

Systemdynamische Wirkungsdiagramme

Causal Loop Diagramme (CLD)

Eine Handreichung



di:angewandte **cooppa**
Nachhaltigkeit verbindet

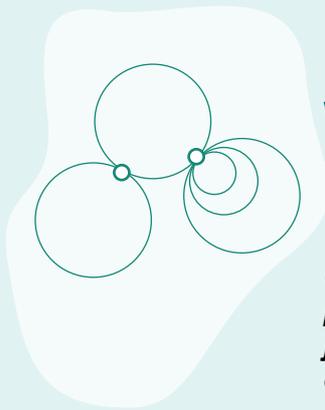


Das Projekt wird von dem Österreichischen Klima- und Energiefonds gefördert.

sdg.visionpath.at



Diese Handreichung dient zur Anleitung eigenständig systemdynamische Wirkungsdiagramme zu erstellen.



Was ist das Problem?

Oft ist die Antwort auf diese einfach scheinende Frage komplexer als sie im ersten Moment scheint. Um ein Problem jedoch an der Wurzel packen und lösen zu können, braucht es ein gutes Verständnis der Ursache und Mechanismen des Problems.

Für das Erkennen und Erfassen eines Problems, eines problematischen Verhaltens können systemdynamische Wirkungsdiagramme angewandt werden.

In systemdynamischen Wirkungsdiagrammen (Causal Loop Diagramme) wird abgebildet, wie durch Ursache-Wirkungszusammenhänge zwischen Teilen eines System sich über eine Zeitspanne zirkuläre Einflüsse bilden.

Diese Schaubilder offerieren:

- prägnante visuelle Gestalt
- hohe Abstraktionsebene leicht zu entwickeln
- geben bereits vor der Ausformulierung des Modells einen Überblick
- erlaubt Unschärfe wenn nicht alle Einzelheiten klar sind



Einführung / Darlegung

Systemdynamiken denken – heißt in dynamischen Systemen zu denken und dabei helfen systemdynamische Wirkungsdiagramme, nach dem englischen Original konkret Causal Loop Diagramme. Sie sind eine Methode des systemischen Denkens und sind in die qualitative dynamische Kategorie einzureihen.

Komplexere Sachverhalte zu denken übersteigt oftmals die kognitiven Fähigkeiten der Betrachtenden. Gründe dafür gibt es einige: wir sind geübt darin „große Dinge“ in einzelne kleine Teile „herunterzubrechen“ bzw. eine zeitliche Abfolge zu reihen. Weiterst sind wir geübt darin, zunächst ein Problem zu definieren und daraus die einzelnen Schritte zu dessen Lösung abzuleiten. Bei diesen Betrachtungsweisen geht etwas Essenzielles verloren: die Zusammenhänge **der Faktoren/Elementen** und **ihre wechselseitigen Verflechtung** und **das Verhalten der Teile** über eine gewisse Zeitspanne hinweg. Das Prinzip von Systemdenken lautet: Das Verhalten eines Systems resultiert aus der zugrundeliegenden Struktur.

Die **dynamische Analyse** mit dem Werkzeug der **Causal Loop Diagramme (CLDs)** ermöglicht diese Verflechtungen im Denkprozess mitzudenken und implizites intuitives Wissen expliziter darzustellen. Die **dynamische Struktur des Systems** ist durch die visuell spezifische Darstellung der Diagramme leichter erkennbar, und unterstützt durch die andere Lesbarkeit eine kognitives Erkennen auf bildlicher Ebene.

Dynamisches Systemdenken kann auf unterschiedliche Art und Weise kommuniziert werden. Kausale und dynamische Systemanalyse verstehen wir als eine **Sprache** mit den **Elementen der einzelnen Teile und deren Wirkungsmechanismen innerhalb gesetzter Systemgrenzen**. Ein Verständnis dazu kann leicht geschaffen werden, nämlich durch die Frage: „Wird was mehr beziehungsweise wird was weniger, wenn ein Teil auf den anderen Teil einwirkt?“ Diese **Wechselwirkung** ist die unterschiedliche **Veränderung eines Teils bei gleichzeitiger Veränderung eines anderen Teils**. Sie ist durch eine kausale Verknüpfungen – also Ursache und Wirkung verknüpft.

Eine **Struktur** und ihr **systemisches Verhalten**, in dem Sinne „**das Ganze ist mehr als die Summe der Teile**“, ist dadurch definiert wie **alle Verknüpfungen im gesamten Wirken**.

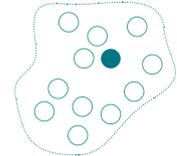


Elemente von Causal Loop Diagrammen



Eine **Variable** ist ein Faktor oder Element, das in einem Diagramm verwendet wird.

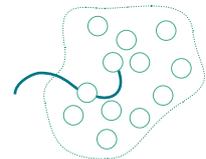
Abhängig von den Einflüssen, die auf sie wirken, verändert sich die Variable über die Zeit



Eine **Verknüpfung** stellt den die einzelnen Variablen zueinander in Bezug.

Eine Verknüpfung zeigt die Wirkungszusammenhänge zwischen den einzelnen Variablen auf.

Durch die Verknüpfung der einzelnen Elemente entsteht ein neues Gesamtes.



Das Ziel der Abbildung der Wirkungsdiagramme ist zu ermitteln, welche Dynamik sich aus der Systemstruktur ergibt.



Der **Wirkungspfeil** zeigt die Kausalität an.

Die Veränderung der Variable am Linienbeginn verursacht eine Änderung der Variable an der Pfeilspitze.



Das **Plus-Zeichen** beim Wirkungspfeil zeigt:

Die Variable A und die Variable B verändern sich gemeinsam in die gleiche Richtung: wenn A mehr wird, wird B mehr bzw. wenn A weniger wird, wird B weniger.



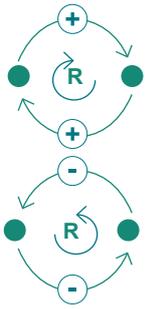
Das **Minus-Zeichen** beim Wirkungspfeil zeigt:

Die Veränderung der Variable A und die Variable B gehen in entgegengesetzte Richtung: wenn A sinkt, steigt B bzw. wenn A steigt, sinkt B.



Elemente von Causal Loop Diagrammen

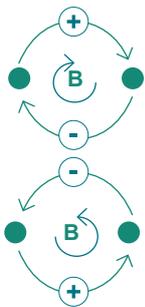
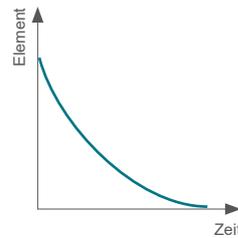
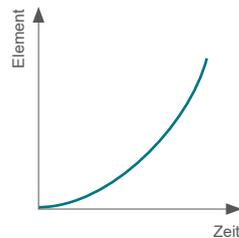
Wirkungskreis / Wirkungsketten:



Verstärkender Loop (R):

Das System bewegt sich in die selbe Richtung – verursacht Wachstum bzw. Schrumpfung und bewegt sich aus dem Gleichgewicht, wird instabil.

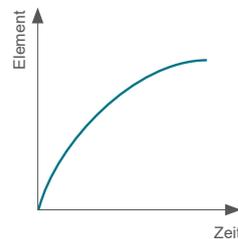
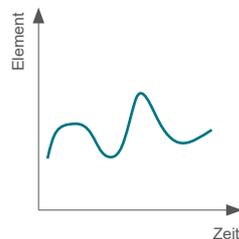
Eine gängigere Darstellung von Verhalten über die Zeit:
konstanter Zu- oder Abnahme



Ausgleichender Loop (B):

Im System wirken sich gegenseitig ausgleichende Mechanismen und es befindet sich dadurch im Gleichgewicht bzw. fluktuiert es um einen stabilen Punkt.

Eine gängigere Darstellung von Verhalten über die Zeit:
oszillierende oder abflachender Charakteristik





Anleitung – Wie erstelle ich Causal Loop Diagramme?

1

Wie verhält sich das problematische Phänomen über die Zeit?

Leitfragen: Wie stellt sich das Problem dar? Was macht das Problem?

Anleitung: Eine Diskussion auf Grundlage eines eines klassischen Linien bzw. Säulendiagramms in der Gruppe führen.

Hinweise: *Formuliere prägnant Aussagen / Stelle eine präzise / spezifische Fragen*
Für Gruppen: Erarbeitet ein gemeinsames Verständnis der Problemlage und formuliert eine Frage, Regel: nur ein CLD pro Frage bzw. nur eine Frage pro CLD



Schema

Das Verhalten der Elemente über die Zeit oszilliert weist einen verstärkenden Trend auf.

Beschreibung

2

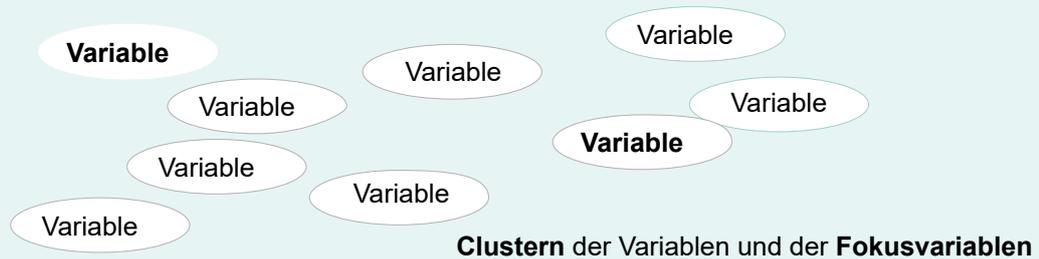
Welche Variablen bestimmen das Problem?

Leitfragen: Welche Variablen (Elemente) müssen für diese Analyse berücksichtigt werden? Welche Variablen (Elemente) verursachen das Problemverhalten? Welche Variablen (Elemente) werden von dem problematischen Verhalten warum beeinflusst? Welche Variablen (Elemente) sind zentral um das Problemverhalten zu beschreiben? Welche Variablen brauche ich um die Dynamik des Problemverhalten endogen abzubilden? Auf welche anderen Variablen wirken die zentralen Variablen? Welche Variablen sind auf der gleichen „Ebene“? Welche Variablen beschreiben das Problemverhalten? Welche Variablen beeinflussen die zentralen Variablen?

Anleitung: Benennung der Variablen

- Variablennamen sind Substantiva.
Sie sollen keine Adjektiva, die eine Veränderung beschreiben beinhalten.
z.B.: *Effizienz* statt *steigende Effizienz*
- Variablennamen sollten eine klare Richtung möglich machen
(positive Richtung sollte bevorzugt werden).
z.B.: *Bevölkerung* statt *Bevölkerungsdynamik*

Hinweise: *Es geht nicht um die vollständige Erfassung aller Variablen zu einem Problem. Notiere Hauptwörter, ohne Verben oder Eigenschaftswörter: Beschränke dich vorerst auf max. 15–20 Wörter*



3

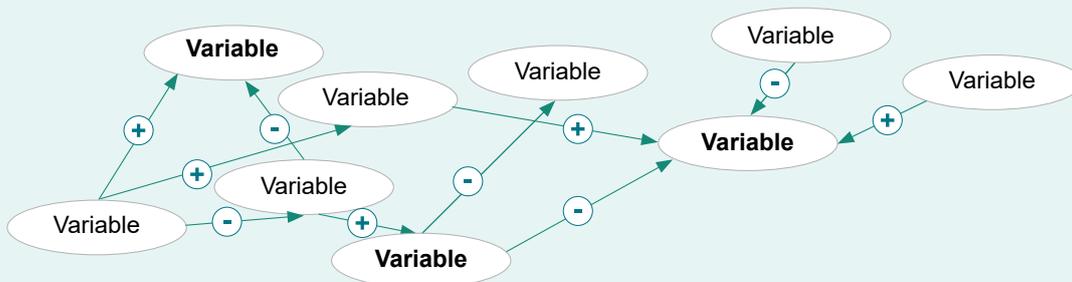
Welche kausalen Zusammenhänge bestehen zwischen meinen Variablen?

Leitfragen: Wie hängen meine Variablen zusammen? Wirken die Variablen direkt oder indirekt aufeinander? Ist die Wirkung in die gleiche oder entgegengesetzte Richtung?

Anleitung: Allgemeine Regeln für kausale Verknüpfungen

- „Ceteris paribus“ – nur der Effekt von A auf B wird beschrieben (Annahme: dass alles andere bleibt gleich)
- Verknüpfungen zeigen direkte kausale Zusammenhänge und keine indirekten oder Korrelationseffekte
- Kausale Zusammenhänge sollten eindeutig sein (sie müssen positiv oder negativ sein)

Hinweis: Einfügen von Wirkungspfeilen als Vorbereitung für die Rückkopplungsschleifen



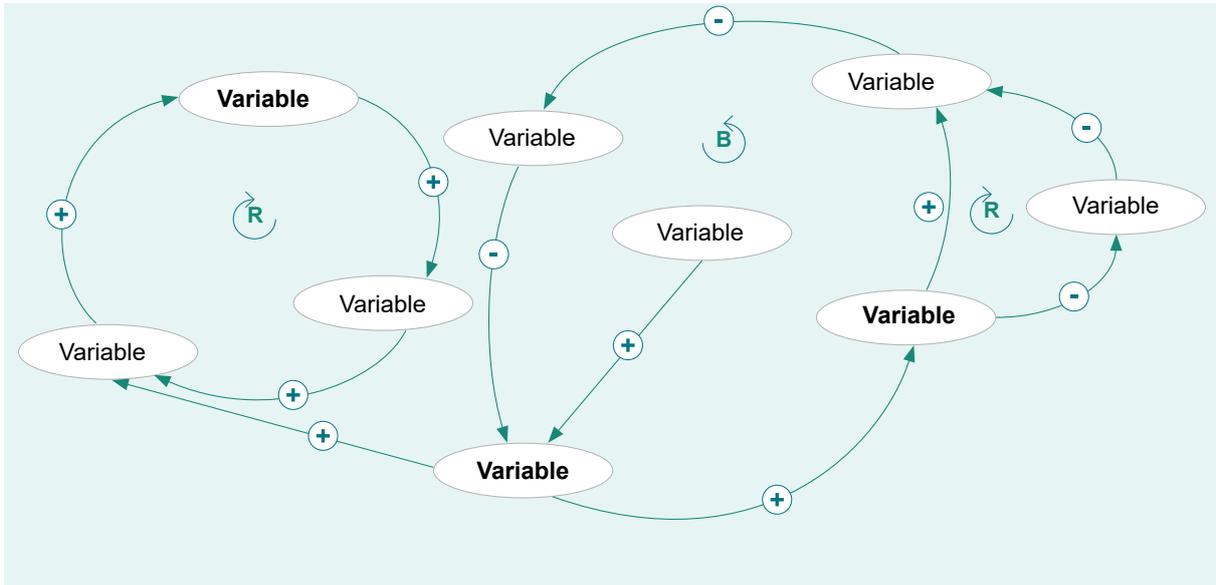
4

Welche Feedback Loops kann ich identifizieren?

Leitfragen: Wo gibt es sich verstärkende/ ausbalancierende Feedback Loops? Bilden die Feedback Loops das Problemverhalten ab? Ist der Anstieg/ der Abfall des Indikators durch meine Feedback Loops erklärbar? Ist die Oszillation des Indikators durch meine Feedback Loops erklärbar?

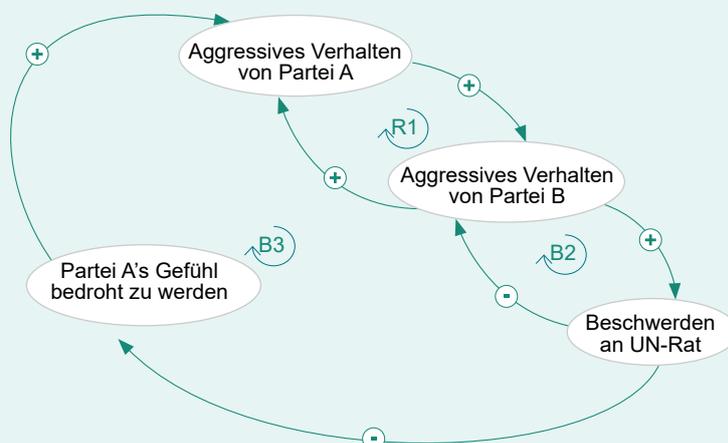
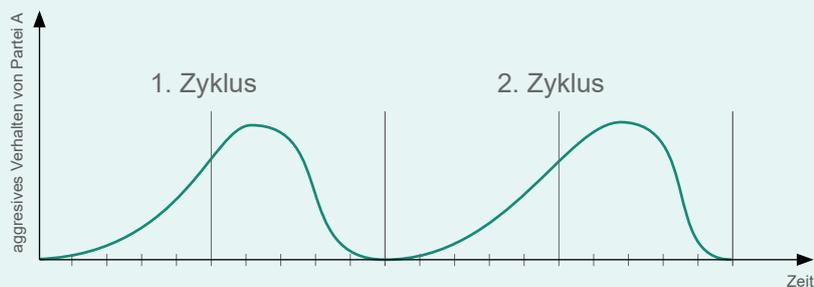
Anleitung:

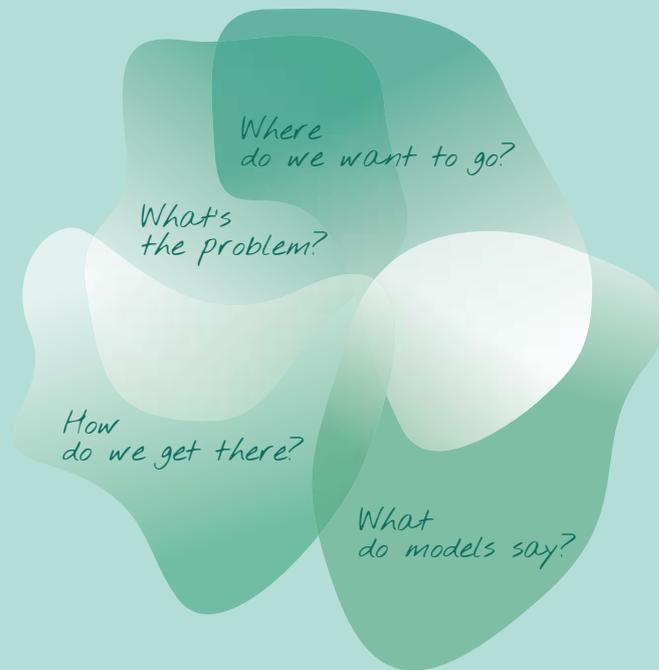
- Diagramme enthalten jede Variable nur einmal
- Ziele (Grenzen) werden explizit dargestellt
- Verzögerungen werden eingezeichnet



Beispiel

In diesem Beispiel geht es um den Konflikt zwischen zwei Parteien. Das Gefühl der Bedrohung von Partei A schürt den Konflikt. Es führt dazu, dass Partei A aggressiv gegenüber Partei B agiert, was wiederum die Aggression von Partei B erhöht. Wenn Partei B aggressiv wird, nutzt Partei A die Situation, um beim UN-Rat Beschwerden wegen der Aggression von Partei B einzureichen (mehr Aggression, mehr Beschwerden). Aufgrund zunehmender Beschwerden von Partei A greift der UN-Rat ein und zwingt Partei B, alle aggressiven Aktionen einzustellen. Je mehr der UN-Rat eingreift, desto geringer scheint die Bedrohungslage für Partei A zu sein, was seine aggressiven Taktiken verringert.





SDGVisionPath möchte Transformationspfade für Zukunftsvisionen zur Erreichung der SDG-Ziele Klimaschutz, Ungleichheit und menschenwürdige Arbeit sowie Wirtschaftswachstum mitgestalten. Dabei werden Stakeholder-Wissensintegrationsprozesse mit qualitativen und quantitativen Modellierungsansätzen angewendet und verknüpft. Ein solcher ganzheitlicher Systemdenkenansatz, der die Perspektiven und Werte der Stakeholder sowie ergänzende Modellierungsansätze berücksichtigt, soll dabei helfen, robuste Transformationspfade zu identifizieren.