



Was ist „Komplexität“?

Eine Annäherung.
Und ein Versuch, dabei **ohne Mathematik** auszukommen.



„komplex“ = „kompliziert“ = „schwer zu verstehen“?!

- Obige Gleichung spiegelt ein häufig angetroffenes Alltagsverständnis von Komplexität wieder
- In der folgenden Präsentation soll es im Kern darum gehen, zu zeigen:
 1. dass es nicht zweckmäßig ist „komplex“ und „kompliziert“ in einen Topf zu werfen
 2. dass jede:r Mensch mit normalem Verstand und normalem Empfinden einen Zugang zu komplexen Geschehen aller Art bekommen kann
 - ❖ die Gleichung „komplex = schwer zu verstehen“ also falsch ist
 - ❖ die Beschäftigung mit komplexen Phänomenen sogar eine äußerst bunte, spannende Angelegenheit mit starkem Lebens- und sogar Alltagsbezug ist
 - ❖ und ein Grundwissen über Komplexität „an sich“ sehr hilfreich ist, um einen Sachverhalt, für den man sich interessiert, sehr viel weitergehend durchdringen und sich eine fundierte Meinung darüber bilden kann



Zwei Tipps vorab

- Jede Erklärung, was „Komplexität“ eigentlich ist, ist am Anfang eine ziemlich **staubtrockene, abstrakte**^{*)} Angelegenheit
 - wirklich nur am Anfang → Nase zu und durch funktioniert - versprochen! ;-)
- Wer jedoch zunächst einen **praktischen** Zugang zu der Frage bevorzugt, sei auf zwei Beispiele verwiesen, die zwar keine Erklärung liefern, aber ein erstes Gefühl dafür geben sollen, was es mit „Komplexität auf sich hat:
 - Beispiel „**Doppelpendel**“ → s. **<hier> ???**
 - Beispiel „**Bewirtschaftung eines Fischteiches**“ → s. **<hier> ???**

*) von lat. ‚abs-trahere‘ = abziehen, weglassen [von Einzelheiten, um etwas Allgemeines zu erkennen]



Was die Sache auch nicht einfacher macht:

- Es gibt überhaupt gar **keine allseits anerkannte Definition** von „Komplexität“
 - nicht einmal in der Komplexitätsforschung selbst*)
- Und man kann – wie es in der Alltagssprache häufig vorkommt – auch „komplex“ und „kompliziert“ für das Gleiche halten
 - es stellt sich dann lediglich die Frage, wozu man zwei verschiedene Worte für den gleichen Sachverhalt braucht
 - problematisch (und falsch) wird es, wenn damit gleichzeitig verstanden wird: *„mit normalem Menschenverstand nicht zu verstehen“*

*) : was damit zu tun hat, dass die Komplexitätsforschung sich in verschiedenen Anwendungsgebieten unabhängig voneinander entwickelt hat, die alle ihre eigene Sprache haben;
Näheres dazu → siehe [<hier>](#) ??? [Präs. „Gegenstand der KSF“ / Abschnitt KSF-Geschichte]



Reine Willkür also, was wir hier auftischen?!

- Jein:
 - Ja, weil auch der Begriff von Komplexität, den wir hier gleich vorstellen, wie jeder andere kein allgemein anerkannter ist
 - Nein, weil wir ihn uns das nicht ausgedacht, sondern aus dem zusammengestellt haben, was anerkannte ‚Komplexitäts‘-Expert:innen in populärwissenschaftlichen Veröffentlichungen hierzu dargelegt haben
- Am Ende werdet ihr selbst entscheiden müssen, ob ihr unsere Vorstellung von Komplexität für zweckmäßig haltet, einen bewussten und klugen Umgang mit komplexen Geschehnissen zu befördern.



Ein Einstieg

- Um zu verstehen, was Komplexität ausmacht, halten wir zunächst eine Unterteilung aller Sachverhalte (Themen, Vorgänge, Fragen, „Systeme“, ...) in drei Gruppen für sinnvoll:
 1. **Einfache** Sachverhalte
 2. **Komplizierte** Sachverhalte, und
 3. **Komplexe** Sachverhalte



1. Einfache Sachverhalte

- Einfache Sachverhalte zeichnen sich durch Folgendes aus:
 - sie haben nur **wenige Bestandteile**, die auch nur wenige, recht starre **Verknüpfungen** untereinander haben
 - es gibt nur **wenige äußere** Einflussfaktoren auf ihr Verhalten
 - Ihre **Verhaltensmöglichkeiten** sind stark **begrenzt** und vorhersehbar; Ursachen und Wirkungen sind klar ersichtlich; der Umgang mit ihnen ist leicht zu erlernen
- Beispiel:
 - Bedienung einer Kaffeemaschine:
 - ❖ jede:r kann mit ihr umgehen
 - ❖ sie macht nach dem Einschalten im Grunde immer das Gleiche
 - ❖ lediglich die Menge u. Temperatur des zugegebenen Wassers sorgt für eine gewisse Veränderlichkeit des Brühvorganges
 - die *Dauer* der Aufheizung und der Verdampfung können vom einen zum nächsten Mal unterschiedlich sein



Entwurf



2. Komplizierte Sachverhalte

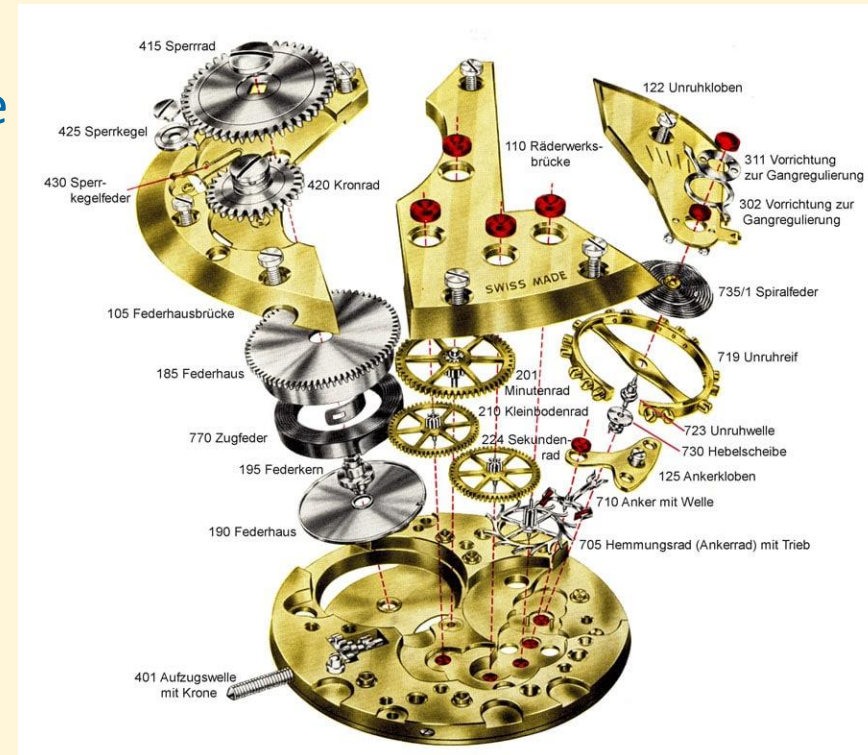
- Charakteristisch für komplizierte Sachverhalte ist:
 - sie haben **viele Bestandteile**, die eng miteinander **verknüpft** sind
 - **Umgebungsbedingungen** haben wenig oder einen sehr **vorhersehbaren Einfluss** auf ihr Verhalten
 - die **Verhaltensmöglichkeiten** sind **eingeschränkt**
 - das Verständnis ihres Verhaltens erfordert **Auffassungsgabe** und **Fachkenntnis**, aber es ist grundsätzlich **möglich**, das Verhalten zu berechnen und **vorherzusehen**
- Beispiel:
 - eine mechanische Uhr (siehe nächste Folie)





Kompliziert, aber nicht komplex:

- eine **mechanische Uhr** mit 1.500 Teilen, die miteinander verbunden sind und die alle ihre feste Funktion haben
- als Laie kann man sie nicht erklären oder gar reparieren; aber ein Uhrmacher hat das nötige Wissen
 - er kann das Verhalten der Uhr vorhersehen
- es ist ihre Bestimmung, dass sie von ihrem erwarteten Verhalten (Zeigerbewegung, Ticken) im Wortsinn nicht eine Sekunde abweicht
 - möglichst unbeeindruckt auch von äußeren Einflüssen wie etwa Schütteln



Entwurf



Lose erste Gedanken zur Unterscheidung von kompliziert und komplex

- durch Erwerb von speziellen Kenntnissen wird die Uhr (das Flugzeug, die deutsche Sprache, der Bauantrag, ...) beherrschbar
- Von Menschen erdachte, z.B. **technische Systeme** sind oft kompliziert, aber selten*) komplex
- Hingegen ist **Lebendiges, Zwischenmenschliches und Gesellschaftliches****), vielleicht nicht kompliziert, aber immer(!) komplex
→ man braucht allgemeines Wissen über Komplexität, um die richtigen Fragen zu stellen ...



- *) : tatsächlich doch auch immer *öfter* komplex; erinnert sei an den Bau des Berliner Flughafens BER, die Flugzeugabstürze Boeing 737 MAX, die Fehler der Corona-Warn-App, ...
- **): einschließlich **Fußballspiele!** ;-)



3. Komplexe Sachverhalte

- Komplexe Sachverhalte zeichnen sich durch Folgendes aus:
 - sie können einfach oder kompliziert aufgebaut sein
 - ihr innerer Aufbau (die Anzahl der Bestandteile, die Art, wie diese miteinander verbunden sind) erlaubt sehr **vielfältige Verhaltensmöglichkeiten**
 - ❖ auch sehr plötzliche Verhaltensänderungen können vorkommen
 - ihr Verhalten ist zeitlich **nicht vorhersehbar** und **nicht kontrollierbar**; sie haben ein mehr oder weniger ausgeprägtes **Eigenleben**
 - (für eine Erläuterung anhand eines Spinnennetzes → siehe **Folien 34f.**)
- Beispiele:
 - für komplex, aber *nicht* kompliziert:
 - ❖ Doppelpendel, Spielwürfel [Fotos! ???]
 - für komplex *und* kompliziert:
 - ❖ Wertpapierbörsen, das Klima, Protestbewegungen, psychische Erkrankungen, Erlernen eines Musikinstrumentes, unser Blutkreislauf, und vieles mehr



Das Gemeine an der Komplexität

- man sieht einem Sachverhalt nicht ohne Weiteres an, ob er komplex ist
- ein Beispiel: unsere **Körpertemperatur**
 - sie ist in sehr engen Grenzen konstant (etwa 36.5 – 37.0°C)
→ es **scheint sich um ein einfaches System zu handeln**
 - dass es doch nicht ganz so einfach sein kann, merken wir erst, wenn wir krank sind und sich die Temperatur erhöht
 - steigt das Fieber auf etwa 42.6°C, wird es akut lebensbedrohlich;
auch die vermeintlich einfache Temperaturregelung bricht zusammen
- wenn wir weiter keine Kenntnis über Lebensvorgänge haben, können wir erstmal nur **indirekt aus dem Verhalten** (dem Temperaturverlauf) **rückschließen**, dass diesem Verhalten sehr wahrscheinlich ein komplexer Sachverhalt zugrunde liegt.
 - Einfachheit des Verhaltens (hier die m.o.w. immer gleiche Temperatur) ist jedenfalls kein verlässliches Merkmal für einen einfachen Sachverhalt!
 - umgekehrt muss auch etwas sehr Kompliziertes keineswegs komplex sein



Hinweise darauf, dass etwas komplex sein könnte

- Komplexe Sachverhalte zeigen charakteristische, in den verschiedensten Zusammenhängen (häufig auch im Alltag!) angetroffene **Eigenschaften und Verhaltensmuster**.
- Werden eines oder mehrere solcher wiederkehrenden Anzeichen beobachtet, liegt der Verdacht nahe, dass der zugrunde liegende Sachverhalt ein komplexer ist.
- Auf den folgenden Folien stellen wir einige dieser Merkmale vor
 - Dabei verzichten wir vorläufig auf Erklärungen, wie die Merkmale zustande kommen
 - Stattdessen führen wir jeweils einige **Beispiele** an, die hoffentlich eine Vorstellung davon geben, was für Erscheinungen gemeint ist.



Einschub: Was die Beispiele zeigen sollen

- Wir haben Beispiele aus möglichst verschiedenen Themengebieten ausgewählt:
Damit möchten wir eine Vorstellung davon geben, dass es sich bei den Merkmalen um etwas **Übergreifendes** handelt, das in jedem beliebigen Zusammenhang vorkommen kann,
 - also nicht etwa auf bestimmte Themenbereiche beschränkt ist
(nur Natur, nur Technik, nur ...)
- Die Beispiele sollen auch vermitteln, dass **jede:r** Mensch mit normaler Wahrnehmung diese Anzeichen von Komplexität erkennen kann



Anzeichen von Komplexität (1/9)

- **dramatische / explosionsartige** Entwicklungen:
 - ein **Börsencrash**; ein überraschender **Konkurs** eines Unternehmens
 - ein **Seuchenausbruch**
 - ein **Schneelawinenabgang**; ein **Erdbeben**
 - die umgerechnet 4 Eurocent **U-Bahn-Fahrpreiserhöhung** in Santiago de Chile, die 2019 rund 1,2 Millionen Menschen auf die Straße getrieben haben
 - ein **Kriegsausbruch**
 - eine stürmische **Verliebtheit**; ein **Ehekrach**
- **Erstaunlicher** (nicht unmittelbar erklärlicher) **Stillstand** oder **gleichmäßiges Pendeln** zwischen zwei nah beieinander liegenden Zuständen
 - unsere **Körpertemperatur** (s.o.)
 - die **Winterruhe der Bäume**
 - ein **Stau auf der Autobahn**, dessen Grund nicht ersichtlich ist
 - der **Fischbestand im Teich**, wenn es keine Störungen gibt
 - ❖ Details → siehe **<hier> ???**



Anzeichen von Komplexität (2/9)

- Vorgänge, bei denen **etwas sehr schnell mehr wird**
 - die rasante Zunahme der Popularität eines **sozialen Mediums**
 - ein **Gerücht**, das sich ‚in Windeseile‘ verbreitet
 - ein **Wettrüsten** (eine Rüstungsspirale) zwischen zwei verfeindeten Ländern
 - ein über Nacht eingetretener **Schimmelpilzbefall** eines Lebensmittels
 - die Zunahme des **Wortschatzes** beim Spracherwerb von Kleinkindern
 - ein starkes **Tumorwachstum**
 - eine **Lohn-Preis-Spirale**
- extreme **Empfindlichkeit für Anfangszustände**
[gemeint ist, dass schon sehr leichte Unterschiede am Anfang eines Vorganges äußerst unterschiedliche Folgen haben können]
 - der genaue Auslenkungswinkel eines **Doppelpendels** vor Beginn eines Schwingversuches
 - ❖ Details → siehe **<hier> ???**
 - die Lage der **Würfel** in der Hand und die Handbewegung beim Würfeln
 - ❖ in ähnlicher Weise die **Roulettekugel**
 - der **Flügel Schlag eines Schmetterlings**, der (in Wahrheit höchst selten ...) einen Tornado auslöst
 - die **Länge eines Blickkontaktes**, die über ganze Schicksale entscheiden kann



Anzeichen von Komplexität (3/9)

- **chaotisches Verhalten:**
 - (noch einmal) das **Doppelpendel**, nach dem Start
 - ❖ Details → siehe **<hier> ???**
 - ohne sichtbaren Grund **einstürzende Brücken**
 - ❖ zur Veranschaulichung google man nach Videos über die „*Tacoma Narrows Bridge*“ (USA) oder die „*Millenium Bridge*“ in London
 - eine **Herzrhythmusstörung**
 - eine **Kernschmelze** in einem Atomkraftwerk
 - das ‚Umkippen‘ eines **Badeteichs** (z.B. wg. extremen Algenwachstums)
 - das **Lagerfeuer**
 - ein **platzender Luftballon**



Anzeichen von Komplexität (4/9)

- Erscheinungen, die eine große **Ordnung** / ein wie ausgedacht erscheinendes **Muster** aufweisen
 - Wellenmuster am Strand; Schneekristalle; Schäfchenwolken
 - der V-Flug der Kraniche; die Bewegung von Fischeschwärmen, „La Ola“ im Stadion
 - Der Romanesco-Blumenkohl, der Farn, die Bananenpalme, ...
 - das Leoparden-, Giraffen- oder Zebrafell; Fischeschuppen, ...
- **„The winner takes it all“**
 - Amazon und Google, die jede Konkurrenz verdrängen
 - der FC Bayern München, der fast immer Deutscher Meister wird
 - die Reichen, die ohne Eingriff der Politik auf Kosten der Armen immer noch reicher werden
 - die Firma, die ein neues Produkt als erste auf den Markt bringt



Anzeichen von Komplexität (5/9)

- wenn **zwei Rangebenen** (die eine Ebene der anderen untergeordnet) eines Sachverhaltes scheinbar **nichts miteinander zu tun haben**, bzw. das **Verhalten ‚des Ganzen‘** (die Makroebene) **nicht aus seinen Bestandteilen** (Mikroebene) **erklärt werden kann**
 - das **Wasser** (Makroebene), das bei Raumtemperatur flüssig ist, obwohl das H₂O-Molekül (Mikroebene) so klein ist, dass Wasser gasförmig / als Dampf vorliegen müsste
 - das **Handy**, das man zersägen kann und trotzdem nicht versteht, wie es funktioniert
 - das **Gehirn**, das man nicht versteht, selbst wenn man „alles“ über eine einzelne Nervenzelle weiß
 - die musikalische Wirkung eines **Orchesters**, die nicht auf die einzelnen Instrumente zurückzuführen ist
 - wenn **Unternehmen** (Mikroebene) jedes für sich vorteilhaft ihre Exporte steigern ...
 - ❖ ... und dabei für die **Gesamtwirtschaft** (Makroebene) eher bedrohliche Handelsbilanzüberschüsse produzieren
 - die ökologischen und Erholungsfunktionen des **Waldes**, die nicht von einzelnen Bäumen herrühren
 - (ein Beispiel aus der **Wahrnehmungspsychologie** → siehe **Folie 37**)

**„Das Ganze ist mehr und anders als seine Teile“:
Alles andere als eine philosophische Spielerei ...!**



Anzeichen von Komplexität (6/9)

- Wenn etwas ein **Eigenleben** entwickelt („tut was es will“)
[Sachverhalte, die man womöglich gut versteht und ihnen trotzdem machtlos gegenüber steht]:
 - z.B. wenn man genau weiß, dass etwas passieren wird, aber **nicht vorhersagen kann, wann genau**:
 - ❖ die nächste **Bankenkrise**, das Platzen einer **Immobilienblase**
 - ❖ das nächste **Hochwasser**, die nächste **Dürreperiode**
 - z.B. wenn eine Entwicklung **unaufhaltsam / unveränderlich** erscheint:
 - ❖ ein **Krankheitsverlauf**
 - ❖ das (nur für die Beteiligten nicht) vorhersehbar bevorstehende Ende einer **Paarbeziehung**
 - ❖ die **Berufswahl**, aus der man nicht mehr rauskommt
 - ❖ die Ausweitung eines **Kriegsgeschehens**
 - ❖ der **Verbrennungsmotor**, der nur unter äußersten Anstrengungen durch einen nichtfossilen Antrieb ersetzt werden kann
 - ❖ die **Anordnung der Buchstaben auf der Tastatur** („QWERTY“), die heute vollkommen unsinnig ist und trotzdem fortlebt



Anzeichen von Komplexität (7/9)

- Wenn etwas in dem Sinne **widersprüchlich** („paradox“) erscheint, dass nicht mehr unmittelbar klar ist, was Ursache und was Wirkung ist:
 - der Klassiker: die **Henne** und **das Ei** – was war zuerst da?
 - die **Gewalt**, die **Gegengewalt** erzeugt, die wiederum ...
 - die **persönliche Macht**, die vorteilhafte **Beziehungen** verschafft, die die persönliche Macht weiter befestigen
 - die **Toilettenpapierknappheit**, die **Hamsterkäufe** auslöst, die wiederum die Knappheit verschärfen
 - der **Ehemann, der trinkt**, weil seine **Ehe zerrüttet** ist, weil er trinkt
 - die **Medien**, die bringen, was die **Zuschauer** hören wollen und die Zuschauer, die hören wollen, was die Medien bringen
 - die selbstbewusste **Körpersprache**, die eine gute **Stimmung** macht, die eine selbstbewusste Körpersprache macht
 - der **Stress**, der **Lippenherpes** zum Ausbruch bringt, der Stress verursacht



Anzeichen von Komplexität (8/9)

- Wenn etwas **erstaunlich***) **gut seine Funktion erfüllt**, auch unter verschiedensten Bedingungen:
 - *): obwohl es nicht bewusst gestaltet wurde
 - die meisten **Tiere und Pflanzen**
 - das **Geld**
(man denke daran, wie lange es das Geld schon gibt, an die vielen Formen, die es im Laufe der Geschichte schon angenommen hat, die vielen Funktionen, die es noch hat, die es neu hat ...)
- Wenn bei einer Sache **mysteriös** erscheint, warum es sie (noch) gibt
 - **Zinsen** auf Finanzvermögen („Geld macht Geld“?!)
 - **Regeln, Traditionen, Denkmuster**, usw. die offensichtlich (selbst-)schädigend sind und trotzdem überdauern
 - ❖ Beispiel: diverse Schönheitsideale



Anzeichen von Komplexität (9/9)

- wenn der Umgang mit etwas **ungewöhnliche Reaktionen erfordert**
 - **Aquaplaning** (*nicht bremsen, nicht gegenlenken*)
 - **Waldbrandbekämpfung** (Einsatz von Gegenfeuern)
- Wenn etwas ein **Muster** aufweist, das einem anderen sehr **ähnelt**, obwohl die beiden Sachverhalte nichts miteinander zu tun haben
 - Bsp. **Straßennetze** und das **Nervennetzwerk** im Gehirn



Zur Untersuchung von komplexen Sachverhalten

- Die Feststellung, dass ein Vorgang bestimmte Auffälligkeiten aufweist, bekommt natürlich erst Bedeutung, wenn man versteht, **wie** es zu der betreffenden Erscheinung kommt.
- Entsprechende Untersuchungen haben einen enormen Aufschwung bekommen, seit es immer leistungsfähigere **Computer** gibt, die z.B. sehr **große Datenmengen** verarbeiten und nicht nur Zustände, sondern auch **Zustandsänderungen** über die Zeit (das **dynamische Verhalten** eines komplexen Vorganges) immer besser abbilden können
 - im Gegensatz zu uns Menschen, die wir ohne Hilfsmittel *nicht* gut darin sind, Bewegungsabläufe und das, was an ihnen besonders ist, zu erfassen
 - die technische Entwicklung hat auch dazu geführt, dass verschiedenste komplexe Situationen jetzt experimentell nachgestellt und wissenschaftlich untersucht werden können
- Im Folgenden versuchen wir, in sehr kurzer (d.h. erst einmal: abstrakter) Form ein paar Grundlagen über komplexes Verhalten vorzustellen, die sich aus bisherigen Untersuchungen ergeben haben.
- Anschließend werden wir versuchen, das Gemeinte anhand von Beispielen anschaulich zu machen.



Einige Grunderkenntnisse über komplexe Vorgänge (1/5)

- komplexes Verhalten lässt sich am ehesten verstehen, wenn man Folgendes kennt:
 - die **Bestandteile**, aus denen sich ein komplexer Sachverhalt zusammensetzt
 - die in einem komplexen Sachverhalt bestehenden **Rangordnungen** (über- und untergeordnete **Betrachtungsebenen**)
 - ❖ Beispiel „Landmasse der Erde“:
die Kontinente [oberste Ebene] – einzelne Länder – Regionen – Orte [unterste Ebene]
 - die **Beziehungen**, in denen die Bestandteile und Ebenen zueinander stehen
 - das Verhältnis zur **Umwelt** des komplexen Sachverhaltes
 - ❖ z.B. das der Erde zum Mond, zur Sonne, zum Weltraum
 - ‚Verhältnis‘ meint hier, ob und wie die Erde und ihre Umgebung einander beeinflussen



Einige Grunderkenntnisse über komplexe Vorgänge (2/5)

- der **Grad der Komplexität** (d.h. vor allem: die **Vielfalt der Verhaltensmöglichkeiten, die Unberechenbarkeit**) ist normalerweise **umso größer**,
 - je **mehr Bestandteile** der komplexe Sachverhalt hat (siehe auch **Folie 36**)
 - **wichtiger noch**: je **mehr** und je **vielfältigere Beziehungen** zwischen den Bestandteilen und den Ebenen bestehen, also eine Netzstruktur ausgebildet wird
- **Beziehungen** zwischen Bestandteilen bilden sich umso **eher** aus, je größer die räumliche oder zeitliche **Nähe der Bestandteile zueinander** ist
 - wenn etwa die **Verkehrsdichte** auf einer Autobahn zunimmt (→ der Abstand zwischen den Autos kleiner wird), kann es ohne(!) äußeren Anlass - sozusagen „aus dem Nichts“ - zu einem Stau kommen.
 - ❖ vgl. **Folie 15** zu ‚erstaunlicher Stillstand‘ als Hinweis auf Komplexität



Einige Grunderkenntnisse über komplexe Vorgänge (3/5)

- Es gibt **verschiedene Arten von Beziehungen** zwischen Bestandteilen eines komplexen Sachverhalts
 - welcher **Natur** dieser Austausch zwischen Bestandteilen sein kann
→ siehe **Folie 38**
 - wichtig ist, dass diese Beziehungen sehr **einfacher** Art und leicht zu verstehen sind
 - ❖ damit begreift man zwar noch nicht den komplexen Vorgang als Ganzes, aber hat zumindest einen ersten Zugang dazu
 - Bestandteile können auch auf **mehrere** Arten gleichzeitig miteinander verbunden sein. Je dichter das Beziehungsgeflecht, desto mehr kann sich die Komplexität des Sachverhaltes erhöhen.
- Beziehungen zwischen Bestandteilen in Form von **Wechselwirkungen** haben eine besondere Bedeutung für die Komplexität eines Sachverhaltes
 - ‚Wechselwirkung‘ bedeutet, dass nicht nur ein Bestandteil auf den anderen einwirkt, sondern dieser andere Bestandteil auf den ersten auch zurückwirkt
 - für ein grundlegendes Verständnis von Wechselwirkungen möchten wir auf eine eigene Präsentation verweisen → siehe **<hier> ??? [Präs. WW]**



Einige Grunderkenntnisse über komplexe Vorgänge (4/5)

- für das Verständnis von komplexen Vorgängen noch bedeutsamer als **einfache** Wechselwirkungen sind sogenannte **Wirkungskreisläufe**;
 - damit gemeint ist, dass die Wechselwirkung sich nicht auf zwei benachbarte Bestandteile beschränkt, sondern sich über **mehrere** Bestandteile erstreckt, bis sie wieder beim Ausgangspunkt angekommen ist
 - das Verständnis wird stark erschwert, wenn – wie es oft geschieht – die jeweiligen Wirkungen von einem Bestandteil auf den nächsten nicht sofort, sondern **zeitverzögert** (manchmal um Jahre verschoben!) eintreten
 - ❖ das vielleicht bekannteste Beispiel: der **CO₂-Ausstoß in die Atmosphäre** heute, für den vielleicht erst die nächste Menschengeneration bezahlen wird
- Wechselwirkungen und (zeitverzögerte) Wirkungskreisläufe in einem komplexen Sachverhalt haben zur Folge, dass unsere hauptsächlich genutzten Denkformen – die **einfache Logik** und **gerades Schließen von einer Ursache auf eine Wirkung** - zur Erklärung des Verhaltens **nicht mehr ausreichen**
 - Es werden **andere** Fähigkeiten gebraucht, um das komplexe Geschehen zu verstehen – wir kommen darauf **<hier> ??? [Präs. ‚system. Denken‘] zurück**



Einige Grunderkenntnisse über komplexe Vorgänge (5/5)

- Viele der bisher vorgestellten Grunderkenntnisse betrafen die Bestandteile (die *Mikroebene*) eines komplexen Sachverhalts
- Weitere Erkenntnisse betreffen auch das Gesamtverhalten (die *Makroebene*), etwa die Möglichkeit einer völlig **chaotischen** Reaktion (siehe **Folie 17**) oder die Ausbildung einer wie bewusst geplant erscheinenden **Ordnung** (siehe **Folie 18**).
- Wir haben diesen Erscheinungen **eigene Präsentationen** gewidmet, weshalb wir sie hier nicht weiter vertiefen → siehe etwa **<hier>???** [Chaos / Kritikalität], **<hier> ???** [Emergenz / Selbstorganisation] und **<hier> ???** [Pfadabhängigkeit ???]
- [evt. doch Kurzzusammenfassungen hier ???]



Zum Schluss: Eine Grunderkenntnis, die wohl erst noch gewonnen werden muss

- Die zahlreichen in dieser Präsentation vorgestellten Beispiele legen nahe, dass **ähnliche Reaktionsmuster** gleichermaßen in der **Natur** und auf **gesellschaftlicher** Ebene vorkommen
- Das wirft die **Frage** auf, inwieweit ähnliche Verhaltensweisen auch auf **ähnlichen Entstehungsmechanismen** beruhen.
 - Wir vom Kiosk haben keinen Überblick, wie weit die Komplexitätsforschung diesbezüglich gediehen ist.
- Solche grundlegenden **Verhaltensmechanismen** zu finden, würde die Untersuchung und den Umgang mit komplexen Vorgängen natürlich sehr erleichtern.
 - Wir möchten deshalb gerne glauben, dass es solche Regeln schon gibt oder nur noch auf ihre Entdeckung und Bestätigung warten.
- Die Vorstellung gefällt uns, dass komplexe gesellschaftliche Vorgänge sich von solchen in der Natur *nicht grundsätzlich* unterscheiden, sondern nur hinsichtlich
 - a) des **Grades der Komplexität** [viel höher als in der Natur, z.B. viel mehr Betrachtungsebenen]
 - b) des **Ausmaßes der Wissenslücken** [in der Regel auch größer als bei Naturphänomenen]
- Die Komplexitätsforschung hat schon viel dafür getan, Natur- und Gesellschaftswissenschaften einander näher zu bringen.
Dieser Prozess darf gerne noch viel weitergehen! 😊



Ausblick

- Wir hoffen, wir konnten eine Idee vermitteln, dass „Komplexität“ kein verkopftes, sondern ein lebensnahes Thema ist, zu dem jede:r Zugang haben kann.
- Natürlich ist das nicht alles. Wer Lust hat, kann auf dieser Webseite nach **weiteren Infos** stöbern.
- Vielleicht der wichtigste Abschnitt darin ist der über „**systemisches Denken**“, wo es um die **Fähigkeiten** und **Methoden** geht, die man für eine genauere Untersuchung eines komplexen Geschehens braucht.
 - am wichtigsten auch, weil erst die Kenntnis der Methoden eine Idee gibt, inwieweit Komplexitätsbetrachtungen einen **Nutzwert** haben, wo die **Grenzen** liegen, usw.
- Sicher ist, dass unsere Leben immer mehr in eine immer komplexer werdende Welt eingebunden werden – selbst bei dem berühmten **Sack Reis, der in China umfällt**, kann sich nicht mehr ganz sicher sein, dass er wirklich keinen Einfluss hat.
- Auch das ein Grund, sich Zeit und Muße für das Verständnis von komplexen Vorgängen zu nehmen und dem Druck der aktuellen Krisen nicht nachzugeben.
 - nicht zuletzt, weil auch diese Krisen komplexe Vorgänge sind, die umfassend verstanden werden wollen.



*„The future may be unpredictable, but it is not unknowable.
We can't pinpoint where the next raging forest fire or record
temperature will hit. But we know they will happen.“*

(from editorial NOEMA magazine / Berggruen Institute, 23.7.2022)

*"Die Zukunft mag unvorhersehbar sein, aber sie ist nicht unwissbar.
Wir können nicht genau sagen, wo der nächste wütende Waldbrand
oder die nächste Rekordtemperatur auftreten wird. Aber wir wissen,
dass sie passieren werden."*

(aus Leitartikel NOEMA Magazin / Berggruen Institut, 23.7.2022)



Anhang

Einige Zusatzfolien, die vielleicht den einen oder anderen Zusammenhang verständlicher machen



Komplexität - Beispiel Spinnennetz (1)



Spinnennetz in einer Tannenspitze



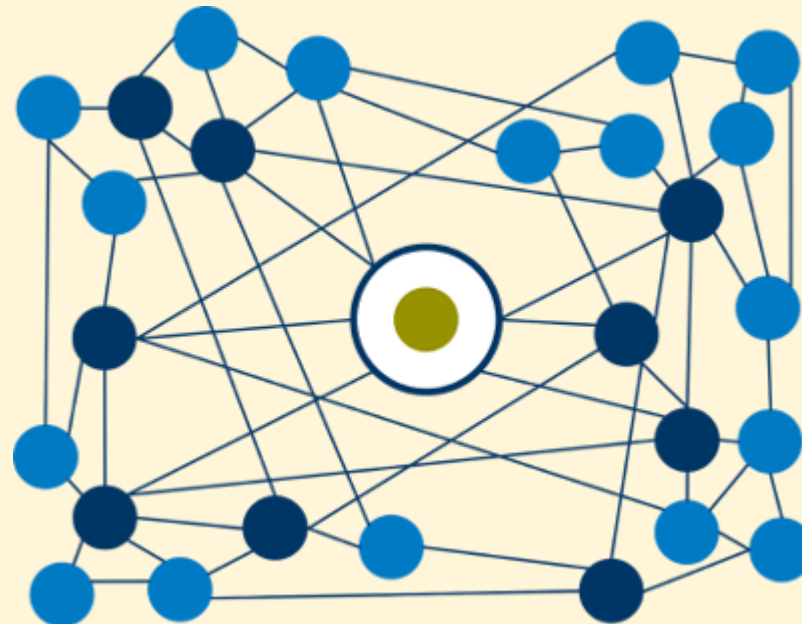
Komplexität - Beispiel Spinnennetz (2)

- umso komplexer, je dichter es geknüpft ist
- ‚zieht‘ man [bildlich gesprochen oder wörtlich] an einem ‚Knoten‘ eines komplexen Netzes, kann sich dies an einer **völlig anderen** Stelle des Netzes auswirken:
 - so wie der Signalfaden eine Spinne über eine ins Netz gegangene Beute alarmiert – egal wo im Netz sie sich selber gerade versteckt hält!
 - was genau an dieser ‚ganz anderen‘ Stelle passiert, nachdem man an einem entfernten Ende ‚gezogen‘ hat, ist oft sehr **schwer vorherzusagen**, weil das Zusammenspiel der vielen Glieder dazwischen und der Einfluss der Nachbarglieder von uns nicht einfach überblickt werden kann
(obwohl wir jede **einzelne** ‚Zugbewegung‘ ohne weiteres verstehen!)



Grad der Komplexität

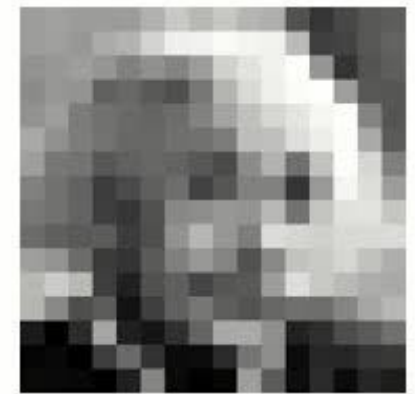
- etwas ist normalerweise umso komplexer
 - aus je mehr Elementen es besteht
 - Je mehr Verbindungen zwischen den Elementen bestehen





Sichtweisen auf komplexes Geschehen

- man kann komplexe Sachverhalte auf verschiedenen **Ebenen** betrachten:
 - man kann z.B. auf der **Detail**ebene (der ‚Mikroebene‘) die **Bestandteile** des komplexen Systems und die Wechselbeziehungen zwischen den einzelnen Elementen untersuchen
 - man kann aber auch einen Schritt zurücktreten und aus größerer Entfernung betrachten, wie sich das Geschehen als **Ganzes** (auf der ‚Makroebene‘) verhält. Jeder weiß, dass man da bisweilen etwas sieht, was aus der Nähe **nicht** erkennbar ist.
So wie auch Herr Einstein bei größerem Abstand vom Bild viel besser wahrgenommen wird
→ **probiert / probieren Sie es aus!**





Natur der Beziehungen / des Austausches zwischen den Bestandteilen A und B eines komplexen Sachverhalts

- **stofflich:**
 - z.B. wenn in einem Biotop eine bestimmte Art von Blütenpollen (A) die Nahrungsquelle für eine Insektenart (B) ist
- **energetisch:**
 - z.B. die Verbindung zwischen zwei Punkten A und B in einem Stromnetz
- **informationell:**
 - z.B. ein ‚Like‘ von einer Person A über eine Person B in einem sozialen Netzwerk
- **sozial**
(hier **neutral** im Sinne von ‚zwischenmenschlich‘ gemeint, nicht gemeinnützig, hilfsbereit, o.ä.)
 - wenn A einen Kontakt von B zu C herstellt, wenn A gegenüber B aggressiv wird, wenn A für B Partei ergreift, usw.



Das gegenseitige Beeinflussung der Bestandteile A und B kann verschiedene Formen annehmen

- **A ist Ursache von B**; zum Beispiel
 - wenn A größer wird, wird auch B größer:
 - ❖ wenn Staubbelastung der Luft (A) **steigt**, gibt es auch **mehr** Atemwegserkrankungen (B)
 - wenn A größer wird, wird B kleiner:
 - ❖ wenn der Preis (A) eines Produktes **steigt**, **sinkt** die von den Kunden nachgefragte Menge (B)
- **A wirkt auf B, aber B wirkt auch auf A zurück**:
 - es besteht also eine Wechselbeziehung zwischen A und B;
 - die **Wechselwirkung** kann verstärkend oder dämpfend sein:
 - bei gegenseitig **verstärkender** Wirkung kann es zu einem **Lawineneffekt** kommen:
 - ❖ die Musik (A) in der Kneipe wird lauter → die Gäste (B) unterhalten sich lauter → die Musik wird noch lauter gestellt [→→ der Getränkekonsum steigt → die Freude des Wirtes auch ...]
 - bei **drosselnder** Rückwirkung kommt es zu einer gegenseitigen **Stabilisierung** von A und B:
 - ❖ es gibt mehr Mäuse in der Stadt → es gibt mehr streunende Katzen → die Zahl der Mäuse nimmt ab → die Zahl der Katzen nimmt ab → die Zahl der Mäuse steigt wieder → ...

In der Regel verstehen wir solche ‚Zweier-Beziehungen‘ sehr gut!

Entwurf