

Themeneinheit  
Vernetzt denken und handeln

Modul 9

**Wie regulieren sich komplexe Systeme selbst, sodass sie stabil bleiben?**

Version 1.2.4

AutorInnen: Andreas Becker (Wirtschaftsingenieur), Nadine Götz (Gymnasiallehrerin), Stefanie Schwenk (Physikerin)

Inhaltliche bzw. didaktische Mitarbeit: Jürgen Hardt (Gymnasiallehrer)

Grafiken: Sabine Sommer

Gestaltung: Pro Natur GmbH / N-Komm Agentur für Nachhaltigkeits-Kommunikation UG

Satz: AutorInnen in Apache OpenOffice™ (Writer)

Erstveröffentlichung: 2017

## **Copyright**

Sämtliche Verwertungs- und Nutzungsrechte an diesem Material liegen bei der Stiftung Vernetzt denken. Es ist gestattet, das Material für eigene private und für schulische Zwecke, für die nicht-kommerzielle Jugend- und Erwachsenenbildung sowie die Hochschulausbildung zu nutzen. Hierbei ist es jedoch untersagt, das Material in eigene Veröffentlichungen jeglicher Art zu integrieren. Für solche, andere weitergehende sowie gewerbliche Nutzung müssen Lizenzvereinbarungen mit dem Rechteinhaber getroffen werden.

Stiftung Vernetzt denken, Weltpoststrasse 5, CH-3015 Bern

[info@stiftungvernetztdenken.ch](mailto:info@stiftungvernetztdenken.ch)

[www.wandelvernetztdenken.ch](http://www.wandelvernetztdenken.ch)

[www.stiftungvernetztdenken.ch](http://www.stiftungvernetztdenken.ch)

## Die Themeneinheit im Überblick

Klimawandel und Turbulenzen rund um den Euro – Finanzkrise und brüchige Generationenverträge: Warum ist die Gesellschaft mit unzähligen folgenreichen Problemen konfrontiert – im Großen wie im Kleinen? Und wieso wachsen die Schwierigkeiten oft weiter an? Die Hauptursache liegt in einem völlig falschen Umgang mit komplexen Themen.

Statt vorbeugend zu agieren, reagieren die Verantwortlichen oft erst auf Leidensdruck. Zudem werden vorhandene Schwierigkeiten isoliert betrachtet und behandelt, obwohl vieles untereinander vernetzt ist. Und schließlich wird die Welt trotz Wandel und Umbrüchen statisch angesehen, als würde sie sich nicht verändern. In der Folge bekämpft die Gesellschaft häufig Symptome, nicht Ursachen. So lassen sich Probleme nicht in den Griff bekommen. Will man große oder kleine Herausforderungen bewältigen, führt an vernetztem Denken und Handeln kein Weg vorbei.

Äußerst handlungsorientiert erarbeiten sich die Teilnehmenden in den Modulen ein Verständnis für Komplexität und vernetztes Denken. Sie erkennen die wichtigsten Fehler und die Erfolgsfaktoren im Umgang mit komplexen Problemen und Situationen. Vielfältige Werkzeuge und Anleitungen ermöglichen den Teilnehmenden einerseits, Komplexität in ihrem eigenen Leben in den Griff zu bekommen. Andererseits können sie anhand ihres neuen Wissens (politische) Maßnahmen sehr fundiert bewerten. Insgesamt schafft die Themeneinheit einen neuen Blick auf die Welt und fördert eigenständiges, konstruktiv-kritisches Denken sowie erfolgreiches Handeln.

|                 |                                                                                                           |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Modul 1:        | Warum vernetzt denken?                                                                                    |
| Modul 2:        | Warum werden Ursachen falsch ermittelt und falsche Schlussfolgerungen gezogen?                            |
| Modul 3:        | Prognosen – ein verlässliches Instrument, um die Zukunft zu planen?                                       |
| Modul 4:        | Warum ist es problematisch, als Gesellschaft dauerhaft auf Wachstum zu setzen?                            |
| Modul 5:        | Warum ist es so schwer, ein Geschehen zu beeinflussen?                                                    |
| Modul 6:        | Was passiert, wenn man in ein Geschehen eingreift?                                                        |
| Modul 7:        | Warum lassen sich komplexe Probleme (meist) nicht lösen?                                                  |
| Modul 8:        | Wie organisieren sich komplexe Systeme selbst und passen sich Veränderungen an?                           |
| <b>Modul 9:</b> | <b>Wie regulieren sich komplexe Systeme selbst, sodass sie stabil bleiben?</b>                            |
| Modul 10:       | Wie lassen sich die wichtigen Themen erkennen?                                                            |
| Modul 11:       | Wie setzt man Ziele wirkungsvoll?                                                                         |
| Modul 12:       | Wie lassen sich komplexe Situationen und Probleme bewältigen?                                             |
| Modul 13:       | Wie kann man sich auf die immer ungewisse Zukunft vorbereiten?                                            |
| Modul 14:       | Wie kann man Handlungsfolgen abschätzen und die Zukunft ausprobieren?                                     |
| Modul 15:       | Welche Fragen helfen, Situationen und Probleme zu verstehen?                                              |
| Modul 16:       | Wie hilft das Erstellen von Grafiken, Zusammenhänge zu verstehen?                                         |
| Modul 17a/17b:  | Systemanalysen: Wie lassen sich komplexe Systeme verstehen?<br>(17a: Wissen-Version; 17b: Können-Version) |
| Modul 18:       | Wie helfen Kreativität und Intuition, schwierige Situationen zu bewältigen?                               |

Die Reihenfolge der Module folgt einem inhaltlichen roten Faden. Von wenigen Ausnahmen abgesehen, können die Module jedoch auch ohne Vorkenntnisse einzeln eingesetzt werden (siehe jeweils *Das Modul im Überblick* auf S. 4).

## Das Modul im Überblick

Über Selbstregulation halten Systeme Funktionen auch bei störenden Veränderungen in der Umgebung aufrecht und sich selbst stabil. Das gilt für die Körpertemperatur des Menschen ebenso wie für eine Vielzahl gesellschaftlicher Systeme. Es gilt, die Kraft der Selbstregulation zu nutzen anstatt sie zu behindern, wie es in der Gesellschaft durch übermäßige Bürokratie, Subventionen, Verschuldung und das Anstreben unrealistischer Ziele geschieht.

Welche elementare Bedeutung die Selbstregulation in der Gesellschaft besitzt, erarbeiten sich die Teilnehmenden in diesem Modul ebenso wie die Funktion des Prinzips. Und schließlich erkennen sie, welche Maßnahmen und Handlungen Selbstregulation behindern oder unterbinden.

|                               |                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Zielgruppe</b>             | Schülerinnen und Schüler ab 15 Jahren insbesondere der Schularten Gymnasien, FMS, WMS, Bezirks- und Sekundarschulen (Schweiz), Gymnasium, Gesamtschule und Realschule (Deutschland) sowie Allgemeinbildende höhere Schule und Berufsbildende höhere Schule (Österreich). |
| <b>Zeitbedarf</b>             | 90 Minuten plus 45 Minuten.                                                                                                                                                                                                                                              |
| <b>Zahl der Teilnehmenden</b> | Keine besonderen Empfehlungen.                                                                                                                                                                                                                                           |

### Die Teilnehmenden erarbeiten im Modul Antworten zu den folgenden Fragen:

- Wie regulieren sich komplexe Systeme selbst, sodass sie stabil bleiben? (Leitfrage Teil 1)
- Was versteht man unter Selbstregulation?
- Wie funktioniert Selbstregulation?
- Was geschieht bei einer gestörten Selbstregulation? (Leitfrage Teil 2)
- Wodurch wird Selbstregulation gefährdet?
- Welche Folgen hat eine gestörte Selbstregulation?

### Vorausgesetztes Modul

—

### Module, an die das vorliegende inhaltlich anknüpft

| Themeneinheit               | Modul                                                                            |
|-----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| Vernetzt denken und handeln | Warum ist es so schwer, ein Geschehen zu beeinflussen?                           |
|                             | Warum lassen sich komplexe Probleme (meist) nicht lösen?                         |
|                             | Wie organisieren sich komplexe Probleme selbst und passen sich Veränderungen an? |

# Inhaltsverzeichnis

|                                                                                                     |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Informationen zum Modul.....</b>                                                                 | <b>6</b>  |
| Inhalt.....                                                                                         | 6         |
| Didaktik.....                                                                                       | 9         |
| Erwartungshorizonte.....                                                                            | 12        |
| Ziele und angestrebte Kompetenzen.....                                                              | 12        |
| Verlaufsplan Teil 1.....                                                                            | 14        |
| Verlaufsplan Teil 2.....                                                                            | 15        |
| Materialübersicht und vorbereitende Aufgaben.....                                                   | 16        |
| Weiterführende Themenvorschläge.....                                                                | 18        |
| Hinweise zum Materialien-Teil.....                                                                  | 21        |
| <b>Materialien.....</b>                                                                             | <b>22</b> |
| <b>Teil 1: Selbstregulation in komplexen Systemen.....</b>                                          | <b>22</b> |
| L1: Selbstversuch einleiten / Zu komplexen Systemen überleiten / Leitfrage visualisieren.....       | 23        |
| M1: Der menschliche Puls.....                                                                       | 24        |
| L2: Zur Erarbeitung überleiten / Paare einteilen / M2 austeilen.....                                | 25        |
| M2: Prozess der Selbstregulation – Grundlagen.....                                                  | 26        |
| L3: Ergebnissicherung einleiten / Grundlagen besprechen und ergänzen / M3 austeilen.....            | 27        |
| M3: Selbstregulation: komplexe, selbstregulierende Systeme erkennen.....                            | 29        |
| L4: Ergebnissicherung einleiten / Inhalte besprechen.....                                           | 30        |
| L5: Zur Erarbeitung überleiten / Teams einteilen / M4 austeilen.....                                | 32        |
| M4: Selbstregulation komplexer Systeme: Wirkungskreise.....                                         | 33        |
| L6: Ergebnissicherung im Plenum einleiten / Inhalte austauschen.....                                | 41        |
| L7: Reflexion einleiten / Ggf. Puffer einsetzen und Hausaufgabe aufgeben /<br>Stunde schließen..... | 43        |
| <b>Teil 2: Gestörte Selbstregulation.....</b>                                                       | <b>45</b> |
| L8*: Problemsituation einleiten / Leitfrage visualisieren / Zur Erarbeitung überleiten.....         | 46        |
| M5: Gestörte Selbstregulation .....                                                                 | 49        |
| L9: Ergebnissicherung einleiten / Gezielt nachfragen.....                                           | 51        |
| L10: Reflexion einleiten / Ggf. Puffer einsetzen / Stunde schließen.....                            | 55        |

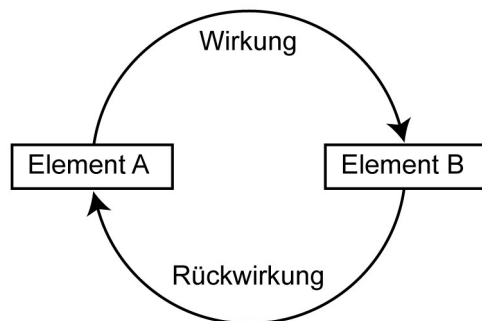
# Informationen zum Modul

## Inhalt

### Das Thema

#### *Selbstregulation komplexer Systeme: der Regelkreis*

Ob menschlicher Körper, Natur oder Gesellschaft: Selbstregulation ist ein elementarer Mechanismus komplexer Systeme. Selbstregulierend hält der Körper beispielsweise Blutdruck bzw. Herzfrequenz über einen Regelkreis mit entsprechender Rückwirkung in einem für ihn lebensnotwendigen Bereich. Auch Störungen von außen werden auf diese Weise ausgeglichen (siehe Abbildung).



Im menschlichen Organismus ist es jedoch nicht allein die Herzfrequenz, die über Selbstregulation gesteuert wird. Die Körpertemperatur sowie Hormon- und Stoffkonzentrationen sind als weitere wichtige Größen zu nennen. Auch das Körperwachstum erfolgt selbstregulierend. Ohne Selbstregulation könnte der Mensch sich nicht den Erfordernissen der körperlichen Abläufe und der Umweltbedingungen anpassen – und nicht existieren.

Auch ökologische und soziale Systeme halten auf solche Weise ihre Balance. Sie sorgen dafür, dass sie auch bei störendem Einfluss funktions- und lebensfähig bleiben. In diesen natürlichen Systemen sorgt Selbstregulation seit Millionen von Jahren für Stabilität und Aufrechterhaltung von Funktionen: so zum Beispiel bei Erdtemperatur und Klima, Nährstoffkonzentration in Ökosystemen und dem Tierbestand in einem Gebiet. Der Planet Erde mit seiner Vielzahl natürlicher Systeme folgt keiner Steuerung durch eine zentrale Instanz. Es ist die *Selbstorganisation*, die die natürlichen Abläufe auf der Erde bestimmt – und die *Selbstregulation* bildet dabei einen elementaren Mechanismus.

Auch in sozialen Systemen spielt Selbstregulation eine bedeutende Rolle. Im Kleinen zeigt sich das hinsichtlich der Länge der Kassenschlangen in Supermärkten, wenn mehrere Kassen geöffnet sind. Auch die Zahl der angehenden Lehrerinnen und Lehrer reguliert sich bis zu einem gewissen Grad selbst. Besteht ein grundsätzlicher LehrerInnenmangel, entscheidet sich eine größere Zahl an jungen Menschen, ein Lehramtsstudium zu beginnen. Haben die vielen Studienanfänger nach einigen Jahren ihre Ausbildung beendet, kann sich ein Überangebot an Lehrkräften ergeben – die Folge: vermehrte LehrerInnenarbeitslosigkeit. Daraufhin entscheiden sich

weniger Schulabsolventen für ein Lehramtsstudium – die Systeme halten ihre dynamische Balance.

Ferner halten auch wirtschaftliche Systeme ihre Balance. Eine besondere Bedeutung hat die Selbstregulation so im sozialen System der Marktwirtschaft – und zwar unabhängig von der Ausgestaltung beispielsweise als weitgehend freie oder als soziale Marktwirtschaft: Durch den Ausgleich von Angebot und Nachfrage über den Preis wird die Güterversorgung stabil gehalten. Hingegen sind alle Versuche gescheitert, die Güterversorgung zentral zu steuern (Planwirtschaft).

„Der Regelungsmechanismus über den Preis ist eine Errungenschaft der Zivilisation.“

Siegfried Wenzel (1929-2015), langjähriger Stellvertretender Vorsitzender der Planungskommission der DDR, im Jahre 2004.

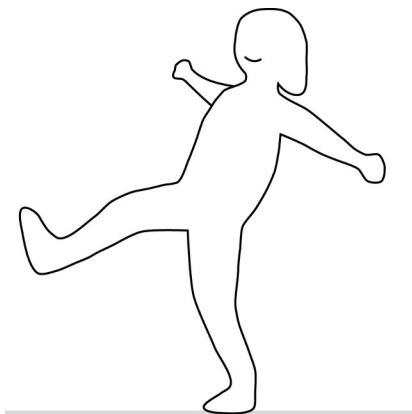
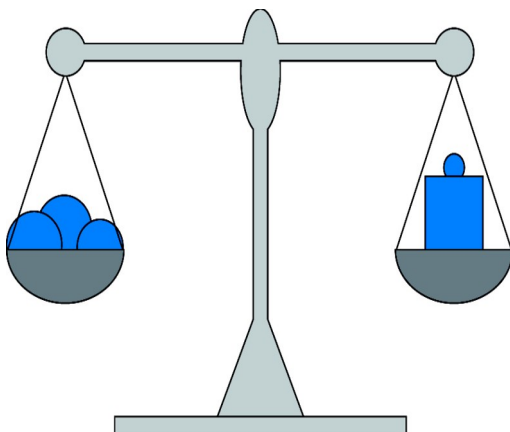
Zitat nach:

Scheytt, Stefan: *ENDE, AUSSERPLANMÄSSIG*, in *brand eins*, 08/2004, S. 113.

### Statische vs. dynamische Balance

Die Balance eines stabilisierenden Wirkungskreises ist durch stetige Bewegung oder Entwicklung gekennzeichnet. Die Beispiele Ölpreis und Herzfrequenz zeigen: Die Stabilität in komplexen und somit selbstregulierenden Systemen ist nicht statischer Art, d. h. nicht starr und unveränderlich. Das unterscheidet diese Systeme beispielsweise von einem Gebäude mit seinen einzelnen Bauteilen oder einer Balkenwaage, bei der sich nach dem Auflegen von Gewichten eine **statische Balance** einstellt.

Vielmehr handelt es sich bei der Stabilität in komplexen Systemen um eine **dynamische Balance**: Natürliche und soziale Systeme reagieren ständig auf Veränderungen. Und stets gibt es Wirkungen, die zusammen über Rückkopplung den stabilisierenden Wirkungskreis bilden. Veranschaulichen lässt sich eine dynamische Balance durch den Vorgang des Balancierens auf einem Seil. Die balancierende Person muss immer wieder agieren und reagieren, um die Balance zu halten.



### Die Bedeutung der Selbstregulation für den Menschen

Ohne den Mechanismus der Selbstregulation wäre der Mensch nicht lebensfähig, würden die natürlichen Systeme zusammenbrechen und funktioniert die Güterversorgung nicht. Und dennoch greift die Gesellschaft in zunehmendem Maße von außen in selbstregulierende Prozesse ein – durch Umweltbelastungen sowie Bürokratie, Subventionen, Verschuldung und das Anstreben unrealistischer Ziele.

Ist eine Selbstregulation erst einmal gestört, muss ein hoher Aufwand betrieben werden, um die Leistung der Selbstregulation ersetzend auszugleichen – sofern das im Einzelfall überhaupt möglich ist (Beispiel: Erdklima). Der zu leistende Aufwand erweist sich als abermals höher, wenn nicht allein die Selbstregulation gestört, sondern das gesamte System als Folge gestörter Selbstregulation zusammengebrochen ist. Es ist daher zentral, über Bedeutung und Funktion der Selbstregulation informiert zu sein.

## Definitionen

### ■ Dynamische Balance

Eine Balance wird dann als dynamisch bezeichnet, wenn sie durch Selbstregulation und damit durch Bewegung oder Entwicklung der beteiligten Elemente zustande kommt. Das Gegenteil zur dynamischen Balance ist die statische Balance, bei der sich die einzelnen Elemente in einem Ruhezustand befinden (Beispiel Balkenwaage).

### ■ Selbstregulation

Die Selbstregulation ist ein elementarer Mechanismus der *Selbstorganisation*. Durch Selbstregulation halten sich komplexe Systeme oder Teile davon in Balance. Dabei werden bestimmte Größen eines Systems in einem für das System notwendigen Bereich gehalten. Das geschieht über Rückkopplungen. Im einfachsten Fall einer Rückkopplung wirkt eine Größe über eine andere Größe wieder auf sich zurück. Selbstregulation ermöglicht es einem komplexen System, Funktionen aufrechtzuerhalten. Auf diese Weise sorgt sie für Stabilität. Beispielsweise hält der menschliche Körper über Selbstregulation Größen wie Körpertemperatur und Herzfrequenz in einem lebensnotwendigen Bereich. Selbstregulation tritt dann auf, wenn die Rückkopplung in einem Wirkungskreis *gegengerichtet* ist.

### ■ Rückkopplung/Rückwirkung

Eine Rückkopplung liegt dann vor, wenn ein Element eines Systems wieder auf sich selbst zurückwirkt – über ein oder mehrere andere Elemente in einem Wirkungskreis. Diese Rückwirkung kann Entwicklungen verstärken oder abschwächen (gleichgerichtete Rückkopplung) oder stabilisieren (gegengerichtete Rückkopplung). Rückkopplungen sind eine wichtige Komponente der Selbstregulation komplexer Systeme.

## Weiterführende Literatur

### *Das Buch zur Themeneinheit*

Die Module dieser Themeneinheit behandeln Komplexität und vernetztes Denken schülerInnenzentriert sowie exemplarisch. So ist es den Jugendlichen möglich, die angestrebten Kompetenzen im Unterricht zu erwerben. Stärker im Zusammenhang und teils noch umfassender wird das Thema im Buch zur Themeneinheit behandelt. Unterhaltsam vermittelt es ein Verständnis für Komplexität sowie vernetztes Denken und Handeln. Eine Vielzahl an Abbildungen, Anleitungen, Checklisten und Werkzeugen unterstreicht den praktischen Nutzen des Buches.

*Andreas Becker: Vernetzt denken in Politik, Wirtschaft und Alltag: Warum es so schwierig ist und wie es dennoch gelingt. Books on demand GmbH, Norderstedt. 2. korrigierte Auflage 2025. 320 Seiten. ISBN 978-3-7597-8508-4.*



## Didaktik

### Anknüpfung an Bildungspläne

Dieses Modul ermöglicht, Jugendliche in ihrer Analyse- und Urteilskompetenz sowie Handlungsfähigkeit zu unterstützen und zu schulen. Grundlegend geht es um das Verständnis, dass komplexe Systeme durch Selbstregulation in dynamischer Balance gehalten werden, und die Folgen, wenn die Selbstregulation gestört wird.

Somit folgt das Modul insgesamt den übergeordneten Zielen des Projekts *Wandel vernetzt denken*, vernetztes Denken zu fördern, vorliegende Situationen analysieren und bewerten zu können sowie Schülerinnen und Schüler in verschiedenen Situationen zum Handeln zu befähigen. Letztlich wird im Modul Grundlagenwissen zu komplexen Systemen vermittelt.

Einsetzen lässt sich das Modul beispielsweise in den Fächern **Wirtschaft, Geographie, Gemeinschaftskunde und Politik**. Aufgrund des **gesamtheitlichen und fächerübergreifenden Ansatzes** kann das Modul jedoch auch unabhängig von Bildungsplänen mit ihrer Einteilung nach Schulfächern eingesetzt werden. Auch ist der Einsatz unter anderen Rahmenbedingungen als in der Schule (Projektwoche o.a.) flexibel möglich.

Diese Ziele des Moduls entsprechen den Forderungen **Deutschlands, Österreichs** und der **Schweiz**: So verlangen die Bildungspläne dieser Länder immer weiter reichende Kompetenzen in puncto Handlung. Hinzu kommen die geforderten Fähigkeiten hinsichtlich der Analyse- und Urteilskompetenz, Situationen grundlegend analysieren und reflektieren sowie Situationen und Probleme einschätzen und bewerten zu können. Insgesamt handelt es sich um grundlegende Kompetenzen, deren Erwerb in allen Fächern und allen Klassenstufen Teil der Bildungspläne und der Bildungsstandards geworden ist. Der Schweizer *Lehrplan 21* nennt bei den methodischen Kompetenzen vernetztes Denken explizit.

In den Bildungsplänen wird überdies die Bedeutung einer **ganzheitlichen Bildung** betont – die Jugendlichen sollen auf ihr selbstbestimmtes Leben in einer demokratischen Gesellschaft vorbereitet werden. Dazu tragen sowohl die gesamte Themen-einheit, *Vernetzt denken und handeln*, wie auch dieses Modul bei.

### Bedeutung des Themas für die Teilnehmenden

Die Teilnehmenden sind selbst Teil zahlreicher komplexer Systeme (Gesellschaft, Umwelt, Wirtschaft etc.) und auch ihr eigener Organismus stellt ein komplexes System dar. Daher werden die Jugendlichen mit der Selbstorganisation komplexer Systeme konfrontiert – sie ist im Leben von menschlichen Individuen allgegenwärtig. Die Lebensgrundlage der Teilnehmenden hängt vom Funktionieren natürlicher und sozialer Systeme ab. Das Wissen über die Charakteristiken und Zusammenhänge komplexer Systeme ist die Voraussetzung, um diese Funktionen aufrecht erhalten zu können.

Zudem sollen die Teilnehmenden in ihrer Entwicklung zu mündigen, kritischen und vorausschauenden StaatsbürgerInnen gefördert werden – die Kenntnis über Systeme, Prozesse und Entwicklungen in der Gesellschaft besitzen. Wichtig ist dabei das Wissen über komplexe Systeme: Die Selbstregulation als einen zentralen Mechanismus komplexer Systeme zu verstehen, ist grundlegend. Die Kenntnis über die Organisation sowie die Vernetzung der einzelnen Faktoren komplexer Systeme führt dazu, komplexe Systeme auf eine neue Weise betrachten zu können. Die Jugendlichen sollen so gesellschaftliche und politische Maßnahmen hinsichtlich der Eingriffe in natürliche und soziale Systeme auf ihre Sinnhaftigkeit und Auswirkungen beurteilen können. Ferner sollen sie im Idealfall in die Lage kommen, ihr entsprechendes Wissen in Systemen verschiedener Art anzuwenden.

### Erläuterung des Stundenverlaufs

#### *Teil 1: Selbstregulation in komplexen Systemen*

Nach der Begrüßung (**L1**) erfolgt der Einstieg mittels eines Selbstversuchs: Die Teilnehmenden ermitteln ihren Puls, dieser dient als Ausgangslage für das weitere Vorgehen (**M1**). Durch dieses schülerInnenzentrierte Vorgehen wird das Interesse der Jugendlichen geweckt und sie werden von Beginn an integriert. Die Teilnehmenden hinterfragen zunächst diese Funktion des eigenen Organismus. Davon ausgehend leitet die Lehrperson auf komplexe Systeme, die sich selbst organisieren, über und notiert die Leitfrage des ersten Stundenteils an der Tafel: „**Wie regulieren sich komplexe Systeme selbst, sodass sie stabil bleiben?**“.

Im Anschluss leitet die Lehrperson zur Erarbeitung über (**L2**). Die Schülerinnen und Schüler erarbeiten daraufhin in PartnerInnenarbeit die Grundlagen der Selbstregulation (**M2**). Diese Grundlage wird anschließend im Plenum besprochen und durch einen kurzen Lehrervortrag ergänzt (**L3**) – dieses Vorgehen ist wichtig, damit die Teilnehmenden die gleichen Grundvoraussetzungen erlangen (z.B. gemeinsame Definition von Selbstregulation) und etwaige Rückfragen sofort und unvermittelt stellen können. Ferner notieren die Teilnehmenden die besprochenen und unter dem Projektionsgerät visualisierten Ergebnisse als Basis für das weitere Vorgehen.

In der folgenden Phase 4 gilt es, das erworbene Wissen über Selbstregulation anzuwenden: Die Teilnehmenden überlegen bei verschiedenen Beispielen, ob es sich um Selbstregulation handelt. Auf diese Weise prägen sich die Kriterien weiter ein und die Teilnehmenden gewinnen an Sicherheit. Auf die Besprechung der Beispiele im Plenum (L4) folgt eine lehrerInnenzentrierte Überleitung zur Phase der Vertiefung (L5).

In der Vertiefung erarbeiten die Teilnehmenden in 2er-Teams (PartnerInnen-Puzzles M4: M4.1 und M4.2) zwei verschiedene Arten der Selbstregulation – den selbstregulierenden Wirkungskreis anhand des Ölpreis-Beispiels und den selbstverstärkenden Wirkungskreis anhand des Beispiels der Weltbevölkerung.

Zunächst erarbeitet jeweils ein Teammitglied in Einzelarbeit ein Beispiel und den dazugehörigen Wirkungskreis (z.B. selbstregulierender Wirkungskreis M4.1), im nächsten Schritt präsentiert ein Teammitglied dem anderen das Beispiel bzw. den Wirkungskreis. Die Teampartnerin oder der Teampartner hat in der Einzelarbeitsphase das jeweils andere Beispiel mit dem entsprechenden Wirkungskreis bearbeitet (M4.2: Der selbstverstärkende Wirkungskreis). Folgend tauschen sich die Teammitglieder über die zwei verschiedenen Arten aus. Während dieser Phase füllen die Schülerinnen und Schüler die zugehörige Tabelle aus und ergänzen sie anhand des Vortrags bzw. der Erklärung der Arbeitspartnerin oder des -partners.

Da die Jugendlichen ihr Ergebnis zunächst im Team präsentieren und dort gegebenenfalls Unklarheiten geklärt werden können, fassen bei der späteren Besprechung im Plenum (Phase 7; L6) auch ruhigere Schülerinnen und Schüler den Mut, sich zu beteiligen. Die Lehrperson unterstützt die Teilnehmenden gegebenenfalls. Die einzelnen Arbeitsergebnisse werden im LehrerInnen-SchülerInnen-Gespräch gesichert (Dokumentenkamera). Die Grundlage dieser Sicherung sind die Arbeitsergebnisse der Teilnehmenden auf M2 (als leere Projektionsvorlage zur gemeinsamen Sicherung). Folgend kommt es zur lehrerInnenzentrierten Überleitung in die Abschluss-Phase (L7).

Mit gezielten Fragen leitet die Lehrperson eine abschließende Reflexion der Thematik ein. Sollte am Ende der Stunde Zeit zur Verfügung stehen, kann der Puffer eingesetzt werden (Schwitzen als Teil einer Selbstregulation). Sofern auch Teil 2 des Moduls (nächste Stunde) eingesetzt werden soll, wird den Teilnehmenden eine vorbereitende Aufgabe (Düngung und Auswirkung auf Seen) als Hausaufgabe aufgegeben.

### *Teil 2: Gestörte Selbstregulation*

Der zweite Teil des Moduls fokussiert auf die Frage, was passiert, wenn eine Selbstregulation zu stark gestört wird. Zunächst wird die Thematik mit einem problemorientierten Beispiel eingeleitet. Die Neugier der Jugendlichen wird durch den Lebensweltbezug des Beispielthemas geweckt (es geht um einen 15-jährigen Jungen und dessen Taschengeld). Die Teilnehmenden paraphrasieren die Situation und benennen die Problematik, die vorherrscht. Davon ausgehend leitet die Lehrperson zur Leitfrage der Stunde über: „**Was geschieht bei einer gestörten Selbstregulation?**“. Diese wird folgend an der Tafel visualisiert. So haben die Teilnehmenden das Thema der Stunde während des weiteren Verlaufs vor Augen (L8).

Die Lehrperson leitet zur Erarbeitung über (**M5**) und unterstützt die Schülerinnen und Schüler gegebenenfalls. An dieser Stelle wird das Thema der gestörten Selbstregulation anhand des Beispiels eines Sees erarbeitet. Es handelt sich um eine komplexe Thematik – durch die Bearbeitung in Teams kann an Sicherheit gewonnen werden.

In Phase 3 (**L9**) kommt es zur Besprechung der Arbeitsergebnisse im Plenum. Als Grundlage dient ein visualisiertes Exemplar des Arbeitsblattes **M5** (Dokumentenkamera). Die Teilnehmenden beteiligen sich in dieser Phase mündlich und tragen ihre Ergebnisse vor bzw. begründen sie im Plenum. Im Plenum wird dann mündlich über die Ergebnisse und Einschätzungen reflektiert und diskutiert.

In der nächsten Phase (**L10**) erfolgt die Rundung der Stunde, zentrale Erkenntnisse werden wiederholt. Sollte am Ende der Stunde noch Zeit zur Verfügung stehen, kann der Puffer eingesetzt werden (weitere Beispiele gestörter Selbstregulation auf gesellschaftlicher, wirtschaftlicher, sozialer oder politischer Ebene finden). Andernfalls schließt die Lehrkraft die Stunde.

## Erwartungshorizonte

Die Erwartungshorizonte zu den Aufgaben finden sich entsprechend dem chronologischen Stundenablauf im jeweiligen L-Material.

## Ziele und angestrebte Kompetenzen

### ■ Stundenziele

#### Übergeordnete Stundenziele

##### Teil 1:

- Die Teilnehmenden erfassen Funktion und Nutzen der Selbstregulation komplexer Systeme.

##### Teil 2:

- Die Teilnehmenden erfassen die Problematik einer gestörten Selbstregulation auf der Ebene von Natur und Gesellschaft und reflektieren darüber.

#### Feinziele

##### Teil 1:

- Die Teilnehmenden nehmen ihren Körper anhand des Pulses als ein selbst-regulierendes System wahr.
- Sie formulieren allgemeine Charakteristiken eines sich selbstregulierenden Systems.
- Sie analysieren jeweils eine Art der Rückkopplung (stabilisierender oder selbstverstärkender Wirkungskreis) anhand eines Fallbeispiels und legen die Ergebnisse in einer Präsentation dar.
- Die Teilnehmenden beurteilen die Auswirkungen der verschiedenen Rückkopplungen in selbstregulierenden Systemen differenziert.

#### *Teil 2:*

- Die Teilnehmenden erkennen die Ursachen einer gestörten Selbstregulation in einem komplexen System.
- Sie schätzen ab, welche Folgen eine gestörte Selbstregulation haben kann.
- Sie bewerten den Nutzen von sich selbstregulierenden komplexen Systemen für die Gesellschaft und reflektieren über die Auswirkungen gestörter Selbstregulation.

### **Angestrebte Kompetenzen**

#### **Analysekompetenz**

- Die Teilnehmenden können in ihrem Lebensumfeld die Selbstregulation komplexer Systeme erkennen.
- Sie können sich als Teil selbstregulierender Systeme wahrnehmen.
- Sie können die Bedeutung und den Nutzen selbstregulierender Systeme für die Gesellschaft einschätzen.

#### **Urteilskompetenz**

- Die Teilnehmenden können beurteilen, ob sich ein System selbst reguliert und damit stabilisiert oder ob es sich durch einen selbstverstärkenden Wirkungskreis auf- oder abschaupelt und damit instabil wird.
- Sie können beurteilen, inwiefern eine gestörte Selbstregulation ein System beeinträchtigen kann.

#### **Handlungskompetenz**

- Die Teilnehmenden können selbstverstärkende Wirkungskreise erfassen, die daraus resultierenden Probleme artikulieren (und gegebenenfalls versuchen, Gegenmaßnahmen zu ergreifen).

## Verlaufsplan Teil 1

| Phase    |                   | Dauer in min         | Thema/ Inhalt                                                              | Sozialform               | Handlung der Lehrperson                                                                                         | Handlung der Teilnehmenden                                                                              |
|----------|-------------------|----------------------|----------------------------------------------------------------------------|--------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>1</b> | Einstieg          | 10<br>( $\Sigma$ 10) | Selbstregulation komplexer Systeme:<br>Der menschliche Puls                | Plenum                   | <b>L1:</b><br>Selbstversuch mit <b>M1</b> einleiten, zu komplexen Systemen überleiten, Leitfrage visualisieren. | <b>M1</b> bearbeiten und Ergebnisse besprechen.                                                         |
| <b>2</b> | Erarbeitung       | 10<br>( $\Sigma$ 20) | Prozess der Selbstregulation:<br>Grundlagen erarbeiten                     | PartnerInnenarbeit       | <b>L2:</b><br>Zur Erarbeitung überleiten, Paare einteilen, <b>M2</b> austeilen.                                 | Paare bilden, <b>M2</b> bearbeiten.                                                                     |
| <b>3</b> | Ergebnissicherung | 10<br>( $\Sigma$ 30) | Prozess der Selbstregulation:<br>Besprechung                               | Plenum/<br>Lehrervortrag | <b>L3:</b><br>Ergebnissicherung einleiten, Grundlagen besprechen, <b>M3</b> austeilen.                          | <b>M2</b> als Ausgangspunkt der Besprechung verwenden und ggf. selbstständig ergänzen.                  |
| <b>4</b> | Erarbeitung       | 10<br>( $\Sigma$ 40) | Selbstregulation:<br>Komplexe, selbstregulierende Systeme erkennen         | PartnerInnenarbeit       | Teilnehmende ggf. unterstützen.                                                                                 | <b>M3</b> bearbeiten.                                                                                   |
| <b>5</b> | Ergebnissicherung | 10<br>( $\Sigma$ 50) | Selbstregulation:<br>Besprechung                                           | Plenum                   | <b>L4:</b><br>Ergebnissicherung einleiten, Inhalte besprechen.                                                  | <b>M3</b> als Ausgangspunkt der Besprechung verwenden und ggf. selbstständig ergänzen.                  |
| <b>6</b> | Vertiefung        | 25<br>( $\Sigma$ 75) | Selbstregulation komplexer Systeme:<br>Wirkungskreise der Selbstregulation | PartnerInnen-Puzzle      | <b>L5:</b><br>Zur Erarbeitung überleiten, Teams einteilen, <b>M4</b> ( <b>M4.1</b> und <b>M4.2</b> ) austeilen. | Teams bilden, <b>M4</b> ( <b>M4.1</b> und <b>M4.2</b> ) bearbeiten und in der Stammgruppe präsentieren. |
| <b>7</b> | Ergebnissicherung | 5<br>( $\Sigma$ 80)  |                                                                            | Plenum                   | <b>L6:</b><br>Ergebnissicherung im Plenum einleiten, Inhalte austauschen.                                       | Über erarbeitete Erkenntnisse und Wirkungskreise austauschen.                                           |
| <b>8</b> | Abschluss         | 10<br>( $\Sigma$ 90) | Reflexion und Diskussion                                                   | Plenum                   | <b>L7:</b><br>Reflexion einleiten, ggf. Puffer einsetzen und Hausaufgabe aufgeben, Stunde schließen.            | Stellung beziehen und reflektieren.                                                                     |
| <b>P</b> | Puffer            |                      | Schwitzen als Teil einer Selbstregulation                                  | PartnerInnenarbeit       | Thema leiten.                                                                                                   | Puffer bearbeiten.                                                                                      |

Legende zum Verlaufsplan: siehe Seite 15.

## Verlaufsplan Teil 2

| Phase |                   | Dauer in min       | Thema/ Inhalt                                       | Sozialform         | Handlung der Lehrperson                                                                        | Handlung der Teilnehmenden                                               |
|-------|-------------------|--------------------|-----------------------------------------------------|--------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| 1     | Einstieg          | 5<br>( $\sum$ 5)   | Gestörte Selbstregulation:<br>Das Taschengeld       | Plenum             | <b>L8:</b><br>Problemsituation einleiten, Leitfrage visualisieren, zur Erarbeitung überleiten. | Situation paraphrasieren und Problematik erfassen.                       |
| 2     | Erarbeitung       | 15<br>( $\sum$ 20) | Gestörte Selbstregulation:<br>Grundlagen erarbeiten | PartnerInnenarbeit | Teilnehmende ggf. unterstützen.                                                                | <b>M5</b> mit Hilfe der als Hausaufgabe erarbeiteten Inhalte bearbeiten. |
| 3     | Ergebnissicherung | 15<br>( $\sum$ 35) | Gestörte Selbstregulation:<br>Besprechung           | Plenum             | <b>L9:</b><br>Ergebnissicherung einleiten, gezielt nachfragen.                                 | Inhalte und Erkenntnisse austauschen.                                    |
| 4     | Abschluss         | 10<br>( $\sum$ 45) | Gestörte Selbstregulation: Reflexion                | Plenum             | <b>L10:</b><br>Reflexion einleiten, ggf. Puffer einsetzen, Stunde schließen.                   | Reflektieren und resümieren.                                             |
| P     | Puffer            |                    | Gestörte Selbstregulation in der Gesellschaft       | Think-Pair-Share   | Teilnehmende ggf. unterstützen.                                                                | Puffer bearbeiten.                                                       |

### Legende Verlaufsplan

| Phase |                | Dauer in min | Thema / Inhalt                                | Sozialform    | Handlung der Lehrperson   | Handlung der Teilnehmenden                      |
|-------|----------------|--------------|-----------------------------------------------|---------------|---------------------------|-------------------------------------------------|
| 1     | Einleitung     | 10<br>(Σ 10) | Probleme haben nicht immer eindeutige Ursache | Plenum        | L1:<br>Frage stellen, ... | Fragen diskutieren und beantworten              |
| 1*    | Erarbeitung 1* | 10<br>(Σ 10) | Probleme haben nicht immer eindeutige Ursache | Plenum        | L1:<br>Offen ...          | Rollendialog präsentieren, Problematik erfassen |
| 2     | Überleitung    | 5<br>(Σ 15)  |                                               |               |                           |                                                 |
| P     | Puffer         |              | Jugendgarantie                                | Gruppenarbeit | L3:<br>M1 ausgeben        | M1 bearbeiten                                   |

**Kursiv:** Alternative zur vorhergehenden Phase  
1\*= Alternative zu Phase 1

**Dauer der Phase.**  
(Σ x) = Gesamtdauer des Moduls bis hierhin.

**L1, L2, ...:** Verweis auf das **Material für die Lehrperson**. Das Material ist durchnummeriert.

Das Material im **Puffer** kann eingesetzt werden, wenn die gesamte Gruppe schneller als vorgesehen voran kommt.

**M1, M2, ...:** Verweis auf das **Material für die Teilnehmenden**. Das Material ist durchnummeriert.

## Materialübersicht und vorbereitende Aufgaben

### Teil 1

| Material-Nr.           | Titel                                                                              | Erläuterung                                  | Vorbereitung                                                                                                                                                                                      | Check                                                |
|------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| <b>L1</b>              |                                                                                    | Einstieg                                     | Drucken (1 x)                                                                                                                                                                                     | <input type="checkbox"/>                             |
| <b>M1</b>              | Der menschliche Puls                                                               | Lebensweltbezug und Hinführung zur Leitfrage | Drucken (Auflage: Anzahl der Teilnehmenden)                                                                                                                                                       | <input type="checkbox"/>                             |
| <b>L2</b>              |                                                                                    | Organisatorisches                            | Drucken (1 x)                                                                                                                                                                                     | <input type="checkbox"/>                             |
| <b>M2</b>              | Prozess der Selbstregulation: Grundlagen erarbeiten.                               | Material erste Erarbeitungsphase             | Drucken (Auflage: Anzahl der Teilnehmenden)                                                                                                                                                       | <input type="checkbox"/>                             |
| <b>L3</b>              |                                                                                    | Erste Ergebnissicherung                      | Drucken (1 x)                                                                                                                                                                                     | <input type="checkbox"/>                             |
| <b>M3</b>              | Prozess der Selbstregulation: Erkennung von komplexen, selbstregulierten Systemen. | Material zweite Erarbeitungsphase            | Drucken (Auflage: Anzahl der Teilnehmenden)<br><br>Zum Visualisieren für die Ergebnissicherung in <b>L4</b> vorbereiten.                                                                          | <input type="checkbox"/><br><input type="checkbox"/> |
| <b>L4</b>              |                                                                                    | Organisatorisches                            | Drucken (1 x)                                                                                                                                                                                     | <input type="checkbox"/>                             |
| <b>L5</b>              |                                                                                    | Organisatorisches                            | Drucken (1 x)                                                                                                                                                                                     | <input type="checkbox"/>                             |
| <b>M4: M4.1 + M4.2</b> | Selbstregulationen komplexer Systeme: Wirkungskreise.                              | Material für Vertiefung                      | Drucken (Auflage: jeden Text 1 mal pro Team, Mitglieder bearbeiten zwei verschiedene Texte)<br><br>Tabelle (siehe Seite 36) zur Ergebnissicherung in <b>L6</b> für das Visualisieren vorbereiten. | <input type="checkbox"/><br><input type="checkbox"/> |
| <b>L6</b>              |                                                                                    | Ergebnissicherung der Vertiefung             | Drucken (1 x)                                                                                                                                                                                     | <input type="checkbox"/>                             |
|                        | Musterlösung Wirkungskreise                                                        | Wirkungskreise der Selbstregulation          | Zur Visualisierung vorbereiten                                                                                                                                                                    | <input type="checkbox"/>                             |
| <b>L7</b>              |                                                                                    | Abschluss                                    | Drucken (1 x)                                                                                                                                                                                     | <input type="checkbox"/>                             |

| Zusätzliches Material / Hilfsmittel                                                                                                | Verwendung                                                                                | Check                    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Projektionsgerät</b> (Whiteboard, Dokumentenkamera oder Beamer und Computer).</li> </ul> | Für die Verwendung bei <b>L4</b> (Phase 5, Sicherung) und <b>L6</b> (Phase 7, Sicherung). | <input type="checkbox"/> |

## Teil 2

| Material-Nr. | Titel                                 | Erläuterung                                             | Vorbereitung                                                                  | Check                    |
|--------------|---------------------------------------|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| <b>L8</b>    |                                       | Einstieg und Hinführung                                 | Drucken (1 x)                                                                 | <input type="checkbox"/> |
|              |                                       | Cartoon (siehe Seite 48)                                | Zur Visualisierung vorbereiten.                                               |                          |
| <b>M5</b>    | Gestörte Selbstregulation: Grundlagen | Material Erarbeitungsphase                              | Drucken (Auflage: Anzahl der Teilnehmenden)<br>Zur Visualisierung vorbereiten | <input type="checkbox"/> |
| <b>L9</b>    |                                       | Organisatorisches                                       | Drucken (1 x)                                                                 | <input type="checkbox"/> |
|              | Grundlagen gestörter Selbstregulation | Grundlage der Ergebnissicherung (siehe Grafik Seite 54) | Zur Visualisierung vorbereiten                                                | <input type="checkbox"/> |
| <b>L10</b>   |                                       | Organisatorisches                                       | Drucken (1 x)                                                                 | <input type="checkbox"/> |

| Zusätzliches Material / Hilfsmittel                                                                                               | Verwendung                                                                               | Check                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Projektionsgerät</b> (Whiteboard, Dokumentenkamera oder Beamer und Computer)</li> </ul> | Für die Verwendung bei <b>L8</b> (Phase 1; Einstieg) und <b>L9</b> (Phase 3, Abschluss). | <input type="checkbox"/> |

## Weiterführende Themenvorschläge

### Vorschläge zur Vertiefung

Diese Vorschläge ermöglichen es, das Thema außerhalb des Schulstunden-Rhythmus zu vertiefen. Dabei kann auf die Interessen der Teilnehmenden sowie aktuelle Entwicklungen und lokale Gegebenheiten eingegangen werden.

#### ■ Selbstregulierende Systeme suchen

- Die Teilnehmenden nutzen die Medien, um nach weiteren Beispielen für komplexe Systeme, welchen eine Selbstregulation zu Grunde liegt, zu recherchieren. Sie arbeiten dabei die stabilisierenden Wirkungskreise heraus.

#### ■ Menschlichen Organismus betrachten

- Der menschliche Organismus wird durch selbstregulierende Wirkungskreise reguliert (z.B. Puls, Körpertemperatur sowie Hormon- und Stoffkonzentrationen im Blut). Auch das Körperwachstum erfolgt selbstregulierend. Es bietet sich an, weitere Beispiele der Selbstregulation im menschlichen Organismus zu bearbeiten.

#### ■ Beispiele aus dem Alltag für selbstverstärkende Wirkungskreise erarbeiten

- Die Teilnehmenden überlegen sich aus dem Alltag Beispiele für selbstverstärkende Wirkungskreise (Konflikte in der Klasse, Streit mit Freunden, Ärger mit den Eltern). Auf diese Weise werden sie sensibilisiert und erkennen, dass sie direkt in selbstregulierende Wirkungskreise involviert sind.

#### ■ Beispiele für gestörte Selbstregulation erarbeiten

- Die Teilnehmenden nutzen die Medien, um Beispiele für komplexe Systeme mit gestörter Selbstregulation zu recherchieren. Anschließend überlegen sie, wie die Selbstregulation wieder aktiviert werden könnte.

#### ■ Gewalt und Gegengewalt untersuchen

- Ob bei Konflikten unter Jugendlichen, im Krieg oder beim Bemühen, Terrorismus zu bekämpfen – oft ergeben sich bei Konflikten selbstverstärkende Wirkungskreise, die die Probleme aufschaukeln. An konkreten Beispielen können die Teilnehmenden das aufzeigen.

#### ■ Umweltprobleme unter dem Aspekt gestörter Selbstregulation untersuchen

- Der Großteil lokaler wie globaler Umweltprobleme entstand als Folge gestörter selbstregulierender ökologischer Systeme. Die Nutzung fossiler Rohstoffe ist dabei ein entscheidender Faktor. Die Teilnehmenden recherchieren dazu und machen sich Gedanken.

## ■ Defizite der aktuellen marktwirtschaftlichen Selbstregulation erarbeiten

- Die aktuelle marktwirtschaftliche Selbstregulation führt auf effiziente Weise dazu, den Güterbedarf in stabilen Zeiten jederzeit sicherzustellen. Diese Leistung wird durch bedeutende Umweltschäden und hohen Rohstoffverbrauch erkauft. Zwangsläufig sind diese Folgen jedoch nicht. Würde die Inanspruchnahme der Umwelt – z.B. über richtig bemessene Umweltsteuern – zu einem bedeutenden Kostenfaktor, würde die Selbstregulation zu neuen Produkten und Ansätzen führen, die Umweltverschmutzung zu vermindern bzw. zu vermeiden.
- Umweltaspekte in volks- und betriebswirtschaftliche Rechnungen einzubeziehen ist gleichermaßen notwendig wie marktwirtschaftlich konsequent. Doch unter dem Begriff der Ökologischen Steuerreform tummeln sich derart viele unterschiedliche Ansätze in der gesellschaftlichen Diskussion, dass es einen Bewertungsmaßstab braucht, um ihre Wirkung beurteilen zu können.
- Idealerweise setzen Umweltsteuern an Schadstoffen an. Es sind quantifizierte und ökologisch begründete Umweltziele zu bestimmen und als Basis von Umweltsteuern zu verwenden. Ein Umweltziel hat mindestens zu umfassen: den Bezugsraum, den relevanten Schadstoff, ein quantifiziertes Reduktionsziel und einen Zeitrahmen. Idealerweise ist eine Umweltsteuer auf einen einzigen Schadstoff bezogen; dient eine Umweltsteuer mehreren Zielen, führt dies zu volkswirtschaftlichen und ökologischen Ineffizienzen. Idealerweise bemisst sich die Höhe einer Umweltsteuer, die als Lenkungsabgabe die Emissionen eines Schadstoffes reduzieren soll, an der emittierten Schadstoffmenge. Die Höhe einer Umweltsteuer ist zumindest ansatzweise unter Berücksichtigung der Preiselastizität anhand des Umweltzieles festzusetzen.
- Frei handelbare Verschmutzungsrechte, deren Preis mit der Zeit erhöht wird, sind eine weitere Möglichkeit, den Schutz der Umwelt selbstregulierend in das Wirtschaften einzubeziehen. Beispiel: CO<sub>2</sub>-Emissionszertifikate. Bearbeiten, wie dieses Instrument funktioniert. Analysieren, warum die europäischen CO<sub>2</sub>-Emissionszertifikate weitgehend wirkungslos blieben.
- Siehe auch das Modul: „[Wie kann die Gesellschaft nachhaltiger wirtschaften?](#)“

## ■ Dauerhafte Subventionen unter dem Aspekt gestörter Selbstregulation betrachten

- Dauerhafte Subventionen stören die Selbstregulation wirtschaftlicher Systeme. Sie verfälschen den Ausgleich von Angebot und Nachfrage und den Wettbewerb zwischen Unternehmen. Subventionen können vorübergehend sinnvoll sein, um Entwicklungen anzustoßen; dauerhaft hingegen erweisen sie sich als schädlich und können zu einem Subventionswettlauf (aufschaukelnde Entwicklung) führen.
- Besonders stark ausgebremst ist die Selbstregulation im Verkehrssystem und auf dem Energiemarkt: Ob Bahnverkehr, Straßenverkehr, Binnen- und Seeschifffahrt oder Luftfahrt – fast alle Verkehrsträger erhalten Subventionen. Im Energiebereich werden nicht allein die regenerativen Energien subventioniert, sondern auch Kohle und Kernkraft sowie indirekt Öl und Gas. Es verwundert daher nicht, dass das Verkehrsaufkommen ständig wächst und der Energiebedarf auf hohem Niveau verharrt.

## ■ Bevölkerungsexplosion analysieren

- Die globale Bevölkerungsexplosion ist eine Folge mehrerer gestörter Selbstregulationen. Dabei führen für sich gesehen positive Entwicklungen (medizinischer Fortschritt, technischer Fortschritt in der Landwirtschaft) zu einem problematischen Ergebnis. Auch die Nutzung fossiler Rohstoffe mit ihren negativen ökologischen Folgen trug dazu bei, dass sich die Bevölkerung weltweit stark vergrößerte. Die Teilnehmenden recherchieren dazu und machen sich Gedanken.

## Module, die Aspekte dieses Moduls weiterführen

| Dieses Modul:   |                | Weiterführendes Modul:      |                                                                   |                 |
|-----------------|----------------|-----------------------------|-------------------------------------------------------------------|-----------------|
| Material-Nummer | Aspekt         | Themeneinheit               | Modul                                                             | Material-nummer |
| M2; M3;<br>M4   | Wirkungskreise | Vernetzt denken und handeln | Wie hilft das Erstellen von Grafiken, Zusammenhänge zu verstehen? | Gesamtes Modul  |
|                 |                |                             | Systemanalyse: Wie lassen sich komplexe Systeme verstehen?        |                 |

## Modulbewertung

Auf [www.wandelvernetztdenken.de](http://www.wandelvernetztdenken.de) können Sie dieses Unterrichtsmodul bewerten und Anregungen, Kritik sowie Lob anmerken.

## Hinweise zum Materialien-Teil

### L-Material für die Lehrperson

Die Bildungsplattform *Wandel vernetzt denken* greift Themen und Sichtweisen auf, die im klassischen Schulunterricht meist nicht im Fokus stehen, für Jugendliche aber von hoher Relevanz sind. Die Themen werden überwiegend fächerübergreifend behandelt, wobei die Teilnehmenden wichtige Zusammenhänge erkennen sollen. Aufgrund dieses Konzeptes und dieses Ansatzes sind die Erläuterungen für die Lehrperson in den Unterrichtsmodulen vergleichsweise ausführlich gehalten. Die ausführlichen Erläuterungen sind als Angebot zu verstehen, um komplexe und womöglich fachfremde Themen sicher unterrichten zu können.

### Aufbau und Sortierung des Materialien-Teils

Der Materialien-Teil des Moduls besteht aus L-Materialien und M-Materialien.

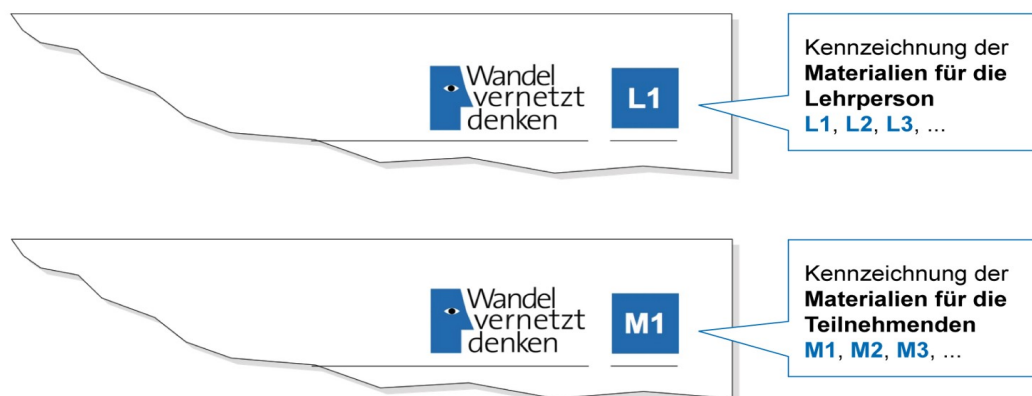
- L-Materialien sind für die Lehrperson bestimmt und fassen deren Aufgaben im Stundenablauf zusammen.
- M-Materialien sind für die Teilnehmenden bestimmt und beinhalten Texte und Aufgaben.

L- und M-Materialien befinden sich im Materialien-Teil chronologisch nach dem Stundenablauf und den Phasen des Verlaufsplans sortiert.

So könnte das in einem Modul praktisch aussehen:

- **L1** zeigt, wie die Lehrperson in die Stunde einführt, und endet mit der Ausgabe des Materials **M1** an die Teilnehmenden.
- **M1** enthält Texte und Aufgaben, die die Teilnehmenden lesen und bearbeiten.
- **L2** zeigt, wie die Lehrperson die Bearbeitung von **M1** beendet und die Inhalte im Plenum sichert (Musterlösung). Zugleich leitet **L2** zur nächsten Phase des Moduls über.

### Legende Materialkennzeichnung



# Materialien

## Teil 1: Selbstregulation in komplexen Systemen

Hinweis zu Aufbau und Sortierung des Materialteils: siehe Seite 21

- ➔ Selbstversuch einleiten
- ➔ Zu komplexen Systemen überleiten
- ➔ Leitfrage visualisieren

|          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Material | ■ <b>M1</b> (Arbeitsblätter)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Tun      | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>M1</b> austeilen.</li> <li>■ Selbstversuch (Pulsmessung) mit <b>M1</b> einleiten.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Plenum   | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Wie war Ihr Puls vor der körperlichen Betätigung und wie viele Schläge hatte Ihr Puls danach?</li> <li>■ Warum richtet der menschliche Körper das so ein?</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Ergebnis | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Musterlösung: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Z.B. Ruhepuls von 70 Schlägen pro Minute.</li> <li>• Z.B. Puls nach körperlicher Anstrengung 110 Schläge pro Minute.</li> <li>• Bewegt sich der Mensch, braucht der Körper mehr Sauerstoff. Deshalb pumpt bei körperlicher Betätigung das Herz schneller, um dem Organismus über den Blutkreislauf eine größere Menge an Sauerstoff zuzuführen – der Puls nimmt zu.</li> </ul> </li> </ul> |
| Tun      | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Zu komplexen Systemen überleiten: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Puls im menschlichen Körper als ein komplexes System identifizieren.</li> <li>• Gegebenenfalls Charakteristiken komplexer Systeme nennen bzw. besprechen.</li> </ul> </li> <li>■ Leitfrage an der Tafel visualisieren: <b>Wie regulieren sich komplexe Systeme selbst, sodass sie stabil bleiben?</b></li> </ul>                                                       |

## Phase

## 1 Einstieg

## 2 Erarbeitung

3 Ergebnis-  
sicherung

## 4 Erarbeitung

5 Ergebnis-  
sicherung

## 6 Vertiefung

7 Ergebnis-  
sicherung

## 8 Abschluss

## P Puffer

## Hintergrundinformationen für die Lehrperson

Ein System ist komplex,

- wenn viele der Elemente auf zahlreiche andere Elemente wirken und sich vielfach untereinander beeinflussen (Vernetzung) und
- sich sowohl die Elemente als auch ihre Beziehungen und Wirkungen selbst verändern (Eigendynamik).

Das mag zwar sehr abstrakt formuliert sein und danach klingen, als ob wir jedes einzelne System auf seine Komplexität überprüfen mussten. Dem ist jedoch nicht so. Natürliche und soziale Systeme sind immer komplexe Systeme: der Ameisenhaufen, ein Wald, die Atmosphäre – eine Familie, ein Staat, eine Börse.

## Der menschliche Puls

Das Herz pumpt das Blut in Schüben durch den Körper: Jedes Mal, wenn sich das Herz zusammenzieht, wird Blut durch die Adern gepumpt. Die Frequenz, in der das geschieht, nennt man Puls. Er lässt sich an den Blutadern fühlen und kann gezählt werden. Wenn man einen Puls von 70 zählt, bedeutet das bei gesunden Menschen: Das Herz schlägt 70 Mal in der Minute.

### Aufgaben



- Messen Sie Ihren Puls.
- Halten Sie dazu Zeige- und Mittelfinger an die Halsseite in die Vertiefung zwischen Luftröhre und großem Halsmuskel. Verschieben Sie die Finger so lange, bis Sie den Puls spüren.
- Zählen Sie 15 Sekunden lang die Pulsschläge.
- Multiplizieren Sie den gezählten Wert mit vier. Das Ergebnis ist Ihr Puls (Pulsschläge pro Minute).



Mein Puls beträgt \_\_\_\_\_ Schläge pro Minute



- Stehen Sie 20 mal auf und setzen sich wieder hin.
- Messen Sie Ihren Puls erneut.

Mein Puls beträgt \_\_\_\_\_ Schläge pro Minute



- Erklären Sie, weshalb diese unterschiedlichen Pulswerte herauskommen.
- Beschreiben Sie, warum Ihr Körper das so einrichtet.

---

---

---

---

---

- ➔ **Zur Erarbeitung überleiten**
- ➔ **Paare einteilen**
- ➔ **M2** austeilen

|                 |                                                                                                                                                                                      |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Material</b> | ■ <b>M2</b> (Arbeitsblätter)                                                                                                                                                         |
| <b>Tun</b>      | ■ Zur Erarbeitung überleiten. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Paare bilden.</li> <li>• <b>M2</b> austeilen.</li> <li>• Teilnehmende gegebenenfalls unterstützen.</li> </ul> |

#### Phase

1 Einstieg

**2 Erarbeitung**

3 Ergebnis-  
sicherung

4 Erarbeitung

5 Ergebnis-  
sicherung

6 Vertiefung

7 Ergebnis-  
sicherung

8 Abschluss

P Puffer

## Prozess der Selbstregulation – Grundlagen

### Aufgabe



Lesen Sie die Aufgaben bzw. Fragen zunächst aufmerksam durch.



Besprechen Sie sich mit Ihrer Arbeitspartnerin bzw. Ihrem Arbeitspartner und beantworten Sie die Aufgaben bzw. Fragen schriftlich.



Sie haben 10 Minuten Zeit.

1. Begründen Sie, warum bei der Anpassung des menschlichen Puls (siehe Einstiegsbeispiel) Selbstregulation vorliegt.

---

---

---

---

---

2. Was versteht man, ausgehend von dem Einstiegsbeispiel, unter „Selbstregulation“? Formulieren Sie in eigenen Worten eine Definition.

---

---

---

---

---



### Aufgabe



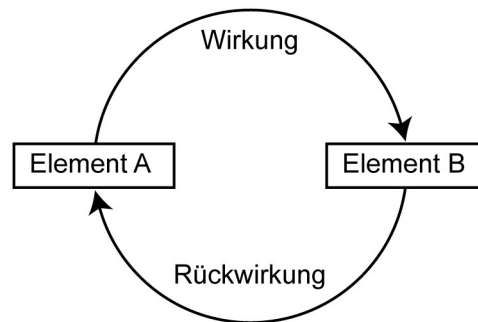
Falls Sie noch Zeit haben:

Notieren Sie, wie ein selbstregulierendes System funktioniert (Stichpunkte, Grafik etc.).

- ➔ **Ergebnissicherung einleiten**
- ➔ **Grundlagen besprechen und ergänzen**
- ➔ **M3 austeilen**

| Material | ■ <b>M3</b> (Arbeitsblätter)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Phase                                                                                                                                                                      |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tun      | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Ergebnissicherung einleiten.</li> <li>■ Grundlagen der Selbstregulation besprechen und ergänzen.</li> <li>■ Zusatzaufgabe besprechen bzw. Lehrervortrag beginnen.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 1 Einstieg<br>2 Erarbeitung<br><b>3 Ergebnissicherung</b><br><b>4 Erarbeitung</b><br>5 Ergebnissicherung<br>6 Vertiefung<br>7 Ergebnissicherung<br>8 Abschluss<br>P Puffer |
| Ergebnis | <p><b>1. Puls als ein Beispiel für Selbstregulation</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bewegt sich der Mensch, braucht der Körper mehr Sauerstoff. Deshalb pumpt bei körperlicher Betätigung das Herz schneller, um dem Organismus über den Blutkreislauf eine größere Menge an Sauerstoff zuzuführen – der Puls nimmt zu.</li> <li>• Es handelt sich bei diesem Vorgang um Selbstregulation, da der Organismus in Abhängigkeit seines Bedarfs Sauerstoff transportiert und auf diese Weise dafür sorgt, dass der Organismus lebensfähig bleibt.</li> <li>• Nach Ende der Bewegung, wenn der Sauerstoffbedarf wieder abgenommen hat, geht der Puls wieder auf das Anfangsniveau zurück.</li> <li>• Ganz von selbst regelt das der Körper über die Herzfrequenz.</li> </ul> <p><b>2. Definition von Selbstregulation:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Selbstregulation ist das eigenständige Anpassen von Funktionen an die aktuellen Notwendigkeiten im System mit Hilfe von Rückkopplung.</li> <li>• Selbstregulation ermöglicht einem komplexen System, Funktionen aufrechtzuerhalten. Auf diese Weise sorgt sie für Stabilität. Beispielsweise hält der menschliche Körper über Selbstregulation Größen wie Körpertemperatur und Herzfrequenz in einem lebensnotwendigen Bereich.</li> </ul> <p><b>+Aufgabe: Funktion eines selbstregulierenden Systems*</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Selbstregulierende Systeme regulieren sich über ei-</li> </ul> |                                                                                                                                                                            |

nen Wirkungskreis, d.h. über Rückkopplung:



Eine Rückkopplung liegt dann vor, wenn ein Element eines Systems wieder auf sich selbst zurückwirkt – über ein oder mehrere andere Elemente in einem Wirkungskreis. Diese Rückwirkung kann Entwicklungen verstärken, abschwächen oder stabilisieren. Rückkopplungen sind eine wichtige Komponente der Selbstregulation komplexer Systeme.

#### Vortrag

- Die Systeme halten sich durch Selbstregulation in Balance:
  - Das geschieht nicht statisch, wie bei vielen technischen Systemen (z.B. Balkenwaage).
  - Vielmehr handelt es sich bei der Stabilität in komplexen Systemen um eine **dynamische Balance**.
  - Natürliche und soziale Systeme reagieren ständig auf Veränderungen. Und stets gibt es Wirkungen, die zusammen über Rückkopplung den stabilisierenden Wirkungskreis bilden.
  - Veranschaulichen lässt sich eine dynamische Balance durch den Vorgang des Balancierens auf einem Seil. Die balancierende Person muss immer wieder agieren und reagieren, um die Balance zu halten.

#### Tun

- **M3** austeilen.

\* Die Zusatzaufgabe (+Aufgabe) wird in **M4** aufgelöst (siehe Rückkopplung). Sollten mehrere Teilnehmende die Zusatzaufgabe bearbeitet haben, bietet es sich an dieser Stelle an, erste Ideen und Impulse im Plenum zu sammeln.

## Selbstregulation: komplexe, selbstregulierende Systeme erkennen

### Aufgabe



Bewerten und begründen Sie:

Bei welchen Beispielen in der folgenden Tabelle liegt Selbstregulation vor?



Sie haben insgesamt 10 Minuten Zeit.

| Beispiel                                      | Selbst-regulation | Keine Selbstregulation | Begründung |
|-----------------------------------------------|-------------------|------------------------|------------|
| Abgaswerte in der Luft                        |                   |                        |            |
| Tierpopulation                                |                   |                        |            |
| Ausschüttung des Schilddrüsenhormons Thyroxin |                   |                        |            |



### Aufgabe



Wenn Sie an dieser Stelle angekommen sind und noch Zeit haben, besprechen Sie sich mit Ihrer Arbeitspartnerin bzw. Ihrem Arbeitspartner und notieren Sie Ihre Antworten:

1. Wodurch kann ein selbstreguliertes System gestört werden?
2. Welche Folgen kann eine gestörte Selbstregulation nach sich ziehen?

---

---

---

---

## → Ergebnissicherung einleiten

## → Inhalte besprechen

|                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Material</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>M3</b> (Projektionsvorlage)</li> <li>■ Projektionsgerät</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>Tun</b>      | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Ergebnissicherung einleiten:             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tabelleninhalte und ggf. Zusatzaufgabe besprechen und ergänzen.</li> </ul> </li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <b>Ergebnis</b> | <p><b>Musterlösung Tabelle:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Abgaswerte in der Luft:             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nicht selbstregulierend.</li> <li>• Abgase aus Fabriken, Heizungsanlagen und Autos führen zur Belastung der Luft mit Schadstoffen. Die Abgasbelastung wirkt sich jedoch nicht auf den weiteren Schadstoffausstoß der Verursacher aus. Eine Ausnahme in weiterem Sinne ist die Verschärfung von Abgasgrenzwerten.</li> </ul> </li> <li>■ Tierpopulation:             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Von Natur aus selbstregulierend. Allerdings kann die Selbstregulation durch Umwelteinflüsse (Zersiedlung, Abfall und Verkehr) beeinflusst werden.</li> <li>• Im Wald fressen z.B. Füchse die Hasen und halten sich so gegenseitig in einem natürlichen Gleichgewicht.</li> </ul> </li> <li>■ Ausschüttung des Schilddrüsenhormons <i>Thyroxin</i>:             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Selbstregulierend (Hormonhaushalt bei gesunden Menschen).</li> <li>• Der Mensch produziert nur so viel <i>Thyroxin</i>, wie er für sich und seinen Organismus benötigt. Bemerkt das System, dass zu wenig <i>Thyroxin</i> vorhanden ist, wird zusätzliches produziert.</li> </ul> </li> <li>■ <b>Musterlösung Zusatzaufgabe:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Wodurch können selbstregulierende Systeme gestört werden?<br/><br/>Wenn man (Einzelpersonen, Gesellschaft, ...) zunehmend von außen in selbstregulierende Prozesse eingreift – z.B. durch Umweltbelastungen, zu große Un-</li> </ol> </li> </ul> |

**Phase**

1 Einstieg

2 Erarbeitung

3 Ergebnis-  
sicherung

4 Erarbeitung

**5 Ergebnis-  
sicherung**

6 Vertiefung

7 Ergebnis-  
sicherung

8 Abschluss

P Puffer

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>terstützung finanzieller oder anderer Art oder das Anstreben unrealistischer Ziele.</p> <p>2. Folgen von gestörter Selbstregulation:</p> <p>Ist eine Selbstregulation erst einmal gestört, muss ein hoher Aufwand betrieben werden, um die Leistung der Selbstregulation ersetzend auszugleichen – sofern das im Einzelfall überhaupt möglich ist (z.B. beim Erdklima).</p> |
|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

- Zur Erarbeitung überleiten
- Teams einteilen
- M4 austeilen

| Material | ■ M4: M4.1 und M4.2 (Arbeitsblätter)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Phase                                                                                                                                                                                                         |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tun      | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Zur Erarbeitung überleiten</li> <li>■ 2er Teams einteilen.</li> <li>■ M4: M4.1 und M4.2 austeilen.</li> <li>■ Bearbeitung einleiten.</li> <li>■ Zeitmanagement übernehmen: Nach ca. 10 minütiger Einzelarbeit zu Austausch in 2er Team überleiten (ca. 15 Minuten).</li> <li>■ Falls Gruppen früher mit der Bearbeitung fertig sind, Puffer einsetzen:<br/><br/>Messen Sie abermals Ihren Puls. Wie lässt sich der Rückgang des Pulses (im Vergleich zum zweiten Messen) durch das heute Gelernte erklären?</li> </ul> | <p>1 Einstieg</p> <p>2 Erarbeitung</p> <p>3 Ergebnis-sicherung</p> <p>4 Erarbeitung</p> <p>5 Ergebnis-sicherung</p> <p><b>6 Vertiefung</b></p> <p>7 Ergebnis-sicherung</p> <p>8 Abschluss</p> <p>P Puffer</p> |

### Hintergrundinformationen für die Lehrperson:

#### Beispiel 4.1: Der Ölpreis

1. Im Material ist beschrieben, wie sich der Ölpreis durch Rückkopplung mit der Nachfrage selbstregulierend bestimmt. Diese Betrachtung entspricht einem Ausschnitt der Selbstregulation nach Angebot und Nachfrage (siehe Abbildung rechts).
2. Nicht berücksichtigt ist in den Betrachtungen, dass Ölförderländer in Zusammenschlüssen versuchen, den Ölpreis durch Drosselung der Produktion nach oben zu treiben oder durch Produktionsausweitung den Preis zu reduzieren, um unliebsame Konkurrenz mit hohen Produktionskosten zu schädigen.

#### Beispiel 4.2: Die Weltbevölkerung

1. Der Effekt verläuft bei der Bevölkerungszahl zeitverzögert.
2. Die Entwicklung ist elementar von der Fertilitätsrate abhängig, was hier nicht explizit betrachtet ist.

## Erarbeitung Gruppe 1: Stabilisierender Wirkungskreis

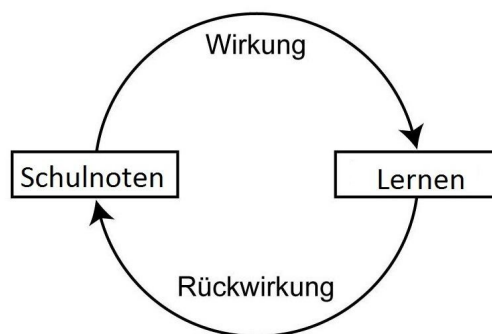
### Aufgabe



Lesen Sie den Text aufmerksam durch.

#### Rückkopplung

Eine Rückkopplung liegt dann vor, wenn ein Element oder ein Teil eines Systems wieder auf sich zurückwirkt – über ein oder mehrere andere Elemente in einem Wirkungskreis. Diese Rückwirkung kann Entwicklungen verstärken, abschwächen oder stabilisieren. Rückkopplungen sind ein wichtiger Bestandteil der Selbstregulation komplexer Systeme.



*Beispiel:* Eine Schülerin schreibt schlechte Noten (Element A = Schulnoten). Dies führt dazu, dass die Schülerin besser lernt (Element B = Lernen). Das bessere Lernen wirkt wiederum auf die Schulnoten (= Rückwirkung), sie werden besser.

#### Der Ölpreis: Beispiel für einen stabilisierenden Wirkungskreis

Sie besitzen ein Haus, dessen Zentralheizung mit Heizöl betrieben wird. Nach dem Winter ist Ihr Öltank nur noch zu einem Viertel voll. Da Sie den Sommer über nicht heizen müssen, beschließen Sie, erst im Spätsommer Heizöl zu bestellen. Eines Tages lesen Sie in der Zeitung, dass Heizöl um 30 % billiger geworden ist.

*Wie wird das Ihre Entscheidung, wann Sie Heizöl kaufen, beeinflussen?*

Wenn Sie gerade genügend Geld besitzen, werden Sie wahrscheinlich die Gelegenheit nutzen, Ihre Heizölvorräte kostengünstig aufzufüllen. Auch viele andere Hausbesitzer werden dies tun. Die Nachfrage nach Heizöl nimmt daher deutlich zu.

*Wie entwickelt sich der Preis, wenn die Nachfrage nach Heizöl zunimmt?*

Nach dem Prinzip von Angebot und Nachfrage steigt nun der Preis, da die angebotene Menge an Heizöl geringer ist als die neue Nachfrage. Theoretisch steigt der Preis so weit an, bis genau so viel Heizöl gekauft wird, wie auf dem Markt angeboten. Ist das Angebot niedriger als die Nachfrage, steigt der Preis – und umgekehrt.

*Wie entwickelt sich der Preis, wenn sich die Nachfrage ändert?*

Wenn beispielsweise ein sehr kalter Winter herrscht, steigt die Nachfrage nach Öl deutlich. In der Folge steigt der Preis für Erdöl und damit auch für Heizöl an. Ange-

nommen, die Unterversorgung mit Erdöl hält an und Fachleute prophezeien, dass sowohl Erd- als auch Heizöl über Jahre sehr teuer bleiben wird. Als Konsequenz sparen die Verbraucher, indem sie weniger heizen, auf andere Heizmethoden ausweichen (z.B. Solaranlagen) oder ihre Häuser dämmen, sodass diese weniger Öl zum Beheizen benötigen. Durch diese Maßnahmen sinkt die Nachfrage nach Heiz- und Erdöl, dadurch sinkt der Preis wieder.

### Wie reguliert sich der Preis?

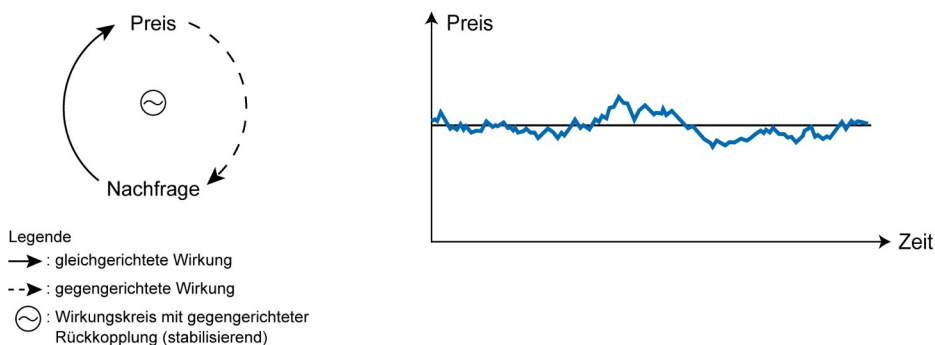
Der Preis motiviert alle Beteiligten zu einem Verhalten, das die Versorgung stabil hält. Obwohl die Beteiligten unterschiedliche Ziele verfolgen – die Anbieter wollen möglichst hohe Gewinne erzielen, während die Konsumenten preisgünstig einkaufen möchten –, hält ihr Zusammenspiel die Stabilität des Systems aufrecht. Davon profitieren beide Seiten. Auch bei Störungen bleibt die Ölversorgung gewährleistet, das System passt sich an Änderungen an. Die Versorgung einer Gesellschaft mit Lebensmitteln und anderen Gütern wird durch viele selbstorganisierende Systeme sichergestellt. Hingegen sind alle Versuche gescheitert, die Versorgung eines Landes durch zentrale Organisation zu planen (Planwirtschaft, beispielsweise in der DDR).

### Stabilisierender Wirkungskreis

Wie die Rückkopplung in einem Wirkungskreis insgesamt wirkt, ist von den einzelnen Wirkungen der beteiligten Elemente untereinander abhängig:

- Liegt eine *gleichgerichtete Einzelwirkung* vor, gilt z.B.: je höher die Nachfrage, desto höher der Preis (oder auch: je niedriger die Nachfrage, desto niedriger der Preis).
- Liegt eine *gegengerichtete Einzelwirkung* vor, gilt z.B.: je höher der Preis, desto geringer die Nachfrage (oder auch: je geringer der Preis, desto höher die Nachfrage).

Ein stabilisierender Wirkungskreis ist ein Wirkungskreis mit *gegengerichteter Rückkopplung*: Hierbei wird eine gleichgerichtete Wirkung (Nachfrage zu Preis) durch eine gegengerichtete Wirkung (Preis zu Nachfrage) zu einem Wirkungskreis ergänzt, der stabilisierend wirkt: je höher die Nachfrage, desto höher der Preis, desto geringer die Nachfrage. Diese *gegengerichtete Rückkopplung* hält Preis und Nachfrage in Balance, wie der rechte Teil der Abbildung verdeutlicht. Der stabilisierende Wirkungskreis wirkt einem dauerhaften Wachstum oder Schrumpfen entgegen und hält das System in Balance und somit stabil.





Notieren Sie sich die wichtigsten Aspekte zu stabilisierenden Wirkungskreisen in zwei bis vier Merksätzen und zeichnen Sie die Grafik dazu, damit Sie Ihrer Arbeitspartnerin bzw. Ihrem Arbeitspartner anschließend das Beispiel erläutern können.

This image shows a single sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

Fortsetzung der Aufgaben auf der nächsten Seite.



Wechseln Sie in Ihr 2er-Team und erklären Sie Ihrer Arbeitspartnerin bzw. Ihrem Arbeitspartner das Beispiel des stabilisierenden Wirkungskreises.



Hören Sie aufmerksam der Erklärung Ihrer Partnerin bzw. Ihres Partners zu (selbstverstärkender Wirkungskreis) und füllen Sie anhand der Erklärung bzw. des Vortrags die betreffende Tabellenspalte aus, in der Sie Folgendes darstellen:

1. Einen zusammenfassenden Merksatz zu der bearbeiteten Art von Wirkungskreis.
2. Einen Wirkungskreis zu Ihrem Beispiel.

|                                                                     | Merksätze | Wirkungskreis (Grafik) |
|---------------------------------------------------------------------|-----------|------------------------|
| <b>Stabilisierender Wirkungskreis:</b><br><b>Ölpreis</b>            |           |                        |
| <b>Selbstverstärkender Wirkungskreis:</b><br><b>Weltbevölkerung</b> |           |                        |

## Erarbeitung Gruppe 2: Selbstverstärkender Wirkungskreis

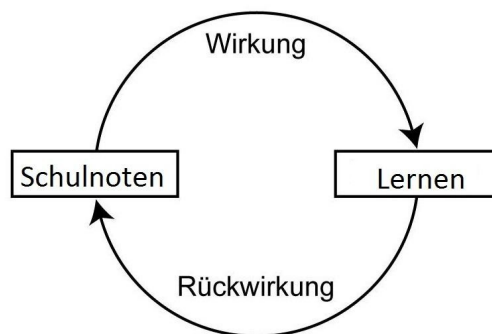
### Aufgabe



Lesen Sie den Text aufmerksam durch.

#### Rückkopplung

Eine Rückkopplung liegt dann vor, wenn ein Element oder ein Teil eines Systems wieder auf sich zurückwirkt – über ein oder mehrere andere Elemente in einem Wirkungskreis. Diese Rückwirkung kann Entwicklungen verstärken, abschwächen oder stabilisieren. Rückkopplungen sind ein wichtiger Bestandteil der Selbstregulation komplexer Systeme.



*Beispiel:* Eine Schülerin schreibt schlechte Noten (Element A = Schulnoten). Dies führt dazu, dass die Schülerin besser lernt (Element B = Lernen). Das bessere Lernen wirkt wiederum auf die Schulnoten (= Rückwirkung), sie werden besser.

#### Die Weltbevölkerung: Beispiel für einen selbstverstärkenden Wirkungskreis

Innerhalb der vergangenen 100 Jahre kam es zu einem starken Bevölkerungsanstieg auf der Welt. Hierbei liegt ein Wirkungskreis mit Selbstverstärkung vor:

- Je mehr Geburten, desto größer die Bevölkerungszahl (Wirkung), und je größer die Bevölkerungszahl, desto mehr Geburten (Rückwirkung).
- Die Anzahl der Geburten wird also immer größer und verstärkt sich selbst. Es kommt zu einem stetigen Anstieg der Bevölkerungszahlen (siehe Abbildung auf der nächsten Seite). In diesem Zusammenhang spricht man auch von *Aufschaukeln*.

Auch eine Entwicklung in die Gegenrichtung wird über diese *gleichgerichtete* Rückkopplung verstärkt: Nimmt das eine Element ab, nimmt auch das andere Element ab. Am Beispiel Bevölkerungsentwicklung heißt das:

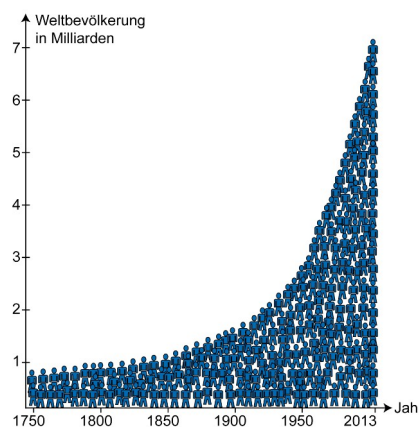
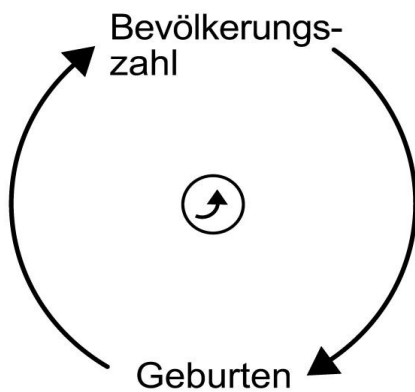
- Je weniger Geburten, desto kleiner die Bevölkerungszahl, desto weniger Geburten.
- Hier kommt es also zum *Abschaukeln* und zur Bevölkerungsschrumpfung.

Selbstverstärkende Wirkungskreise führen zu dauerhaftem Wachstum oder dauerhafter Schrumpfung, wenn nicht andere Wirkungskreise im System die aufschau-

kelnde Wirkung begrenzen. Langfristig führt das zum Ausfall von Funktionen und zum Zusammenbruch von Systemen.

### Selbstverstärkender Wirkungskreis

Ein selbstverstärkender Wirkungskreis ist ein Wirkungskreis mit gleichgerichteter Rückkopplung: Hierbei wird eine gleichgerichtete Wirkung (z.B. Geburten zu Bevölkerungszahl) durch eine weitere gleichgerichtete Wirkung (Bevölkerungszahl zu Geburten) zu einem Wirkungskreis ergänzt, der selbstverstärkend wirkt. Beispiel: je mehr Geburten, desto größer die Bevölkerungszahl, desto mehr Geburten. Durch den entstehenden Wirkungskreis schaukelt sich das System auf oder ab und führt tendenziell zu Instabilitäten. Das geschieht in Grenzen, da andere Wirkungen im System das Auf- oder Abschaukeln begrenzen können.



→ : gleichgerichtete Wirkung

⤴ : Wirkungskreis mit gleichgerichteter Rückkopplung (selbstverstärkend)



Notieren Sie sich die wichtigsten Aspekte zu selbstverstärkenden Wirkungskreisen in zwei bis vier Merksätzen und zeichnen Sie die Grafik dazu, damit Sie Ihrer Arbeitspartnerin bzw. Ihrem Arbeitspartner anschließend das Beispiel erläutern können.

Fortsetzung der Aufgaben auf der nächsten Seite.



Wechseln Sie in Ihr 2er-Team und hören Sie aufmerksam der Erklärung Ihrer Arbeitspartnerin bzw. Ihres Arbeitspartners zu (stabilisierender Wirkungskreis).

Füllen Sie anhand der Erklärung bzw. des Vortrags die betreffende Tabellenspalte aus, in der Sie Folgendes darstellen:

1. Einen zusammenfassenden Merksatz zu der bearbeiteten Art von Wirkungskreis.
2. Einen Wirkungskreis zu Ihrem Beispiel.



Erklären Sie Ihrer Partnerin bzw. Ihrem Partner das Beispiel des selbstverstärkenden Wirkungskreises.

|                                                                     | Merksätze | Wirkungskreis (Grafik) |
|---------------------------------------------------------------------|-----------|------------------------|
| <b>Stabilisierender Wirkungskreis:</b><br><b>Ölpreis</b>            |           |                        |
| <b>Selbstverstärkender Wirkungskreis:</b><br><b>Weltbevölkerung</b> |           |                        |

## → Ergebnissicherung im Plenum einleiten

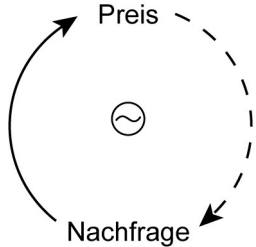
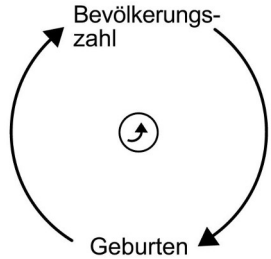
## → Inhalte austauschen

|                 |                                                                                                                                                                                                                          |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Material</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>M4</b> (Tabelle) als Projektionsvorlage (siehe Seite 36)</li> <li>■ Musterlösung zu <b>M4</b> als Projektionsvorlage (siehe Seite 42)</li> <li>■ Projektionsgerät</li> </ul> |
| <b>Tun</b>      | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Ergebnissicherung im Plenum einleiten: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erarbeitete Inhalte austauschen.</li> <li>• Gegebenenfalls nachhaken.</li> </ul> </li> </ul>    |
| <b>Plenum</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Wie regulieren sich komplexe Systeme selbst, sodass sie stabil bleiben?</li> <li>■ Welche Arten von Wirkungskreisen gibt es?</li> </ul>                                         |
| <b>Ergebnis</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Siehe Musterlösung am Ende der Tabelle.</li> </ul>                                                                                                                              |
| <b>Tun</b>      | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Auf Folie Ergebnisse notieren.</li> <li>■ Teilnehmende zur selbstständigen Ergänzung Ihrer Tabelle anhalten.</li> </ul>                                                         |

### Phase

- 1 Einstieg
- 2 Erarbeitung
- 3 Ergebnis-sicherung
- 4 Erarbeitung
- 5 Ergebnis-sicherung
- 6 Vertiefung
- 7 Ergebnis-sicherung**
- 8 Abschluss
- P Puffer

## Musterlösung Merksatz und Wirkungskreise

|                                                            | Merksätze                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Wirkungskreis (Grafik)                                                                                                                                                                                                                                      |
|------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Stabilisierender Wirkungskreis: Ölpreis</b>             | <ul style="list-style-type: none"> <li>Ein stabilisierender Wirkungskreis ist ein Wirkungskreis mit gegengerichteter Rückkopplung.</li> <li>Hierbei wird eine gleichgerichtete Wirkung (z.B. Nachfrage zu Preis) durch eine gegengerichtete Wirkung (Preis zu Nachfrage) zu einem Wirkungskreis ergänzt, der stabilisierend wirkt.</li> <li>Beispiel:<br/>je höher die Nachfrage, desto höher der Preis, desto geringer die Nachfrage (oder auch: je niedriger die Nachfrage, desto niedriger der Preis, desto höher die Nachfrage).</li> <li>Wirkungskreise mit gegengerichteter Rückkopplung führen zu Stabilität.</li> </ul>                                                                       |  <p>Legende</p> <p>→ : gleichgerichtete Wirkung</p> <p>- -&gt; : gegengerichtete Wirkung</p> <p>⊕ : Wirkungskreis mit gegengerichteter Rückkopplung (stabilisierend)</p> |
| <b>Selbstverstärkender Wirkungskreis: Bevölkerungszahl</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Ein selbstverstärkender Wirkungskreis ist ein Wirkungskreis mit gleichgerichteter Rückkopplung.</li> <li>Hierbei wird eine gleichgerichtete Wirkung durch eine weitere gleichgerichtete Wirkung zu einem selbstverstärkenden Wirkungskreis ergänzt.</li> <li>Beispiel:<br/>je mehr Geburten, desto größer die Bevölkerungszahl, desto mehr Geburten (oder auch: je kleiner die Bevölkerungszahl, desto weniger Geburten, desto kleiner die Bevölkerungszahl).</li> <li>Wirkungskreise mit gleichgerichteter Rückkopplung führen zu Auf- oder Abschaukeln (z.B. Bevölkerungsexplosion oder Bevölkerungsimplosion) und tendenziell zu Instabilitäten.</li> </ul> |  <p>→ : gleichgerichtete Wirkung</p> <p>⊕ : Wirkungskreis mit gleichgerichteter Rückkopplung (selbstverstärkend)</p>                                                   |

- Komplexe Systeme enthalten mehrere Wirkungskreise – stabilisierende und selbstverstärkende.
- Damit ein komplexes System stabil bleibt, müssen die stabilisierenden Wirkungskreise das Systemverhalten stärker bestimmen als die selbstverstärkenden Wirkungskreise.

- ➔ Reflexion einleiten
- ➔ Ggf. Puffer einsetzen und Hausaufgabe aufgeben
- ➔ Stunde schließen

| Material | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Plenum   | Reflexion einleiten: <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Wie sollte man mit selbstregulierenden Systemen umgehen?</li> <li>■ Welchen Einfluss hat die Selbstregulation auf unser Leben?</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Ergebnis | <b>Mögliche Reflexionsaspekte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Wie sollte man mit selbstregulierenden Systemen umgehen? <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Selbstregulation eines Systems muss zunächst erkannt werden, damit sie genutzt und geschützt werden kann.</li> <li>• Selbstregulierende Systeme sollten bewahrt werden; denn sie sorgen dafür, <ul style="list-style-type: none"> <li>- dass Funktionen aufrechterhalten bleiben und</li> <li>- das System stabil bleibt.</li> </ul> </li> <li>• Eingriffe in Systeme, die die Selbstregulation gefährden, sollten vermieden oder zumindest gering gehalten werden.<br/>→ Gilt für natürliche wie auch für gesellschaftliche Systeme.</li> </ul> </li> <li>■ Welchen Einfluss hat die Selbstregulation auf unser Leben? <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Selbstregulation hat einen prägenden Einfluss auf das Leben – u.a. der menschliche Organismus wird dadurch reguliert und auf diese Weise überlebensfähig gehalten.</li> <li>• Auch andere Bereiche des Lebens, alltäglich oder nicht, werden dadurch stabil gehalten: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Umwelt</li> <li>- Wirtschaft mit Güterversorgung</li> <li>- Teils gesellschaftliche Systeme</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul> |

## Phase

- 1 Einstieg
- 2 Erarbeitung
- 3 Ergebnis-sicherung
- 4 Erarbeitung
- 5 Ergebnis-sicherung
- 6 Vertiefung
- 7 Ergebnis-sicherung
- 8 Abschluss
- P Puffer

|                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Plenum</b>          | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Falls noch Zeit bleibt, Puffer als PartnerInnenarbeit einsetzen:<br/>Überlegen Sie, inwiefern Schwitzen bei Bewegung eine Selbstregulation darstellt.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>Ergebnis Puffer</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Steigt die Körpertemperatur etwa beim Sport über einen bestimmten Wert, werden Drüsen in der Haut zum Schwitzen veranlasst.</li> <li>■ Durch den Vorgang des Schwitzens kann der Körper überschüssige Wärme abgeben, damit er nicht überhitzt.</li> <li>■ Das Schwitzen dauert so lange an, bis die Temperatur auf einen bestimmten Wert abgesunken ist bzw. die normale Körpertemperatur gehalten bleibt.</li> <li>■ Notwendig für diese Regulation ist ein Wirkungskreis: Eine erhöhte Körpertemperatur führt zum Schwitzen, das Schwitzen wiederum senkt die Temperatur.<br/>→ Stabilisierender Wirkungskreis.</li> </ul>                       |
| <b>Tun</b>             | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Gegebenenfalls Hausaufgabe aufgeben (wenn Teil 2 des Moduls in der nächsten Stunde bearbeitet werden soll): <ul style="list-style-type: none"> <li>• Informieren Sie sich ausführlich mit Hilfe des Internets über die Auswirkungen, die die Düngung von Feldern auf Gewässer (Flüsse, Seen, ...) hat und welche Prozesse dabei ablaufen. Bringen Sie die Materialien zur nächsten Stunde mit.</li> <li>• Notieren Sie zudem in Stichpunkten, inwiefern es bei diesem Beispiel zu einer Störung der Selbstregulation im See kommt.<br/>→ Hinweis: Die Ergebnisse der Hausaufgabe sind die Grundlage für die nächste Stunde!</li> </ul> </li> </ul> |

## Teil 2: Gestörte Selbstregulation

## → Problemsituation einleiten

## → Leitfrage visualisieren

## → Zur Erarbeitung überleiten

|                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Material</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Comic (siehe Seite 48) zum Visualisieren</li> <li>■ Projektionsgerät</li> <li>■ <b>M5</b></li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <b>Tun</b>      | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Problemsituation mit Hilfe von Comic einleiten.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <b>Plenum</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Worum geht es im Comic?</li> <li>■ Worin liegt die Problematik?</li> <li>■ Was passiert dadurch?</li> <li>■ Zu welcher Entwicklung kommt es?</li> <li>■ Warum handelt die Mutter so?</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>Ergebnis</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Friedrich ist Schüler und erhält monatlich 20 Euro Taschengeld von seiner Mutter.</li> <li>■ Mit dem Geld kommt er jedoch in keinem Monat aus, er bittet stets bei seiner Mutter um mehr Geld. Diese gibt ihm das gewünschte Geld – unter der Bedingung, die Zuschüsse später zurückzuzahlen (im Gegensatz zu seinem regulären Taschengeld).</li> <li>■ Der Junge lernt so nie, mit dem vorhandenen Geld auszukommen, sondern gewöhnt sich daran, stets mehr Geld zur Verfügung zu haben und im Überfluss zu leben.</li> <li>■ Die Mutter lässt zu, dass Friedrich mehr Geld verbraucht, als er eigentlich zur Verfügung hat. Im Moment findet Friedrich nichts Negatives an dem zusätzlichen Geld, ganz im Gegenteil. Ein Jahr später, zum Zeitpunkt der Rückzahlung, kommt er jedoch in eine brenzlige Situation.</li> <li>■ Das System der Selbstregulation (Höhe der regulären Einnahmen und Höhe der Ausgaben) wird gestört, da die Mutter von „außen“ mit zusätzlichen Finanzspritzen eingreift. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hinweis: Auch auf anderen Ebenen kommt es zu solchen Vorkommnissen: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Wenn eine Person regelmäßig z.B. mehr ausgibt als sie durch ihre Arbeit verdient, überzieht sie ihr Konto und die Schulden wachsen an (Schulden +</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul> |

**Phase****1 Einstieg****2 Erarbeitung****3 Ergebnis-**  
sicherung**4 Abschluss****P Puffer**

|            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|            | <p>Zinsen).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Wenn ein Staat höhere Ausgaben als reguläre Einnahmen hat, muss er sich verschulden. Die aus dem Staatshaushalt zu zahlenden Zinsen fehlen für Sachaufgaben. Die aufgrund von Zins und Zinsseszins anwachsenden Schulden müssen zum Fälligkeitstermin zurückgezahlt werden und schränken dann die Möglichkeiten des Staates wiederum ein. Da der Staat fällig werdende Kredite durch neue Schulden bezahlt, ist die Selbstregulation zwischen regulären Einnahmen und Ausgaben gestört.</li> </ul> <p>■ Warum handelt die Mutter so?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sie vermeidet (vorerst) Streitigkeiten zwischen sich und ihrem Sohn bzw. einen unzufriedenen Sohn.</li> <li>• ...</li> </ul> |
| <b>Tun</b> | <p>■ Leitfrage an der Tafel visualisieren: „<b>Was geschieht bei einer gestörten Selbstregulation?</b>“</p> <p>■ Zur Erarbeitung überleiten:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2er-Teams bilden.</li> <li>• <b>M5</b> austeilen.</li> <li>• Teilnehmende gegebenenfalls unterstützen.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |

## Friedrich und das Taschengeld

Folie



Comic: Matthias Kiefel

# Gestörte Selbstregulation

## Aufgaben



Bearbeiten Sie die folgenden Aufgaben in 2er-Teams.



Sie haben insgesamt 15 Minuten Zeit.

### Der See: Beispiel für eine gestörte Selbstregulation

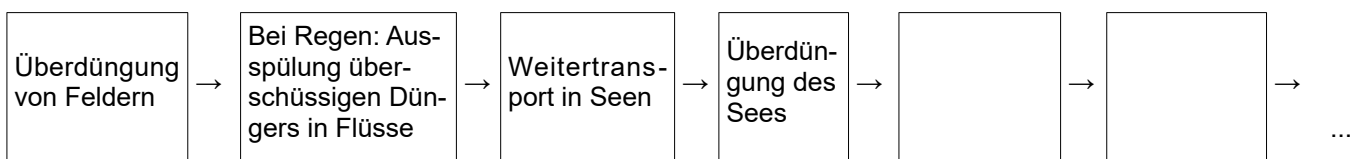
Die Natur besteht aus unzähligen komplexen Systemen – seit Millionen von Jahren regulieren sie sich selbst. Die Selbstregulation sorgt dabei für Stabilität und Aufrechterhaltung von Funktionen. Als Beispiele lassen sich die Erdtemperatur und das Klima, Nährstoffkonzentration in Ökosystemen wie Seen und der Tierbestand in einem Gebiet anführen. Durch Eingriffe und Umweltverschmutzung gefährdet der Mensch Selbstregulation und Stabilität dieser Systeme. Am Beispiel eines Sees kann dies verdeutlicht werden.



Tauschen Sie sich kurz mit Ihrer Arbeitspartnerin bzw. Ihrem Arbeitspartner über die in der Hausaufgabe erarbeiteten Inhalte aus und führen Sie anschließend die folgenden Aufgaben durch.



1. Entwerfen Sie auf einem Blatt Papier gemeinsam eine Grafik, die die einzelnen Prozesse und Folgen einer gestörten Selbstregulation in einem See durch Überdüngung der Felder anschaulich darstellt. Sie können die angefangene Grafik (s.u.) fortführen. Der Zusammenbruch des Systems (Umkippen des Sees) soll nicht thematisiert werden.



2. Fassen Sie anhand des folgenden Textes stichwortartig zusammen, welche Auswirkungen die gestörte Selbstregulation eines Sees haben kann.

Die Düngung von Feldern hat die Selbstregulation von Seen gestört und ihre ökologischen Funktionen beeinträchtigt. Selbst wenn der weitere Eintrag von Nährstoffen aus der Düngung von Feldern unterbliebe, wäre es offen, ob und wie schnell der See sich wieder erholen könnte. Da der See mit vielerlei anderen natürlichen Systemen vernetzt ist, wirkt die gestörte Selbstregulation des Sees auch in die Umgebung.

Hält die Störung über eine längere Zeit an oder wirkt sehr intensiv, besteht die Gefahr, dass das System zusammenbricht und seine ökologischen Funktionen nicht mehr erbringt.

Ist eine Selbstregulation erst einmal gestört, muss ein hoher Aufwand betrieben werden, um die Leistung der Selbstregulation ersetzend auszugleichen – sofern das im Einzelfall überhaupt möglich ist (Stichwort: Erdklima). Ist nicht allein die Selbstregulation gestört, sondern das gesamte System als Folge gestörter Selbstregulation zusammengebrochen, erweist sich der zu leistende Aufwand als nochmals höher.

*Stichwortartige Zusammenfassung:*

---

---

---

---

---

---

---



3. Formulieren Sie einen zusammenfassenden Merksatz zur gestörten Selbstregulation im Allgemeinen und notieren Sie diesen.

---

---

---

---

---

---

---



## Aufgabe



Falls Sie noch Zeit haben: Überlegen Sie gemeinsam mit Ihrer Arbeitspartnerin bzw. Ihrem Arbeitspartner, wo auf gesellschaftlicher, wirtschaftlicher, politischer oder sozialer Ebene ebenfalls gestörte Selbstregulationen vorkommen und notieren Sie die konkreten Beispiele. Tipp: Denken Sie auch an die Bereiche, die bereits in der Stunde behandelt wurden.

---

---

---

## → Ergebnissicherung einleiten

## → Gezielt nachfragen

|                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Material</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>M5</b> (Projektionsvorlage)</li> <li>■ Projektionsgerät</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <b>Tun</b>      | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Ergebnissicherung einleiten: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ergebnisse vorstellen lassen und besprechen.</li> <li>• Gezielt nachfragen.</li> </ul> </li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>Plenum</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Wann handelt es sich um eine gestörte Selbstregulation?</li> <li>■ Wie läuft dies am Beispiel eines Sees ab?</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <b>Ergebnis</b> | <p>Die Lösung der Teilnehmenden muss nicht notwendigerweise exakt diese Punkte bzw. diesen Aufbau darstellen. Diese Musterlösung soll als Grundlage für die Lehrperson dienen.</p> <p><b>1. Prozesse und Folgen einer gestörten Selbstregulation in einem See</b></p> <p>Es wird nicht erwartet, dass die Teilnehmenden ihre Darstellung als Kreislauf (Teufelskreis) gestalten.</p> <p>Der Zusammenbruch des Systems (Umkippen des Sees) sollte außen vor bleiben. Nähere Informationen zu diesem Vorgang finden sich unterhalb dieser Tabelle bei <i>Hintergrundinformationen für die Lehrperson</i>.</p> <p><b>2. Auswirkungen einer gestörten Selbstregulation – das Beispiel See</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Die ökologischen Funktionen sind beeinträchtigt.</li> <li>■ Aufgrund von Vernetzungen wirkt sich das auch auf die Umgebung aus.</li> <li>■ Hält die Störung über eine längere Zeit an oder wirkt sehr</li> </ul> |

### Phase

1 Einstieg

2 Erarbeitung

**3 Ergebnis-  
sicherung**

4 Abschluss

P Puffer

intensiv, besteht die Gefahr, dass das System zusammenbricht.

- Ist eine Selbstregulation erst einmal gestört, muss ein hoher Aufwand betrieben werden, um die Leistung der Selbstregulation ersetzend auszugleichen.

### 3. Merksatz

Greift man in eine Selbstregulation ein, wird die Funktion des betroffenen Systems gestört und behindert; bei längerem oder starkem Eingriff droht die Funktion des Systems auszufallen.

#### Zusatzaufgabe:

Gestörte Selbstregulationen treten auf verschiedenen Ebenen auf:

- Umwelt:
  - Schadstoffeinträge in die Umwelt
  - Zu große Entnahmen aus dem Grundwasserreservoir
  - Erdklima
- Menschlicher Organismus:
  - Alkohol, Rauchen, Psychopharmaka, Schmerzmittel, Drogen
  - Doping
  - Überarbeitung (körperlich bzw. geistig)
- Sozialer Bereich:
  - Beziehungsverhalten:  
Im Normalfall hat ein Mensch Hemmungen, sich in der Öffentlichkeit aggressiv zu verhalten oder andere zu verletzen – aus Angst vor Konsequenzen, aus Schamgefühl, aus Überzeugung etc. Im Rahmen der Gruppendynamik (z.B. im Vorfeld eines großen Fußballspiels) oder einer anonymen Situation kann es jedoch zu einer gestörten Selbstregulation kommen: Aufgrund des Schutzes der Gruppe oder vorherrschender Anonymität verhalten sich Personen in an sich undenkbarer Weise.
- Gesellschaftlicher und politischer Bereich:
  - Staatsverschuldung  
(analog zum Taschengeldbeispiel): Sofern die Schul-

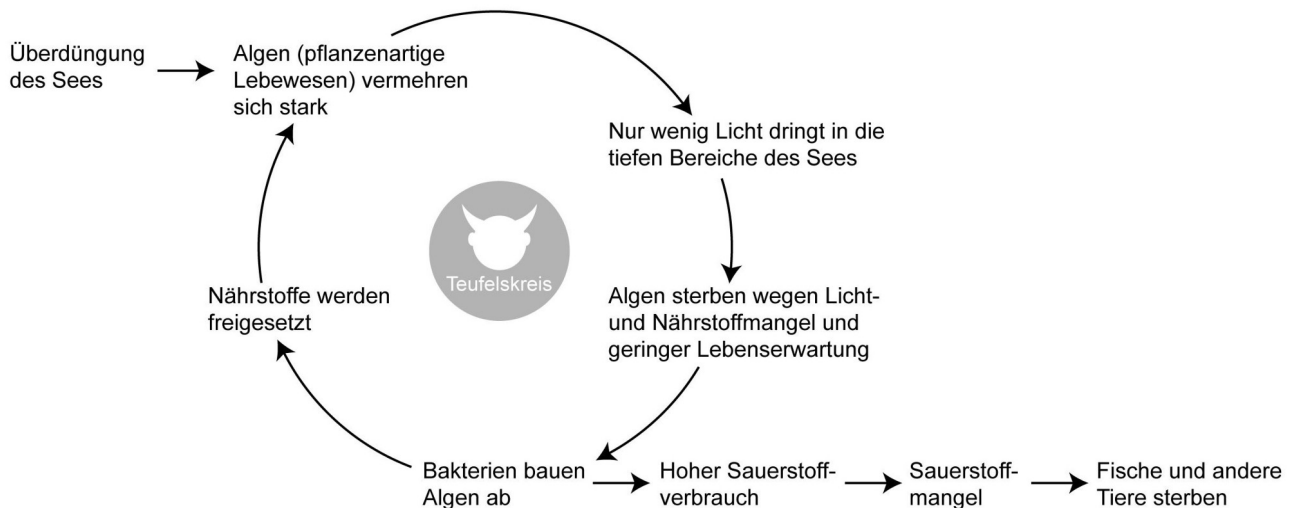
den nicht für eine konkrete Sachinvestition verwendet und über die Dauer der Nutzung der Sache wieder abbezahlt werden.

- Subventionen:  
Dauerhafte Subventionen stören die Selbstregulation wirtschaftlicher Systeme. Sie verfälschen den Ausgleich von Angebot und Nachfrage und den Wettbewerb zwischen Unternehmen. Subventionen können vorübergehend sinnvoll sein, um Entwicklungen anzustoßen; dauerhaft hingegen erweisen sie sich als schädlich und können zu einem Subventionswettlauf (aufschaukelnde Entwicklung) und zu Mitnahmeeffekten (Unternehmen oder Personen erhalten für ein Handeln Geld, das sie auch ohne Subventionszahlung durchgeführt hätten) führen.
- Bürokratie:  
Verschleppung von Anliegen durch komplexe Hierarchien.
- Umweltverschmutzung:  
s.o. (Umwelt)

### Hintergrundinformation für die Lehrperson

*Ausführlicher Text zur Überdüngung und den Folgen für die Selbstregulation von Seen*

- Ein See organisiert und reguliert sich von Natur aus selbst. Auf diese Weise bleibt er in einer dynamischen Balance. Das betrifft zum Beispiel die Menge der einzelnen Tier- und Pflanzenarten, die Nährstoffmengen und die Temperatur des Sees.
- In dieses komplexe Ökosystem und seine vielfältige Selbstregulation greift der Mensch u.a. durch die Düngung von Feldern ein: Denn nur ein Teil des eingebrachten Stickstoffdüngers oder des natürlichen Düngers Gülle wird von den Pflanzen aufgenommen, ein anderer Teil wird durch Regen ausgespült und gelangt über Flüsse in Seen. Auf diese Weise reichern sich Gewässer übermäßig mit Nährstoffen an. Man spricht auch von Überdüngung. Was dabei passiert, zeigt die auf der nächsten Seite folgende Abbildung (Teufelskreis).



■ Ist das System See nicht mehr in der Lage, sich zu erholen, kann das System als Folge der Eingriffe in das System und der Störung der **Selbstregulation zusammenbrechen**. Und so erfolgt das im Detail:

- Sinkt im Rahmen dieses Kreislaufs der Sauerstoffgehalt im See unter einen Grenzwert, sind die vorhandenen Bakterienarten nicht mehr in der Lage, die abgestorbenen Algen abzubauen.
- Dann vermehren sich Bakterienarten, die ohne Sauerstoff auskommen (anaerobe Bakterien).
- Sie produzieren in Gärprozessen Fäulnis und giftige Gase wie Ammoniak, Schwefelwasserstoffe und Methan.
- Durch diese Gifte sterben die meisten Lebewesen im See ab.
- Der See kippt – die Selbstregulation des Systems und auch das System an sich sind damit zerstört.

## Quellen

Bibliographisches Institut GmbH und Duden Paetec GmbH: *Basiswissen Schule Biologie*.

[www.schuelerlexikon.de/SID/016a248d041f559334c52f31bd4728ca/lexika/biologie/index.htm](http://www.schuelerlexikon.de/SID/016a248d041f559334c52f31bd4728ca/lexika/biologie/index.htm) (abgerufen am 5.10.2014).

Christian Kubb, Biologie-Schule.de: *Ökosystem See – Eutrophierung*.

[www.biologie-schule.de/oekosystem-see-eutrophierung.php](http://www.biologie-schule.de/oekosystem-see-eutrophierung.php) (abgerufen am 15.12.2016).

- Reflexion einleiten  
→ Ggf. Puffer einsetzen  
→ Stunde schließen

|                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Material</b> | –                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>Tun</b>      | ■ Reflexion einleiten.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>Plenum</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Wodurch kann es zu einer gestörten Selbstregulation bei Systemen kommen?</li> <li>■ Wodurch äußert sich eine gestörte Selbstregulation?</li> <li>■ Wie kann man diese Störungen verhindern?</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <b>Ergebnis</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Durch äußere Eingriffe in ein selbstreguliertes System kann es zu gestörten/zerstörten Selbstregulationen kommen.</li> <li>■ Die Systeme funktionieren nicht mehr selbstregulierend, sondern geraten aus der Balance.</li> <li>■ Ist eine Selbstregulation erst einmal gestört, muss ein hoher Aufwand betrieben werden, um die Leistung der Selbstregulation ersetzend auszugleichen – sofern das im Einzelfall überhaupt möglich ist (Stichwort: Erdklima).</li> <li>■ Sinnvoll ist es daher, wenn möglich in selbstregulierende und funktionierende Systeme möglichst wenig direkt einzugreifen und stattdessen die Selbstregulation zu nutzen.</li> </ul> |
| <b>Tun</b>      | ■ Gegebenenfalls Puffer einsetzen:<br>Überlegen Sie sich für ein Beispiel einer gestörten Selbstregulation den Ablauf der Störung wie beim Beispiel des Sees.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |

#### Phase

1 Einstieg

2 Erarbeitung

3 Ergebnis-  
sicherung

4 Abschluss

P Puffer

## Junge Menschen und die Gesellschaft durch vernetztes Denken stärken!

Die Bildungsplattform *Wandel vernetzt denken* stellt Lehrkräften, Schulen und anderen Interessierten Unterrichtsmaterial kostenlos zur Verfügung, das den gesellschaftlichen und globalen Wandel in Zusammenhängen vermittelt und vernetztes Denken fördert.

Damit junge Menschen diesen Wandel verstehen, sich auf ihn einlassen und ihn konstruktiv-kritisch begleiten können – und sie der Komplexität in ihrem eigenen Leben gewachsen sind.

Inhaltlich unabhängig und gemeinwohlorientiert, bieten wir mit unserer Webplattform fundiertes, Kompetenzen förderndes und handlungsorientiertes Unterrichtsmaterial zum kostenfreien Download. Getragen wird die Bildungsplattform durch die Stiftung Vernetzt denken in Bern.

[wandelvernetztdenken.ch](http://wandelvernetztdenken.ch)