialhinweise s. unten).

Wird die Aufgabe als Test verwendet und der vorgegebene Zeitrahmen erscheint als zu kurzfristig, kann durch einfache Kürzungen (z.B. zwei Beispiele in der Tabelle weniger; beschreiben nur einer Funktion etc.) die Bearbeitungszeit vermindert werden. Für das selbständige Erarbeiten einer neuen Thematik kann mehr Zeit eingeplant werden (zweimal 90 Minuten). Für das weitere Vorgehen bietet sich hier nach einer ausführlichen Auswertung und Diskussion der Arbeitsergebnisse eine arbeitsteilige Gruppenarbeit mit unterschiedlichen „Forschungsaufträgen“ zu den verschiedenen Bereichen der Biosphäre (z.B. Luft, Boden, Wasser) an.

**Art des Lernangebots:** Test

**Methode:** Selbständiges Erarbeiten einer neuen Thematik oder Test in Einzelarbeit

**Zeitrahmen:** 90 Minuten

### Materialien:

Materialien für die Schüler (Materialien 1-3)

Arbeitsaufträge

Lösungen für die Lehrkraft

Heft oder Notizblätter

Schere, Klebstoff

**Altersstufe:** 10. Schuljahr

**Fächer:** Biologie, Geografie, Politik, Ethik

**Arbeitsaufträge:**

1. Informiere dich im Material 1 über die Leistungen und Funktionen der Biosphäre im Vergleich zu der menschlichen Zivilisation. Streiche wichtige Aussagen im Text an.
2. Die beeindruckenden Leistungen der Biosphäre zeigen, dass wir in unserer Gesellschaft einiges von ihr lernen können, ist die Ansicht der Forscher vom Umwelt und Prognose Institut in Heidelberg. Sie betrachteten die einzelnen Eigenschaften der Biosphäre und verglichen sie mit den Funktionsprinzipien unserer Wirtschaft und Zivilisation. Nicht alle Prinzipien der Natur können ihrer Meinung nach hierbei Vorbild sein, andere aber wiederum bieten wichtige Hinweise wie wir die Umweltprobleme unsere Zeit lösen können.
  - a) Siehe dir zu dieser Idee die einzelnen Aussagen an (Material 2) und ordne sie wie im vorgegebenen Beispiel in die Tabelle (Material 3) ein, indem du sie ausschneidest und einklebst.
  - b) Suche dir zwei Funktionsprinzipien der Biosphäre heraus und erkläre sie schriftlich.
  - c) Vergleiche diese zwei mit den jeweiligen Funktionsprinzipien der Zivilisation.
  - d) Beschreibe und bewerte die jeweilige Konsequenz, die sich die Forscher überlegt haben. Beziehe in deine Bewertung mit ein, wie realistisch du diese Ideen findest und ob sie umsetzbar sind. Begründe deine Aussagen!

**Erwartungshorizont:**

Arbeitsauftrag Nr.	Erwartete Schülerleistung	Gestaltungskompetenz
1	Informieren und erkennen der Leistungen und Funktionen der Biosphäre im Vergleich mit der menschlichen Zivilisation Informationen zur Thematik aus Text entnehmen, wesentliche Aussagen verstehen und benennen können	T.3.1 T.2
2	Einzelne Funktionsprinzipien der Biosphäre identifizieren, benennen und beschreiben können Identifizieren, benennen und beschreiben einzelner Funktionsprinzipien der Zivilisation (Ist-Zustand) Identifizieren, benennen und beschreiben einzelner Konsequenzen für die nachhaltige Entwicklung der Zivilisation (Soll-Zustand) Zuordnen der Aussagen zueinander und in die passenden Kategorien der Tabelle (Erkennen der Verflechtung der einzelnen Aussagen) Probleme nicht-nachhaltiger Entwicklung analysieren (Funktionsprinzipien der Zivilisation) und mögliche nachhaltige Entwicklungen (Konsequenzen) antizipieren Übergreifende Konzepte der Nachhaltigkeit darstellen und diese in ihren Konsequenzen für künftige Entwicklungen einschätzen können	T.3.1 T.2 T.3.3

### **Literaturhinweise/Internetlinks:**

Bericht der Bundesregierung zum Jahresgutachten 1999 des Wissenschaftlichen Beirates der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (WGBU, 2001).

Welt im Wandel – Erhaltung und nachhaltige Nutzung der Biosphäre.

Germanwatch (2005). Die Bedrohung der Regenwälder und der internationale Klimaschutz. Arbeitsblätter. Unter:

<http://www.germanwatch.org/klimaexpedition.htm>

INEF Report (1998). Institut für Entwicklung und Frieden der Gerhard-Mercator-Universität -GH- Duisburg zur wissenschaftlichen Begleitung der Stiftung Entwicklung und Frieden. Boden, Wasser, Biosphäre Grundlagen menschlicher Existenz und menschlichen Wirtschaftens von Petra Stephan Heft 27/1998.

[www.upi-institut.de](http://www.upi-institut.de)

### **Informationen „Nachhaltige Entwicklung/Nachhaltigkeit“ im Unterricht:**

Bildungsstandards für das Fach Biologie für den mittleren Bildungsabschluss (2001), S. 35-37 unter:

[http://www.kmk.org/schul/Bildungsstandards/Biologie\\_MSA\\_16-12-04.pdf](http://www.kmk.org/schul/Bildungsstandards/Biologie_MSA_16-12-04.pdf)

[www.transfer-21.de](http://www.transfer-21.de) (zahlreiche Materialien)

**Lösungen (siehe auch unter Erwartungshorizont):**

**2a) Tabelle**

<b>Funktionsprinzipien der Biosphäre; Eigenschaften überlebensfähiger Systeme</b>	<b>Funktionsprinzipien der Zivilisation; Eigenschaften nicht überlebensfähiger Systeme</b>	<b>Konsequenzen für Zivilisation</b>
Produktion nicht auf Kosten der Produktionsgrundlagen.	Produktion zerstört Produktionsgrundlagen.	Erhaltung der natürlichen Grundlagen. Miteinbeziehung externer Kosten der Produktion (z.B. Umweltverschmutzung) Kreislaufwirtschaft. Sanfte Chemie.
Kein Müll. Optimales Recycling, alle Abfälle werden wieder verwendet.	Nur ein kleiner Teil der Abfälle wird wieder verwendet. Probleme werden in Böden (Deponien) und Atmosphäre (Müllverbrennung) verlagert.	Abfallvermeidung. Abfallrücknahme- und Entsorgungspflicht der Hersteller. Verbot der Substanzen, die Recycling verhindern.
Keine Energieverluste. Die gesamte Energie wird optimal und elegant genutzt.	Der Energienutzungsgrad in der Bundesrepublik liegt unter 30 %.	Effizienzsteigerung der Energienutzung. Hohe Energiesteuern
Die Energiequelle ist zu 100 % regenerativ und wird ohne Abfälle genutzt.	Die Energiequellen sind zu 95 % nicht regenerativ. Bei ihrer Nutzung werden die Energieträger zu 100 % in Abfälle umgewandelt. (CO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , Atommüll etc.)	Übergang zu regenerativen Energiequellen.
Angepasste Technologie. Jede Art ist optimal an ihre Umwelt angepasst.	Technologien und Strukturen meist nicht an Umwelt angepasst.	Angepasste Technologie.
Dezentrale, gewachsene Strukturen. Kleinräumige, angepasste Gliederung.	Übergestülpte Suprastrukturen ohne Basisbezug. Zerstörung gewachsener Strukturen.	Schonender Umgang mit gewachsenen Strukturen. Problemangepasste Entscheidungsstrukturen. Global denken, lokal handeln.
Stabilität durch Vielfalt. Alle Nischen in Öko-Systemen sind besetzt. Optimal angepasste, vielfältige Arten. Keine Einheitsorganismen.	Vereinheitlichung von Kulturen und Wirtschaftsbereichen. Monopolisierung in der Wirtschaft. Tendenzen zu einheitlichen Stadt- und Agrikultursystemen.	Verhinderung der Monopolisierung. Förderung und Schutz für Vielfalt. Biologische Landwirtschaft.
Alle Systeme, Organismen und Substanzen haben aufgrund der langen Zeiträume eine optimale Umweltverträglichkeitsprüfung hinter sich.	Umweltverträglichkeitsprüfung fehlt fast völlig	Umfassende Umweltverträglichkeitsprüfung für alle neuen Substanzen, Prozesse, Projekte und Technologien.

(Tabelle nach: [www.upi-institut.de/upi15.htm](http://www.upi-institut.de/upi15.htm))

## Material 1

# Leistungen und Funktionen der Biosphäre - Ein Vergleich mit der menschlichen Zivilisation

Seit Milliarden Jahren gibt es Leben auf der Erde. Die Biosphäre bildete unsere heutige Atmosphäre und den fruchtbaren Boden, der die Erde bedeckt. Sie produzierte die Grundsubstanz von vielen Gebirgen und die fossilen Energiespeicher, die unseren heutigen Lebensstandard ermöglichen. Das Wirtschaftssystem der Biosphäre musste dabei nie Konkurs anmelden. Im Gegenteil, es wurde immer erfolgreicher und vielfältiger. Das Leben eroberte das Land und die Luft, das Innere von heißen Quellen und die Tiefsee. Was können wir von der Biosphäre lernen? In dem Projekt "Biosphäre" am Umwelt- und Prognose-Institut in Heidelberg (UPI) werden die Leistungen und Funktionsprinzipien der Biosphäre im Vergleich zur Zivilisation des Menschen untersucht. In diesem UPI-Bericht werden einige Ergebnisse dieses Projekts dargestellt.

Das Leben auf der Erde entstand vor über 3,8 Milliarden Jahren. Seit mindestens 2,8 Milliarden Jahren gibt es Blaualgen und seit rund 400 Millionen Jahren höheres Leben auf dem Land. In diesen Zeiträumen schuf die Biosphäre Millionen von Ökosystemen und mehrere hundert Millionen Tier- und Pflanzenarten.

Der Mensch begann vor rund 150 Jahren industriell zu wirtschaften. Er schaffte es dabei in wenigen Jahrzehnten, sich selbst und die Natur an den Rand des Ruins zu manövrieren.

Die Zeit, in der die industrielle Produktion des Menschen das Antlitz der Erde veränderte, ist weniger als ein Dreißigmillionstel des Alters des Lebens. Diese Zeitverhältnisse sind nicht mehr vorstellbar. Ein Vergleich dazu: Würde man vom Mittelmeer durch Italien, die Schweiz und Deutschland an die Nordsee wandern, wäre man genau tausend Kilometer oder eine Milliarde Millimeter unterwegs. Würde das Leben auf dieser Wanderung am Mittelmeer anfangen, dann begänne die industrielle Produktion des Menschen erst etwa 5 Zentimeter vor der Nordsee. Das explosionsartige Wirtschaftswachstum, der quadratkilometerweisen Versiegelung von Landschaft und der Bedrohung von Meeren und Klima finge erst 2 Zentimeter vor der Nordsee an.

## Produktionsmengen und Energieumsatz

Das Leben auf der Erde hat bisher etwa  $10^{20}$  Tonnen Biomasse produziert (als Trockenmasse gerechnet). Diese Materiemenge war irgendwann einmal lebendig, war also Eiweiß, Zellulose, Holz, Knochen oder Millionen anderer Substanzen in Pflanzen und Tieren. Die Menge aller vom Menschen bisher industriell erzeugten Güter ist demgegenüber verschwindend klein: Weniger als ein Milliardstel im Vergleich zur Produktionsmenge der Biosphäre.



Auch die Energieflüsse in der Biosphäre stellen den Energieumsatz der Menschheit weit in den Schatten. Zur Herstellung der Biomasse und zur Aufrechterhaltung des Lebens fing die

Biosphäre bisher etwa  $6 \times 10^{19}$  Tonnen Steinkohleeinheiten Sonnenenergie ein. Das ist 200 Millionen Mal mehr als der gesamte bisherige Energieverbrauch der Menschheit.

## Der Hauptrohstoff

Hauptrohstoff der Biomassenproduktion ist der Kohlenstoff. Die grünen Pflanzen nehmen ihn als Kohlendioxid aus der Luft auf und verwandeln ihn mit Hilfe von Sonnenenergie in Biomasse. Wird diese von den Pflanzen selbst, von Tieren oder Abbaorganismen wieder veratmet, entsteht wieder die gleiche Menge Kohlendioxid, die in die Luft zurückfließt.

Bisher wurden durch die Biosphäre rund  $5 \times 10^{19}$  Tonnen Kohlenstoff umgesetzt. Das ist das 800 000-fache des Kohlenstoffgehalts der Biosphäre (Wasser, Boden und Atmosphäre) und das 600-fache des gesamten Kohlenstoffgehalts der Erdkruste. Dies bedeutet, dass der gesamte Kohlenstoff unseres Körpers, unserer Nahrung, des Kohlendioxids der Luft und des Karbonatgesteins in Kalksteinen im statistischen Mittel schon rund 600-mal Rohstoff, Biomasse und Abfall im Produktionsprozess des Lebens war. Und nirgends haben sich gefährlicher Giftmüll oder lebensfeindliche Deponien von Abfällen gebildet. Der gesamte Rohstoff wurde zu Abfall und der gesamte Abfall wurde wieder zu Rohstoff. Dort, wo ein Teil des Materials in Abfalldeponien z.B. in Form von Meeres-Sedimenten abgelagert wurde, sind heute fruchtbare Lehmböden.

Beim Menschen sind die Mülldeponien der letzten Jahrzehnte auf unabsehbare Zeit mit Schwermetallen, Plastik, Dioxinen und einem Sammelsurium anderer lebensfeindlicher Stoffe verseucht. Allein in der Bundesrepublik werden wir in Zukunft mit rund 100 000 Altlastenstandorten zu kämpfen haben. Klärschlämme aus Kläranlagen, die an sich biologisch sehr gut recycelt werden könnten, sind heute mit Dioxinen, PCB's, PCP, Schwermetallen u.a. so belastet, dass sie nicht auf Böden aufgebracht werden können.

## Die Luft

Zum Atmen "verbrauchte" das Leben bisher rund  $10^{20}$  Tonnen Sauerstoff. Dies bedeutet, dass der gesamte Sauerstoff der Atmosphäre einschließlich des Sauerstoffs in den Ozeanen bisher schon rund 60-mal von der Fabrik Leben benutzt, in Biomasse eingebaut und wieder ausgeatmet und erneuert wurde. Der Hauptbestandteil der Luft, der Stickstoff, wurde dabei sogar schon 200 000 Mal ein- und ausgeatmet.

In der Industrie genügt oft der einmalige Durchgang von Luft durch den Produktionsprozess, um aus reiner Atemluft lebensfeindliche und giftige Abgase zu machen. Heute setzt allein die Bundesrepublik Deutschland jedes Jahr rund 15 Millionen Tonnen giftige Abgase in Form von Stickoxiden, Schwefeldioxid, Kohlenmonoxid und Kohlenwasserstoffen in die Atmosphäre frei. Diese Menge reicht aus, 90 Millionen Kubikkilometer saubere Luft bis über die gesetzlich zulässigen Grenzwerte hinaus zu verseuchen. Dieses Volumen verseuchter Luft entspricht rechnerisch einem Luftpaket über der gesamten Fläche der Bundesrepublik bis in 320 Kilometer Höhe oder einem Luftvolumen über der gesamten Erdoberfläche vom Erdboden bis in 150 m Höhe. Und das jedes Jahr und nur aus der Bundesrepublik Deutschland. Dass die Erdatmosphäre dadurch noch nicht völlig verseucht ist, liegt nur daran, dass die meisten Schadstoffe durch den Regen wieder aus der Atmosphäre ausgewaschen werden. Sie gelangen dann in Böden und Gewässer.

Die Lufthülle der Erde ist dünner, als gemeinhin angenommen wird. Das Leben auf der Erde spielt sich in der Troposphäre ab, einer Luftschicht, die vom Erdboden bis in etwa 10 Kilometer Höhe reicht. Darüber liegt die Stratosphäre, deren Dicke je nach Jahreszeit und in Abhängigkeit von der geographischen Breite 15 bis 30 Kilometer beträgt. Mit zunehmender Höhe nimmt die Dichte der Luft schnell ab.

50 Prozent der gesamten Luft befinden sich zwischen Erdoberfläche und 5 Kilometer Höhe, 70 Prozent bis in 10 Kilometer und über 90 Prozent bis in 20 Kilometer Höhe. Die Weite des Himmels und der Atmosphäre, die von der Erdoberfläche aus fast unendlich erscheint, ist also sehr begrenzt.

Alle Abgase aus Verkehr, Industrie, Kraftwerken und Haushalten werden in eine Luftschicht abgegeben, deren Dicke noch nicht einmal der Entfernung zwischen Bonn und Köln entspricht.

Verkleinert man den Maßstab der Erde zu einem Globus mit einem Meter Durchmesser, dann wäre die Lufthülle nur noch 1 bis 1,5 Millimeter dick. Hätte die Erde die Größe eines Apfels, wäre die Atmosphäre dünner als die Apfelschale.



[www.mygeo.info/.../thumbs/thglobe\\_east\\_1024.jpg](http://www.mygeo.info/.../thumbs/thglobe_east_1024.jpg)

## Das Lösungsmittel

Das chemische Lösungsmittel der Biosphäre ist das Wasser. Eine ganz besondere Flüssigkeit, die wegen ihrer vielfältigen Eigenschaften auch breite Anwendung in der Industrie findet. Es steht in ausreichender Menge zur Verfügung, löst Salze, verdampft schon bei normalen Temperaturen und bildet bei Abkühlung Eis, das leichter als Wasser ist und deshalb auf zugefrorenen Seen schwimmt und eine Totalvereisung verhindert.

Die Biosphäre verwendete bisher rund  $10^{23}$  Tonnen Wasser als Lösungs- und Produktionsmittel in Lebewesen. Die gesamte Wassermenge auf der Erde beträgt  $1,7 \times 10^{18}$  Tonnen. (97 % davon befinden sich in Meeren und Ozeanen.) Dies bedeutet, dass das gesamte Wasser unseres Planeten bisher schon rund 50 000 Mal von Lebewesen aufgenommen, im Organismus als Pflanzensaft oder Blut umgewälzt und wieder als Wasserdampf oder Urin ausgeschieden wurde. Fünfundzwanzigtausend mal. Und natürliches Wasser ist auch heute noch genauso sauber und rein wie vor Milliarden Jahren.

Wird es dagegen nur einmal zur Papierherstellung oder in der chemischen Industrie als Lösungsmittel verwendet, ergießt es sich als giftige, stinkende Brühe in einen Abwasserkanal und verseucht unsere Flüsse, das Grundwasser und die Meere.

## Andere Rohstoffe

Auch eine Menge anderer Stoffe werden von der Biosphäre als Rohstoffe und Produktionsmittel benutzt. Verglichen mit dem jeweiligen Gehalt der Erdkruste, des Bodens, des Wassers und der Atmosphäre ergaben die Berechnungen, dass

- der Stickstoff auf der Erde schon rund 800 mal von Lebewesen in ihren Körper eingebaut und wieder ausgeschieden wurde,
- Schwefel 300 mal,

- Jod 10 000 mal,
- Selen 40 000 mal,
- Phosphor 8 000 mal,
- Kalium 2 000 mal,
- Kalzium, Chlor und Eisen 10 mal,
- Magnesium 15 mal und
- Natrium 3-mal.

Alle diese Rohstoffe wurden aus dem großen Reservoir der Meere und des Bodens entnommen und flossen nach dem Absterben der Organismen wieder in dieses zurück, ohne dass irgendwo Giftmülldeponien oder Müllverbrennungsanlagen angelegt wurden.

(Text mit kleinen Veränderungen entnommen aus: [www.upi-institut.de/upi15.htm](http://www.upi-institut.de/upi15.htm))

## Material 2 - Die Funktionsprinzipien der Biosphäre

Welche Prinzipien wichtiges Merkmal überlebensfähiger Systeme sind, wie ihr Fehlen in unserer Zivilisation die Umweltkrise verursacht und welche Prinzipien deshalb zur Lösung der Umweltprobleme übernommen werden müssen, ist in den folgenden Aussagen (Beispiele) dargestellt.

Übergang zu regenerativen Energiequellen.	Keine Energieverluste. Die gesamte Energie wird optimal und elegant genutzt.	Abfallvermeidung. Abfallrücknahme- und Entsorgungspflicht der Hersteller. Verbot der Substanzen, die Recycling verhindern.
Nur ein kleiner Teil der Abfälle wird wieder verwendet. Probleme werden in Böden (Deponien) und Atmosphäre (Müllverbrennung) verlagert.	Der Energienutzungsgrad in der Bundesrepublik liegt unter 30 %.	Effizienzsteigerung der Energienutzung. Hohe Energiesteuern
Technologien und Strukturen meist nicht an Umwelt angepasst.	Die Energiequellen sind zu 95 % nicht regenerativ. Bei ihrer Nutzung werden die Energieträger zu 100 % in Abfälle umgewandelt. (CO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , Atom Müll etc.)	Kein Müll. Optimales Recycling, alle Abfälle werden wieder verwendet.
Angepasste Technologie. Jede Art ist optimal an ihre Umwelt angepasst.	Dezentrale, gewachsene Strukturen. Kleineräumige, angepasste Gliederung.	Angepasste Technologie.
Die Energiequelle ist zu 100 % regenerativ und wird ohne Abfälle genutzt.	Übergestülpte Suprastrukturen ohne Basisbezug. Zerstörung gewachsener Strukturen.	Verhinderung der Monopolisierung. Förderung und Schutz für Vielfalt. Biologische Landwirtschaft.
Stabilität durch Vielfalt. Alle Nischen in Öko-Systemen sind besetzt. Optimal angepasste, vielfältige Arten. Keine Einheitsorganismen.	Alle Systeme, Organismen und Substanzen haben aufgrund der langen Zeiträume eine optimale Umweltverträglichkeitsprüfung hinter sich.	Schonender Umgang mit gewachsenen Strukturen. Problemangepasste Entscheidungsstrukturen. Global denken, lokal handeln
Umfassende Umweltverträglichkeitsprüfung für alle neuen Substanzen, Prozesse, Projekte und Technologien.	Vereinheitlichung von Kulturen und Wirtschaftsbereichen. Monopolisierung in der Wirtschaft. Tendenzen zu einheitlichen Stadt- und Agrikultursystemen.	Umweltverträglichkeitsprüfung fehlt fast völlig

(Texte entnommen unter: [www.upi-institut.de/upi15.htm](http://www.upi-institut.de/upi15.htm))

## Material 3 – Tabelle

Funktionsprinzipien der Biosphäre; Eigenschaften überlebensfähiger Systeme	Funktionsprinzipien der Zivilisation; Eigenschaften nicht überlebensfähiger Systeme	Konsequenzen für Zivilisation
Produktion nicht auf Kosten der Produktionsgrundlagen.	Produktion zerstört Produktionsgrundlagen.	Erhaltung der natürlichen Grundlagen. Miteinbeziehung externer Kosten der Produktion (z.B. Umweltverschmutzung) Kreislaufwirtschaft. Sanfte Chemie.

Funktionsprinzipien der Biosphäre; Eigenschaften überlebensfähiger Systeme	Funktionsprinzipien der Zivilisation; Eigenschaften nicht überlebensfähiger Systeme	Konsequenzen für Zivilisation
	.	.
	.	
	.	.

(Tabelle nach: [www.upi-institut.de/upi15.htm](http://www.upi-institut.de/upi15.htm))