

1 Vorgänge bringen Struktur in Raum und Zeit.

Dr. Rudolf Ahrens-Botzong, für den AK Didaktik beim DYNAMIKUM Pirmasens, Juni 2013

Ereignis	Beschreibung	Didaktisches
Aus dem Ruderboot steigen.	<p>Über Heck oder Bug eines unvertäuten Ruderboots kann man nicht ans Ufer springen, nur ins Wasser.</p> <p>Quer zu Bootsrichtung, über Back- oder Steuerbord, gelingt der Sprung (sofern ein Freibord bleibt).</p>	<p>Der Springer benötigt einen Impuls zum Bootssteg hin. Die Boots- und Körpermasse sind ähnlich. Deshalb stößt der Gegenimpuls das Boot weg vom Steg. Der Springer erreicht dadurch den Steg nicht mehr und fällt ins Wasser.</p> <p>In Querrichtung kommt zur Bootsmasse noch eine beträchtliche Wassermasse hinter dem Boot wegen des hohen Umströmungswiderstands in Querrichtung.</p>
Eine Tür öffnen.	<p>Man geht rasch auf eine vierteloffene, nach vorne öffnende, schwere Tür zu - man stößt sie nach vorne und verliert dabei etwas an Schwung - man hält die Tür gleich wieder am Griff, damit sie nicht anschlägt und gewinnt dabei etwas Schwung zurück. - Die Tür ist noch nicht hinreichend weit offen, das Spiel beginnt abgeschwächt von Neuem.</p>	<p>Der Vorgang läuft über eine wechselseitige Impulsübertragung, gedämpft von der Muskulatur. Die Bodenhaftung der Schuhsohlen bietet einen Impusausgleich zum massiven Gebäude, sonst könnte man die Tür gar nicht öffnen (siehe das Boot-Problem).</p> <p>Frage: Kann man auf Rollschuhen eine Tür öffnen?</p>
Der Deich bricht !	<p>Das Wasser steht ' Oberkante Unterlippe ' vor dem Deich. An einer Stelle schwappt das Wasser über, bildet ein Rinnsal. Es wird breiter, tieft sich ein. Bald läuft ein Bach, reißt eine Lücke in den Deich, die wird immer breiter und Wasser ergießt sich ins Land. Dieser Strom ebbt erst ab, wenn die Pegel beiderseits des Deichs gleich sind.</p>	<p>Bei ruhigem Wasser und druckwasserfestem Deich würde nichts geschehen. Der Deich bildet eine Sperre (kinematische Bindung). Das schwappende Wasser wirkt als Fluktuation, die einen sich selbst beschleunigenden Vorgang startet. Ohne äußeren Eingriff ebbt dieser erst ab, wenn ihm der Pegelangleich die Kraft nimmt.</p>

2 Vorgänge bringen Struktur in Raum und Zeit.

<p>Ein Auto bremsen.</p>	<p>Mit zunehmender Kraft auf das Bremspedal treten, damit die Bremsbacken bei abnehmender Fahrt eine gleichbleibende Reibungskraft an den Bremstrommeln erzeugen bis das Auto vom einen auf den anderen Augenblick steht – so bremst eine geübter Fahrer nur im Notfall ! Im Alltag dosiert er die Bremskraft derart, dass die Insassen beim Anhalten keinen Ruck verspüren.</p>	<p>Der geübte Fahrer wird unbewusst zum Bestandteil eines Regelkreises, worin die momentane Geschwindigkeit die Bremskraft steuert. Ziel dabei ist, die Kräfte auf den Oberkörper der Insassen vor dem Stillstand soweit zu verringern, dass man keinen Ruck verspürt.</p> <p>Aus ähnlichem Grund werden Straßen- und Schienenkurven so trassiert, dass die gerade Strecke durch eine Übergangskurve (Klothoide) in den gebogenen Streckenabschnitt führt und umgekehrt. Damit wird ein plötzlicher Fliehkraft-Ruck während der Fahrt vermieden.</p>
<p>Zwischen den Heuhaufen.</p>	<p>Nein, der Esel verhungert nicht. Eine Fluktuation (zufällige Kopfdrehung, spontane Eingebung) schafft Vorrang. Das Tier geht alsbald zu einem der beiden Haufen (zum anderen vielleicht danach).</p>	<p>Metastabile Punkte zwischen zwei Attraktoren zeigen diese Eigenschaft nur in mathematischer Idealisierung. In der realen Welt stoßen Fluktuationen das System alsbald in die eine oder andere Richtung.</p> <p>Man kann eine Kugel praktisch nicht so auf eine starre Nadelspitze legen, dass sie lange oben bleibt. Mit Balancieren gelingt es. Das erfordert einen schnellen Regelkreis, um die Fluktuationen auszugleichen.</p>
<p>Picknick bei Regen.</p>	<p>Am Tisch vor der Berghütte wird der Rucksack ausgepackt. Man fängt zu essen an, da setzt leichter Regen ein. Man isst weiter, der Regen hört doch gleich wieder auf. Er wird aber stärker, man zieht mit Sack und Pack in die Hütte um. Alsbald scheint doch die Sonne. Zieht die Gruppe wieder hinaus? Wahrscheinlich erst nach dem Essen.</p>	<p>Wachsende äußere Einflüsse können ein System bei Erreichen einer bestimmten Schwelle in einen anderen Zustand kippen. Nimmt der Einfluss dann wieder ab und sinkt unter die Schwelle, kippen viele Systeme wieder zurück, jedoch erst nachdem der Einfluss weiter abgesunken ist.</p> <p>Dieses Verhalten nennt man Hysterese: Erst ab einem bestimmten „Über- oder Unterdruck“ kippt das System. In vielen biologischen Systemen – und verfeinert in gesellschaftlichen – ist nur dadurch gerichtete Entwicklung möglich. Anderenfalls würde jede stärkere Fluktuation das System kippen und dieses nur seine Ressourcen verbrauchen.</p>

3 *Vorgänge bringen Struktur in Raum und Zeit.*

<p><i>Eine neue Mode für alle Zeit ?</i></p>	<p>Ein kreativer Einfall wird langsam im Umfeld bekannt. Andere folgen dem Einfall, rasch werden es immer mehr, ein Triumph – wirklich? Einige wenden sich jetzt wieder ab, rasch wenden sich immer mehr ab, mit der Zeit bleibt nur eine kleine Anhängerschar.</p>	<p>Dynamik erreicht diese Entwicklung, sobald „der Anfang gemacht ist“ und dann wieder beim Absturz. Beide Phasen erweisen sich als selbstbeschleunigend. Den Anfang, das Umschlagen und die Spätphase bewirken andere Vorgänge: Den Anfang setzt ein Geistesblitz (starke Fluktuation eines kreativen Geistes), die Enttäuschung Einiger leitet die Umkehr ein, in der Spätphase bleiben nur die wenigen Überzeugten dabei.</p> <p>Solches Verhalten ist typisch für dynamische Systeme, deren Veränderungsgeschwindigkeit nichtlinear von veränderlichen Einflussgrößen abhängt, besonders wenn diese Einflussgrößen wiederum vom Entwicklungsstand abhängen (Rückkopplung). Im Extremfall verhält sich das System chaotisch, sofern es nicht hinreichend gedämpft wird.</p> <p><i>Für den außenstehenden Beobachter ist Nahezu-Chaos wenig anregend, ebenso die gemächliche Entwicklung zu Anfang wie in der Endphase. Interessanter hingegen sind rasche Bildung und schnelles Vergehen ausgeprägter Strukturen.</i></p> <p><i>Beobachtet man einen schnellen Aufstieg von Neuem, schließe man daraus nicht, es gehe immer weiter so, oder das Erreichte bleibe lange erhalten. Auch unterschätze man Veränderungen im Kleinen nicht, sie könnten austreiben!</i></p>
<p><i>Der Zug kommt nicht.</i></p>	<p>Spätherbst, kühl-feuchte Witterung, das Bahnhofsgebäude verschlossen, nur eine Bank auf dem Bahnsteig, in der Aktentasche ein Dokument, das man am Vorabend hätte lesen müssen. Der Zug mit seinem warmen Abteil verspätet sich. Zwei Wartenden ergeht es so – den Einen lässt das kalt.</p>	<p>Warum ? Er hat eine weite Reise vor sich und einmal im Zug bleibt ihm genügend Zeit für seine Akten. Dieser Reisende lebt auf einer Zeitskala, wo kurze Störungen weniger Einfluss haben als bei seinem Bahnsteigskollegen. Vielleicht aber auch mehr: In den Akten könnte etwas stehen, worüber er die ganze Fahrt grübelt und dabei einen nachteiligen Entschluss fasst. Schnell entscheiden hätte vielleicht Vorteile gebracht.</p>

4 Vorgänge bringen Struktur in Raum und Zeit.

		Ähnliche Wirkzusammenhänge auf verschiedenen Zeitskalen können also zu unterschiedlichen Ergebnissen führen – je nach dem wieviel Raum und Zeit den Teilvorgängen gegeben wird (Chemiker nennen das kinetische Reaktionskontrolle).
Gewonnen und zeronnen.	Eine neue Straße wird durch den Wald gebaut, dafür viel Holz eingeschlagen und das kann man günstig ersteigern. Bei der Lagerung und Verwertung hapert es jedoch. Endlich könnte der neue Besitzer sein Holz gut verkaufen. Allein, jetzt ist es von Weißfäulepilzen befallen und nahezu wertlos.	Die Trennung von Wirkungsgefügen entsprechend ihren Zeitskalen (d. h. eine kinetische Kontrolle) wird der Natur bisweilen nicht gerecht. Ein weiterer, falsch eingeschätzter Einfluss kann die als getrennt angenommenen Zeitskalen so „verschmieren“, dass Übersicht und Kontrolle insgesamt verloren gehen. <i>Abgeschlossene Systeme gibt es in der Natur nur näherungsweise. Es hängt von den Zeitskalen der Vorgänge ab, inwieweit angenommene Systemgrenzen für Stoffe und Strahlung (und somit auch Information) undurchdringlich sind !</i>