

LE 6 KOMPLEXES DENKEN - PROBLEMLÖSUNG

Im alltäglichen eben bewältigen wir eine Fülle von Entscheidungssituationen, lösen kleine und große Probleme, die meistens keine besonderen Herausforderungen darstellen. Für die Lösung einfacher Probleme stehen uns Routinen zur Verfügung, für das Lösen komplexerer Probleme stehen uns keine Routinen zur Verfügung. Komplexe Probleme erfordern die Fähigkeit, geeignete Problemlösungsstrategien anzuwenden. Da unsere Welt immer komplexer wird und Situationen immer stärker vernetzt sind, erfordert es vom Problemlöser, auch Nebeneffekte zu beachten. Die Gesellschaft wird künftig verstärkt mit komplexen und folgenreichen Problemen konfrontiert sein. Nicht nur die Schwierigkeiten wachsen weiter an und häufig wird mit komplexen Problemen falsch umgegangen. Aus diesem Grund zählt die Problemlösungsfähigkeit als Schlüsselqualifikation für alle akademischen Berufe. Was ist eigentlich ein Problem? Wie kommt es dazu, dass der Umgang mit komplexen Problemen wenig mit Erfolg gekrönt ist? Welches sind die Schwierigkeiten beim Umgang mit komplexen Systemen? Was bedeutet eigentlich Vernetztes Denken/systemisches Denken/Ganzheitliches Denken? Warum begehen auch intelligente Menschen beim Lösen von Problemen gravierende Fehler?

Ziel dieser Lerneinheit ist,

dass Sie verschiedene Arten von Problemen identifizieren können

dass Sie Kenntnisse über Phasen des Problemlösens erwerben

dass Sie Kennzeichen eines komplexen Problems identifizieren können

dass Sie die Unterschiede zwischen einfachem und komplexem Problemlösen kennen

Felix, qui potuit rerum cognoscere causas (Glücklich, wer die Ursache der Dinge kennt). Vergil, Georgica, Gedichte vom Landbau, 37-29 v. Chr.

Wenn man nicht weiß, wohin man will, braucht man sich nicht zu wundern, wenn man woanders herauskommt (Dozent in einem Psychologieseminar).

Was ist ein Problem?³⁵



"CHEF, SIE HABEN GESAGT, ICH SOLL DAS PROBLEM LÖSEN, ALSO HABE ICH DIE MÖBEL UMGESTELLT, DIE BLUMEN GEGOSSEN UND FRISCHEN KAFFEE GEKOCHT. WENN DAS NICHT AUSREICHT, MÜSSEN WIR EBEN PROBLEME FINDEN, DIE ZUR LÖSUNG PASSEN!"

Probleme entstehen, wenn ein Ziel erreicht werden soll, aber man nicht genau weiß, wie man es erreichen kann und wie man **Hindernisse** überwinden kann, die sich auf dem Weg zur Lösung eines Problems in den Weg stellen. Im Alltag sind wir regelmäßig mit **Urteilen**, **Entscheiden** und **Problemlösen** beschäftigt. Ein Leben ohne Probleme führen wohl die wenigsten Menschen. Man hat den Wecker nicht gehört, es herrscht Stromausfall, man rennt hastig aus dem Haus und stolpert über einen Kasten, der im Weg liegt. Man kommt schließlich zu spät zur Prüfung und setzt sich abgehetzt an die Aufgaben. Die problematische Situation ist ein individuelles Problem und betrifft die Person selbst. Was passiert, wenn der Wirkungskreis des Problems größer ist? Man muss in schwierigen

³⁵ Bildquelle: https://de.toonpool.com/cartoons/Probleml%C3%B6sung_253902

Situationen Entscheidungen treffen, die Lage richtig einschätzen können und geeignete Maßnahmen einleiten, um das Problem zu beheben. Während einfache Probleme durch **Routinehandlungen** meist schnell gelöst werden können, tun sich Menschen im Umgang mit komplexen Problemen schwer. Es treten immer wieder Denkfehler auf, da man **Fernwirkungen** nicht berücksichtigt, die Situation falsch einschätzt oder andere Variablen und deren Vernetzung, die das Problem bestimmen, nicht beachtet. Im schlimmsten Fall kann falsches **Problemlöseverhalten** zu Katastrophen führen (Columbia-Unglück 2003, Tschernobyl, Herold of Free Enterprise, Titanic...). Waren es wirklich die Operateure, die im Kernkraftwerk Tschernobyl das Unglück auslösten? War der Kapitän am Kentern der Fähre verantwortlich? Man ist schnell dabei, die „Lösung“ für die Unglücke parat zu haben, vergessen wird dabei allerdings, dass in vielen Fällen die Konstruktion eines **Systems**, das **Management** oder andere **Akteure** einen Vorgang in fehlerträchtige Situationen gebracht haben. Probleme umfassen eine Vielzahl von Kriterien. Für die Lösung mancher Probleme benötigt man Vorwissen, für manche kaum welches. Und was ist eigentlich ein Problem?

Zu Beginn ein Beispiel für ein Problem. Es ist mathematisch einfacher als es aussieht. Wie gehen Sie bei der Lösung der Aufgabe vor?

Zwei Bahnhöfe liegen 50 km voneinander entfernt. Sonntag, um 1 Uhr mittags fährt von jedem der Bahnhöfe ein Zug los, jeweils in Richtung des anderen Zuges. Im Moment, in dem der erste Zug losfährt schwingt sich ein Falke in die Luft und fliegt vor dem ersten Zug her, in Richtung zweiter Zug. Wenn der Falke den zweiten Zug erreicht, fliegt er zurück zum ersten Zug. Der Falke fährt auf diese Weise fort bis zum Zeitpunkt, in dem sich die Züge treffen. Nehmen wir an, dass beide Züge mit 25 km pro Stunde reisen und der Falke konstant 100 km pro Stunde fliegt. Wie viele Kilometer wird der Falke zurückgelegt haben, wenn sich die Züge treffen?

Definitionen

Das Wort Problem stammt aus dem Griechischen (*problematon*) und bedeutet „das, was zur Lösung vorgelegt wurde“; es steht in Konflikt zwischen **Ist-Zustand** und **Ziel**. Zur Erreichung des Ziels müssen **Hindernisse** überwunden werden. Problemlösendes Denken hilft, Hindernisse zu überwinden und einen Handlungsvollzug möglichst reibungslos verlaufen zu lassen,

1.

Ein ‚Problem‘ entsteht z.B. dann, wenn ein Lebewesen ein Ziel hat und nicht ‚weiß‘, wie es dieses Ziel erreichen soll. Wo immer der gegebene Zustand sich nicht durch bloßes Handeln (Ausführen selbstverständlicher Operationen) in den erstrebten Zustand überführen lässt, wird das Denken auf den Plan gerufen. Ihm liegt es ob, ein vermittelndes Handeln allererst zu konzipieren.“ (Duncker 1935/1974, 1).³⁶

2.

Ein Individuum steht einem Problem gegenüber, wenn es sich in einem inneren oder äußeren Zustand befindet, den es aus irgendwelchen Gründen nicht für wünschenswert hält, aber im Moment nicht über die Mittel verfügt, um den unerwünschten Zustand in den wünschenswerten Zielzustand zu überführen.“ (Dörner, 1976, S. 10)³⁷

3.

Problemlösendes Denken erfolgt, um Lücken in einem Handlungsplan zu füllen, der nicht routinemäßig eingesetzt werden kann. Dazu wird eine gedankliche Repräsentation erstellt, die den Weg vom Ausgangs- zum Zielzustand überbrückt (Funke 2003, 25).³⁸

Problemlösendes Denken umfasst mehrere Varianten:

- **urteilendes** Denken, mehrere Varianten werden gegeneinander abgewogen
- **schlussfolgerndes** Denken, bezieht sich auf deduktive Ableitung logischer Schlüsse
- **induktives** Denken, ungewisse Abschätzung von künftigen Ereignissen auf der Basis bisheriger Erfahrungen/Kenntnisse
- **kreatives** Denken, Erschaffung neuer Inhalte

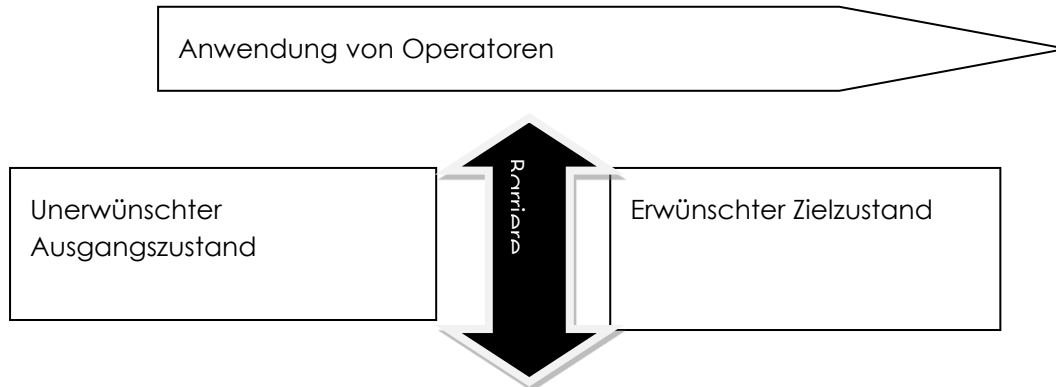
Bei einem Problem besteht eine Diskrepanz zwischen dem von einer **Barriere** getrenntem **Ist-** und einem **Soll-Zustand**. Die Barriere verhindert eine

³⁶ Duncker, Karl (1935/1974), *Zur Psychologie des Produktiven Denkens*. Berlin-Heidelberg-New York: Springer.

³⁷ Dörner, Dietrich (1976), *Problemlösen als Informationsverarbeitung*. Stuttgart: Kohlhammer.

³⁸ Funke, Joachim (2003), *Problemlösendes Denken*. Stuttgart: Kohlhammer.

unmittelbare Überführung des Ausgangszustands in den Ist-Zustand. Die **Operatoren** steuern das Verstehen der Situation, das **Wissen** hilft bei der Suche nach Informationen für Lösungen. Vereinfachtes Schema:



Diskussion: Nennen Sie Beispiele für Probleme.

Well-defined ill-defined/Barrieren

Seit MacCarthy (1956) ³⁹ wird eine Differenzierung von Problemen vorgenommen: Es gibt gut definierte/geschlossene (*well-defined*) Probleme, deren Ist- und Soll-Zustand klar definiert sind, die Operatoren nicht bekannt ist (mathematischer Beweis) und schlechte/offen definierte (*ill-defined*) Probleme, deren Ist-/Sollzustand nicht definiert sind, über die Operatoren herrscht Unklarheit: Verschönern Sie das Auto! Was ist das mit gemeint? Wie soll es verschönert werden? Was genau ist zu tun? Dörner (1976) unterscheidet nach Art der Barriere, die zwischen Ist- und Soll-Zustand besteht. Die Barriere hängt vom Bekanntheitsgrad der Mittel und der Klarheit der Zielkriterien ab. Barrieren (nach Dörner 1976):

- Interpolationsbarriere: Eindeutiges Ziel, bekannte Mittel, etwa: Telefonnummer suchen, einfache Rechenaufgaben lösen...
- Synthesebarriere: Eindeutiges Ziel, aber unbekannte Mittel: Wie kann Arbeitslosigkeit gesenkt werden?

³⁹ McCarthy, J. (1956), The inversion of functions defined by Turing machines. In C. E. Shannon & J. McCarthy (Eds.), *Automata studies (AM-34)*. Princeton, NJ: Princeton University Press.

- Dialektische Barriere: Das Ziel ist unklar oder unscharf bestimmt: Wie führe ich ein erfülltes Leben? Wie schreibe ich einen Bestseller?

Problem-Aufgabe

Bei **Aufgaben** führt das Ausführen selbstverständlicher Operationen zur erwünschten Änderung des Zustands. Bei einer Aufgabe sind die Mittel und die Art und Weise des Herangehens/der Methoden bekannt. Das Lösen einer Aufgabe ist **reproduktiv**, das Lösen eines Problems **produktiv**. Das **Vorwissen** ist dabei entscheidend, somit handelt es sich nicht um eine absolute Eigenschaft des Problems selbst.

Begründen Sie: Sind die folgenden Fragestellungen Aufgaben oder Probleme?

1. $2+3=?$
2. $237 \times 38=?$

Exkurs: Technische Probleme

Die Unterscheidung von Aufgabe und Problem ist bei technischen Problemen schwierig, da nicht sicher ist, in welchem Ausmaß Problemlöseschritte bekannt sind. Es ist **routiniertes Problemlösen** denkbar. Die steigende Komplexität technischer Systeme verlangt nach Nutzung verschiedener Informationsquellen, die systematische Prüfung von Hypothesen zu Fehlerursachen. Mit Bezug auf Dörner (1976) liegen bei technischen Problemen meist Interpolations- und Synthesbarrieren vor, die Operatoren sind zur Zielerreichung nur bei Interpolationsbarrieren bekannt. Schachanfänger sind mit Synthesbarrieren konfrontiert (sie kennen die Zielsetzung "Schachmatt"), die Zugregeln müssen aber noch entwickelt werden. Erfahrene Schachspieler haben es mit Interpolationsproblemen zu tun, ihnen sind Zielstellung und Zugregeln bekannt.

Es stellt sich die Frage, ob Problemlösen bei hinreichender Übung als **Routine** angesehen werden kann oder man besser von **Aufgabenbewältigung** spricht. In der Literatur wird dies weiterhin kontrovers diskutiert (vgl. Abele et al. 2012)⁴⁰

Problemlösen - ganz einfach?

Da freuten sich die beiden Schwestern, denn sie hatten schöne Füße. Die älteste ging mit dem Schuh in die Kammer und wollte ihn anprobieren, und die Mutter stand dabei. Aber sie konnte mit der großen Zehe nicht hineinkommen,

⁴⁰ Abele et al. (2012), Dynamische Problemlösekompetenz Ein bedeutsamer Prädiktor von Problemlöseleistungen in technischen Anforderungskontexten? *Zeitschrift für Erziehungswissenschaften*, 5/12

und der Schuh war ihr zu klein, da reichte ihr die Mutter ein Messer und sprach: "Hau die Zehe ab: wenn du Königin bist, so brauchst du nicht mehr zu Fuß zu gehen." Das Mädchen hieb die Zehe ab, zwängte den Fuß in den Schuh, verbiss den Schmerz und ging hinaus zum Königssohn. Da nahm er sie als seine Braut aufs Pferd und ritt mit ihr fort. (Brüder Grimm, Aschenputtel).

Die Mutter löst das Problem recht schnell, wir kennen aber die Folgen... hat nicht viel genutzt!

Ist doch kein Problem, oder? Man identifiziert den Ausgangszustand, legt dann den gewünschten Zielzustand fest und sucht die Operatoren, die den Ausgangszustand in den Zielzustand überführen. Wo liegt dann also das Problem mit dem Problemlösen? Wo liegen die Schwierigkeiten? Gründe hierfür liegen u.a. darin, dass Ausgangspunkt, Operatoren und Zielzustand selten scharf festzulegen sind.

- **Ausgangszustand:** Der Ausgangszustand ist nicht immer klar umschreibbar. Überschaubare und abgeschlossene Ausgangszustände existieren selten. Komplexere Probleme hingegen lassen den Ausgangszustand nicht so einfach bestimmen. Beispiel: Wie will man den Ausgangszustand beschreiben, der durch den Terroranschlag auf das World Trade Center am 11.9.2001 charakterisiert ist? Wo zieht man die Grenze, die den Ausgangszustand hinreichend beschreibt? Wie weit muss man ausholen?
- **Zielzustand:** Hier wird es noch komplizierter: Wenn schon der Ausgangszustand nicht klar umrissen ist, wie kann ich dann genau den Zielzustand beschreiben? Wenn Ziele nicht klar umschrieben sind, können endlose Diskussionen einsetzen: Bekämpft den Terrorismus! Was genau soll geschehen? Wie, auf welche Weise?
- **Operatoren:** Die Mittel, die wir zum Erreichen des Zielzustands benötigen, hängen auch von den Zielen ab. Wenn man geeignete Mittel hat, ist das Ziel einfacher zu erreichen. Oder man geht vom Zielzustand aus und sucht nach den passenden Mitteln.

Entscheidend für das Problemlösen ist immer die Suche nach der Lösung eines Problems, also dem **Weg zum Ziel**. Folgende Aspekte können die Suche zur Problemlösung leiten:

- Kann ich den **Ausgangszustand** klar umreißen und beschreiben?
- Wie genau kann ich den **Zielzustand** definieren?
- Welche **Mittel** stehen mir zur Verfügung? Suche ich nach den Mitteln vom Ziel ausgehend?
- Auf welche **Randbedingungen** muss ich achten?
- In welcher **Reihenfolge** setze ich bestimmte Operationen ein?
- Wie soll das Problem repräsentiert werden (sprachlich, visuell...)?

Maßnahmen für Problemlösungen:

- Problemidentifikation (erkennen und Verstehen)
- Problemanalyse (Sammeln von Informationen Ist-Zustand)
- Problembeschreibung (Definition, Schärfung des Fokus', Zielformulierung)
- Ideen ausarbeiten, Prioritäten, Rangfolgen

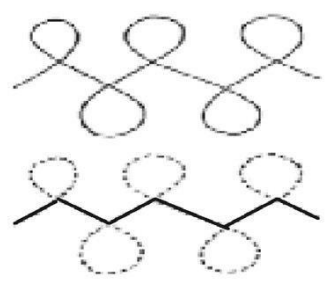
Aufgabe 1

1. Weshalb lassen sich Probleme oft nicht lösen?
2. Was unterscheidet Aufgaben von Problemen?

Gute Gestalt und Problemlösen

Wir erinnern uns aus vorigen Lerneinheiten, was Wahrnehmung ist und wie Wahrnehmung beim Menschen funktioniert. Wie heben sich Figuren vom Grund ab? Die Ergebnisse aus der Wahrnehmungspsychologie können auf die Denkpsychologie übertragen werden: ein Problem bedeutet eine defekte Gestalt. Durch bestimmte Anordnungsmuster bestimmter Gestalten ergeben sich ganze Gestalten (Das Ganze ist mehr als die Summe seiner Teile). Ein Problem ist also eine **defekte Gestalt** (aus der Sicht der Gestaltpsychologie), der Mensch ist bestrebt, aus der defekten Gestalt eine gute Gestalt zu machen. Es ist dazu notwendig, die wahrgenommenen Strukturen aufzulösen und eine neue Struktur zu erstellen, die zur Lösungseinsicht führt. Problemlösen erfolgt nicht nach dem Prinzip *Trial and Error*, es ist planendes Handeln erforderlich.

Einige der Gestaltprinzipien sind in Abbildung 1 dargestellt:



MAKE	PEACE	MAKE PEACE WAR NO!
WAR	NO!	

Abb. 1: Gestaltprinzipien

(Quelle: Funke 2003, a.a.O.)

Barrieren und Fehler

Viele der **Barrieren**, die uns daran hindern zu einer Lösung eines Problems zu kommen sind selbst gemacht. Hierzu zählen **Unentschlossenheit**, ein gewisser **Unwille**, sich mit einem Problem auseinanderzusetzen, das **Ignorieren** eines Problems; die Unfähigkeit oder der Unwille, unsichere oder widersprüchliche Informationen auszuhalten oder ganz einfach die Neigung des Menschen, an Gewohntem festhalten zu wollen, auch wenn sich Rahmenbedingungen geändert haben sollten. Manchmal werden Entscheidungen auch aus einer Laune heraus getroffen: Problem einfach gelöst!

Fehler im Umgang mit Problemen leiten sich häufig aus folgenden Situationen ab: falsche Zielbeschreibung (**Reparaturdienstverhalten**), oberflächliche Situationsanalyse, unbeachtete Nebenwirkungen (kein "wenn-dann"), Tendenz

zur **Übersteuerung**, der Blick aufs Ganze fehlt, Gefahr des **Herumprobierens**, entschieden Größen des Problems stehen nicht im Mittelpunkt, zu frühe **Zielfixierung**. Bei der Lösung einfacher Probleme treten unerwünschte Nebenwirkungen ein, handelt es sich um komplexe Probleme, so ist es überhaupt schwierig zu erkennen, was Grund für die Entstehung eines Problems war.

Heureka!

Sich in ein Problem verbeißen heißt, mit der Lösung nicht weiterzukommen. Manchmal ist es hilfreich, sich eine Auszeit (**Inkubationszeit**) beim Problemlösen zu gönnen. Sie beugt einer Ermüdung vor, das Gehirn arbeitet jedoch unbewusst weiter. Das Gehirn vergisst irrelevante Inhalte (vgl. LE3, LE4). Gleichzeitig bleiben lösungsrelevante Verknüpfungen bestehen, sie scheinen vergessensresistenter zu sein. Die **Informationsverarbeitung** kann zu einem plötzlichen Einfall führen, der zur Lösung führt. Vorher hat der Problemlöser keinen Zugang gefunden, da die Unübersichtlichkeit der Lösungsmöglichkeiten nicht zielgerichtet verarbeitet werden kann. Während der Inkubationszeit entwickelt sich eine Ordnung, Gedanken werden konturiert. Die Lösung kann durch eine Art **unbewusstes Denken** erscheinen, auch äußere Ereignisse können dazu führen (Kekulé's Benzolring) oder Archimedes:

Archimedes sollte herausfinden, ob die Krone des Königs tatsächlich aus purem Gold war oder er einem betrügenden Goldschmied aufgesessen war, der Blei beigemischt hatte. Die Krone sollte nicht beschädigt werden. Archimedes kam lange Zeit mit der Lösung nicht voran. Als er eines Tages ein Bad nahm, beobachtete er, wie beim Hineinsteigen der Wasserstand anstieg, Schlagartig kam ihm die Einsicht, dass er von der Verdrängung des Wassers in einem Gefäß indirekt auf die Dichte von Körpern schließen konnte. Von dieser Erkenntnis geleitet, nahm er Goldmünzen, die genauso schwer waren wie die Krone und stellte fest, dass diese Münzen weniger Wasser verdrängten, also eine größere Dichte hatten als die Krone. Der Goldschmied hatte den König also tatsächlich betrogen.

Ob Archimedes aus dem Bad stieg und dann nackt durch die Stadt gelaufen ist, ist nicht sicher überliefert ;.)

Nach Wallas (1926) ⁴¹besteht das einsichtige Problemlösen aus vier Phasen:

1. **Vorbereitungsphase:** Das Problem wird formuliert, zunächst scheitert man mehr oder weniger an den Lösungsversuchen, gegen Ende verfestigt sich der Gedanke, dass das Problem nicht lösbar sei.

⁴¹ Wallas, G. (1926), *The art of thought*. New York: Harcourt Brace Jovanovich.

2. **Inkubationsphase:** Das Problem wird zur Seite gelegt, es wird nicht weiter aktiv nach einer Lösung gesucht.
3. **Illuminationsphase:** Es kommt zu einer plötzlichen Einsicht, die Lösung erscheint unerwartet im Bewusstsein des Problemlösers.
4. **Verifikationsphase:** Die Ergebnisse der neu gewonnenen Einsicht werden ausgearbeitet, Überprüfung, ob die Lösung tatsächlich realisierbar ist.

Einfache Probleme - Komplexe Probleme

In den letzten Jahrzehnten ist die **Differenzierung** zwischen einfachem und komplexem Problemlösen bedeutsam geworden. Allerdings ist dabei nicht das Problemlösen selbst einfach oder komplex, sondern es geht um die Natur des zu lösenden Problems. Die Unterscheidung geht zurück auf Dietrich Dörner⁴² und seiner Arbeitsgruppe.

Einfache Probleme sind **statisch** und **linear**, sie sind wohl definiert und besitzen eine Lösung. Sie lassen auch durch Herumprobieren lösen, wie etwa das Zusammensetzen eines Puzzles. Ein Puzzle verändert sich nicht, egal, wie lange wir versuchen, es zu einem vollständigen Bild zusammenzusetzen. Der Mensch ist meistens der Bewältigung einfacher Probleme gewachsen. Allerdings muss berücksichtigt werden, in welchem Verhältnis Mensch-Problem zueinanderstehen: Für ein Kleinkind stellt es sich als Problem dar, einfache Rechenoperationen durchzuführen, für ein Grundschulkind nicht mehr. Das Kochen eines Eies kann als sehr überschaubares Problem angesehen werden. Die schrittweise vorgenommene Prozedur führt ohne nennenswerte Barriere vom Ist- in den Sollzustand. Einfache Probleme zeichnen sich durch einen **gut definierten Problemraum**, eine kleine Zahl zulässiger Operationen und optimalen Lösungswegen aus. Alle lösungsrelevanten Informationen sind in Instruktionen vorhanden. Denkaufgaben sind einfache Probleme (Streichholzprobleme, Turm von Hanoi, Kannibalen und Missionare). Einfache Probleme sind wohl definiert.

Wie aber sieht es mit der Planung eines 6-Gang Menüs mit passender Weinbegleitung aus? Wie kann ein Atomkraftwerk vor terroristischen Angriffen

⁴² Dörner, Dietrich (2003), *Die Logik des Misslingens. Strategisches Denken in komplexen Situationen*. Reinbek: Rowohlt.

geschützt werden? Auf den ersten Blick erkennen wir, dass es sich hier nicht um einfache, sondern komplexe Probleme handelt.

Komplexe Probleme sind **nicht statisch** und **nicht linear**. Sie zeichnen sich durch Komplexität (viele **Variablen**, die sich gegenseitig beeinflussen), **Intransparenz** (nicht direkt sichtbar, was man wissen möchte), **Dynamik** (das System entwickelt sich weiter, kann **Zeitdruck** erzeugen) und unvollständige/falsche **Annahmen** über das System (das Realitätsmodell des Systems kann unvollständig/falsch sein, Annahmen liegen nicht überprüft vor) aus.

Komplexe Probleme enthalten zahlreiche Unbekannte. Die Variablen sind untereinander stark vernetzt (**Vernetztheit**), die wechselseitigen Abhängigkeiten zwischen den Variablen müssen beim Problemlösen berücksichtigt werden. Es entsteht die Notwendigkeit zur Modellbildung und Informationsstrukturierung. Komplexität lässt sich nur sehr schwer messen, nicht nur die Zahl der Verknüpfung ist entscheidend, sondern auch die Art. Während eine bestimmte Situation für Person A ein Problem darstellt, ist diese für Person B nur eine Aufgabe. Der Unterschied liegt in **Erfahrung** und **Vorwissen**. Das Vorwissen entscheidet, ob sich eine Person vor einer Aufgabe, vor einem Problem oder vor einer automatisierten **Routine** befindet. Komplexe Probleme können in Routinen überführt werden. Komplexität ist daher auch eine subjektive Größe. Die Klassifizierung eines Problems in "einfach" und "schwierig" hängt immer vom Vorwissen ab (Funke 2003)⁴³. Funke (ebda.) schlägt daher vor, von statischem und dynamischem Problemlöseverhalten zu sprechen. Damit ist gemeint, dass ein Abarbeiten von linearen Lösungsschritten, etwa bei Denksportaufgaben, keine dynamische Interaktion zwischen Problemlösen und Problem darstellt. Die Anforderungen komplexer (dynamischer) Probleme gehen über die der einfachen (statischen) weit hinaus.

Aufgabe 2

Bei den in Beispiel 1 und 2 dargestellten Problemen sollen Sie folgende Frage beantworten:

1. Handelt es sich um ein Problem oder eine Aufgabe?
2. Um welche Form einer Barriere handelt es sich?
3. Gibt es ein Verfahren, das mit Sicherheit zu einer Lösung führt (immer gültiger Lösungsalgorithmus)?

⁴³ Funke, Joachim (2003), *Problemlösendes Denken*, Stuttgart: Kohlhammer.

Beispiel 1:

Für heute Abend haben Sie Ihre beste Freundin eingeladen, der Sie seit langem versprochen haben Ihre viel gepriesenen Pfannkuchen für sie zu kochen. Es ist kurz nach 20 Uhr als Sie beginnen wollen und Ihnen plötzlich auffällt, dass Ihr Mitbewohner wohl die letzten Eier zum Frühstück verspeist hat.

Beispiel 2:

Sie haben in 6 Wochen eine Teilprüfung bei Prof. Dr. M., der die Prüfungen in diesem Fach schon seit Jahren abnimmt. Die Prüfung besteht aus vier Teilen. Sie sollen ein Schwerpunktthema und zwei Nebenschwerpunkte aus den Themen der Vorlesungen wählen, die sie anhand selbst ausgewählter Literatur vertiefend vorbereiten. Schließlich bekommen Sie noch eine oder zwei allgemeine Fragen zu Vorlesungsthemen, die nicht einem Ihrer Schwerpunkte entsprechen. Da Sie an einer kleinen Hochschule studieren, müssen Sie damit rechnen, dass sich möglicherweise nicht die gesamte benötigte Literatur im Bestand der Hochschulbibliothek befindet.

Was ist Komplexität?

Nach Dörner (2008)⁴⁴ können Menschen das Denken formen (vgl. LE5) und der Komplexität anpassen. Folgende Ausführungen basieren auf Dörners Aufsatz 2008.

Komplexität vergleicht Dörner mit einer Sprungfedermatratze: Die Spiralfedern sind durch Drähte miteinander verbunden. Wenn man auf eine Feder drückt, bewegt sich alles, nicht nur eine Feder. Wenn man an mehrere Stellen drückt, entstehen komplizierte Interaktionen: Schwingungen verstärken sich, heben sich auf, je nachdem, an welchen Stellen man drückt und wann man drückt. Hat man zum Ziel, dass sich eine bestimmte Feder in eine bestimmte Lage befindet, weiß man nicht, wie man das machen soll. Man drückt auf Feder 4,8 und 12 zum Zeitpunkt t , was vielleicht richtig ist. Zum Zeitpunkt $t+1$ ist es nicht mehr richtig, weil sich die Zustände der Federn geändert haben. Ähnliche Umstände verlangen unter Umständen sehr verschiedene Eingriffe, um ein Ziel zu erreichen.

Komplexe Systeme

Komplexe Systeme bestehen aus zahlreichen Variablen, die in nicht überschaubarer Weise miteinander verbunden sind. Systeme verhalten sich daher oft **chaotisch**. Komplexe Realitäten sind meist intransparent, man sieht

⁴⁴ Dörner Dietrich (2008), Umgang mit Komplexität. In: von Gleich A., Gößling-Reisemann S. (eds): *Industrial Ecology*. Vieweg+Teubner, 284-302.

nicht alles, was man sehen möchte und kann daher nicht wissen, ob Bedingungen für das Handeln gegeben sind oder nicht.

Komplexe Realität

Nach Dörner sehen **komplexe Realitäten** zunächst einfach aus. Ganz so einfach ist es aber nicht, da die eigene Wahrnehmung nicht ausreicht. Man muss sich also Kenntnisse verschaffen. Viele Bestandteile in Wirtschaft und Politik sind nicht sichtbar und unbekannt, so ist man auf Berichte angewiesen, die wiederum Weltbilder und Absichten derjenigen widerspiegeln, die berichten. Nun ist es nicht immer so, dass Berichtersteller unsere Interessen teilen. Menschen nehmen nicht gern Dinge zur Kenntnis, die nicht ihrem Weltbild entsprechen, da das bisherige Handeln dann auf falschen Grundlagen basieren würde. Man müsste sich neue Maßnahmen ausdenken. Die **Wahrnehmungsabwehr** gehört auch dazu – Gegebenheiten werden dann weginterpretiert.

Merkmale komplexer Probleme

- **Unüberschaubarkeit:** Große Anzahl von Variablen, die unterschiedlich wichtig sind, aber alle beachtet werden sollten
- **Vernetztheit:** Das System wird sehr komplex, das Ganze muss betrachtet werden, nicht nur Einzelteile
- **Eigendynamik** (Selbststeuerung): durch Vernetztheit kommt es zu automatischen Veränderungen, Entwicklungen und Resultate sind daher nicht vorhersehbar. Das eigendynamische System verändert sich ohne Eingriffe des Entscheiders. Exponentielle Entwicklungen werden linear extrapoliert.
- **Intransparenz:** Beziehungen sind unbekannt, niemand weiß alles, aber viele wissen etwas
- **Offene Zielsituation:** Ziele werden nur vage/falsch formuliert (muss besser/schneller/sauberer werden)
- **Denken in Wahrscheinlichkeiten:** Tendenz zur Erkennung von Gesetzmäßigkeiten, die es noch nicht gibt
- **Polyetilie:** das Handeln ist auf mehrere Ziele ausgerichtet (in der Politik: gleichzeitige Verfolgung mehrerer Interessen, ökonomisch, ökologisch, persönlich). Dabei sind viele Ziele nicht miteinander verträglich. Es ist notwendig, Ziele zu hierarchisieren.

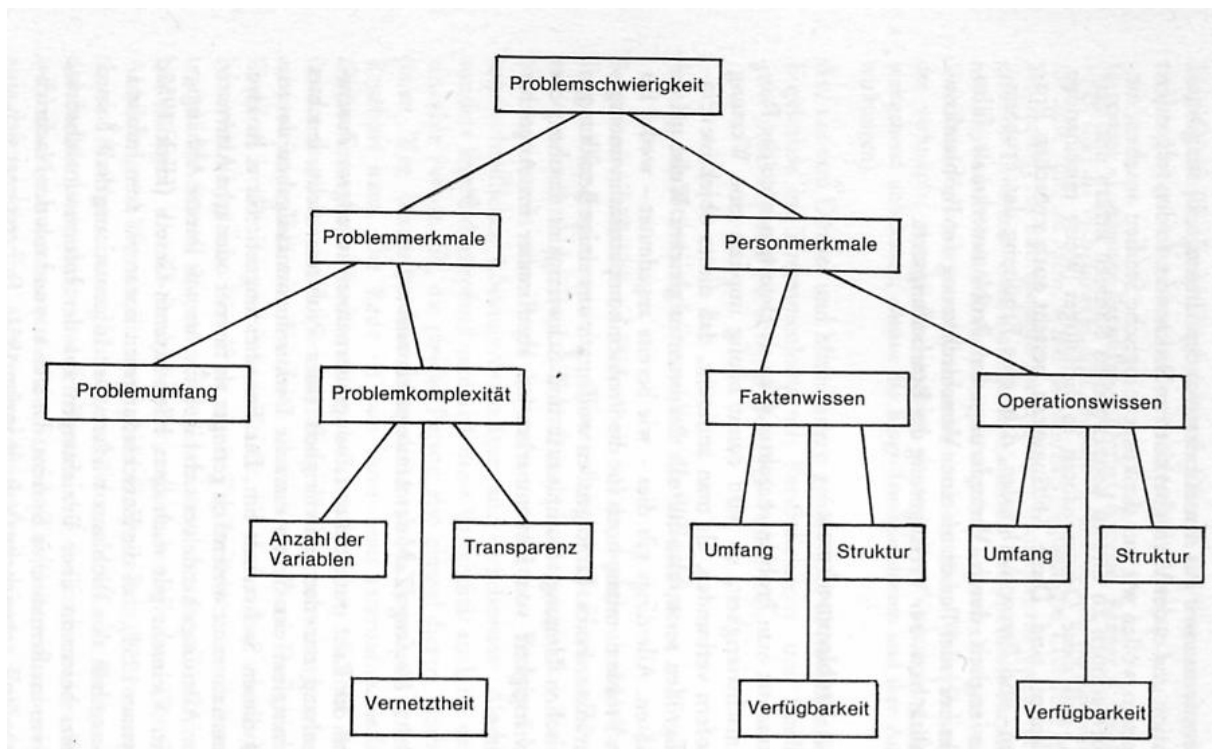


Abb. 2: Determinanten, Hussy (1984). (Hussy, Walter (1984), Denkpsychologie. Ein Lehrbuch. Stuttgart: Kohlhammer.

Aufgabe 3 (optional)

Das Problem der Verringerung der Arbeitslosenzahlen ist ein komplexes Problem. Gehen Sie Kriterien des komplexen Denkens durch und spezifizieren Sie diese jeweils für dieses Problem.

Arbeit an komplexen Problemen - warum erfolglos?

Bei der Arbeit an komplexen Problemen ergeben sich Schwierigkeiten aufgrund folgender Probleme:⁴⁵

- **Ungenügende Ziele** (Ziele haben keine messbaren Kriterien)
- Zielbildung unklar (zu global, durchwursteln, das erstbeste Ziel anstreben „Reparaturdienstverhalten“)
- **Ungenügende Situationsanalyse** (Zusammenhänge unklar, Annahmen nicht hinterfragt)
- **Nichtberücksichtigung von Fern- und Nebenwirkungen** (man macht A um B zu erreichen, gleichzeitig verändert A aber noch C und D)

⁴⁵ nach: www.wissensdialog.de

- **Ungünstige Eingriffe ins System** (selektives Handeln)
- **Nichtberücksichtigung der Ablaufgestalt von Prozessen** (Probleme bei exponentiellen Verläufen, zeitverzögerten Verläufen, negativen Rückkopplungen)
- **"Eunuchenwissen"** (man weiß, wie es geht, kann es aber nicht machen)
- **Methodismus** (Methoden ohne Überprüfung der Situation angewandt)
- **Mangel an Struktur und Reflexion** (Konsequenzen der Handlung werden nicht reflektiert)
- **Immunisierungen** (z.B. gute Absichten Delegation, Werteumkehr etc.)
- **Besondere Probleme von Gruppen** (Gruppendenken, blindes Folgen eines Gruppenleiters, Konfliktvermeidung).

Wenn wir nicht wissen, wie Probleme entstehen, setzen wir die Ziele falsch. „Mach aus dem Blei Gold!“, dieses Problem wird auch heute kaum zu lösen sein, die Zielsetzung ist daher falsch. Eine hohe Komplexitätsstufe eines Problems kann eine Lösung verunmöglichen. Werden Probleme nicht erkannt, führt dies u.U. zu fatalen Folgen.

Vernetztheit

Unter **Vernetztheit** wird die Verflechtung/Konnektivität von **Variablen** untereinander verstanden. Zwei Extremfälle sind denkbar: **komplett unverbundene Variablen** und **komplett vernetzte Variablen**, die mit sich selbst rückgekoppelt sind. Die Veränderung einer Variablen hat bei Vernetztheit Auswirkungen auf mindestens eine weitere Variable (oder auf sich selbst). Unterschieden werden a) die Relationen von Variablen, b), die genaue Wirkrichtung der Variablen und c) die genaue Stärke der Relationen zwischen den Variablen.

Das Gehirn kann die Dynamik komplexer Systeme kaum nachvollziehen. Dies gelingt nur bei einfachen Problemen. Meistens trainiert man die Verarbeitung des Sachwissens, dabei fehlt uns häufig das **kybernetische Wissen**. Das vorwiegend **lineare** und **monokausale** Denken eignet sich nicht zum Problemlösen komplexer Probleme, was in einer immer dynamischeren Umwelt zu Schwierigkeiten führt.

Lineares Denken

Die Denkweise beim linearen Denken übersieht die Komplexität von Situationen und Problemen. Beim linearen Denken werden Zusammenhänge sowie die Dynamik eines Sachverhalts übersehen. Es wird fälschlicherweise angenommen, ein Problem habe nur eine **isolierte Ursache**, eine Handlung nur

eine Wirkung. Lineares Denken führt zu scheinbar einfachen Lösungen, die meistens nicht funktionieren.

Vernetztes Denken

Beim vernetzten Denken werden Probleme nicht isoliert betrachtet. Interne Zusammenhänge sowie Verbindungen zu anderen Bereichen werden berücksichtigt, auch, wie sich einzelne Faktoren untereinander beeinflussen können. Ein Problem wird nicht statisch gesehen, es werden Entwicklungen und Veränderungen berücksichtigt.

Aufgabe 4

Lesen Sie den Text Assuan-Staudamm und überlegen Sie:

1. Führte die Maßnahme, Wasser für Dürreperioden zurückzuhalten und Strom zu erzeugen, zum gewünschten Ergebnis? Begründen Sie Ihre Antwort.
2. Was wurde nicht berücksichtigt?
3. Was hätte man besser machen können?

Assuan-Staudamm

Der Assuan-Staudamm in Ägypten wurde 1971 eingeweiht. Er staut das Wasser des Nils zu einem der weltweit größten Stauseen auf, damit auch in Dürreperioden ausreichend Wasser für Bevölkerung und Landwirtschaft zur Verfügung steht – und um die jährlichen Überschwemmungen zu verhindern sowie Strom zu gewinnen. Doch die Wasserverdunstung ist viel höher als berechnet, daher gibt es weniger Wasser für die Bewässerung und weniger Strom wird erzeugt. Zudem führt die Dauerbewässerung zur Versalzung der Böden, zur Ausbreitung der Wasserhyazinthe (eine Wasserpflanze) und damit zur Zunahme der Wurmerkrankung Bilharziose in der Bevölkerung: Die Wasserhyazinthe beherbergt Schnecken, die die Krankheitserreger übertragen. Zwar gab es diese Krankheit schon zuvor, jedoch gingen mit der jährlichen Dürre die Erreger ein. Die Landwirtschaft muss seitdem teure künstliche Dünger einsetzen, weil der Boden versalzt ist und die Nährstoffe im Stauwasser nicht ausreichen. Der Dünger verschlechtert wiederum die Wasserqualität und nährt die Wasserhyazinthe.⁴⁶

⁴⁶ Text nach: Frederic Vester Frederic (1983), *Unsere Welt – ein vernetztes System*. München: Deutscher Taschenbuch Verlag, 105 ff.

Denkschablonen

Nach Meadows⁴⁷ (1995) existieren zahlreiche **Denkschablonen**, die nicht zielführend für das Problemlösen sind:

1. Eine einzelne Ursache erzeugt eine einzelne Wirkung. Es muss also eine einzelne Ursache für Krankheiten oder den Treibhauseffekt geben.
2. Jedes Wachstum ist möglich, es gibt keine Begrenzungen.
3. Mit Technik lässt sich jedes Problem lösen. Fortschritt wird durch bessere Technologien erzielt.
4. Wenn etwas wirtschaftlich ist, bedarf es keiner Rechtfertigung.

Reflexionsaufgabe

Welche Denkschablonen kennen Sie?

Aufgabe 5

1. Das System Ball wird von der Schwerkraft angezogen und vom Luftwiderstand gebremst. Wenn mehrere Bälle miteinander fallen, wird das System komplex. Warum?
2. Bei der Einführung von Bankautomaten konzipierte man die ersten Skripte folgendermaßen:
 - Einschieben der Karte, Wahl der Option „Bargeld abheben“
 - Eingabe der Geheimzahl und Wahl des Geldbetrags
 - Auszahlung der gewünschten Summe
 - Rückgabe der Karte.

Es passierte sehr oft, dass die Kunden vergaßen, ihre Karte mitzunehmen. Warum? Wie muss der Ablauf geändert werden?

Umgang mit komplexen Problemen

Der Umgang mit komplexen Problemen stellt sich als ein hoch komplexes Unterfangen dar. Generell gilt:

- Relationen müssen berücksichtigt werden (vernetztes Denken)
- Berücksichtigung von Prozessen (dynamisches Denken)
- Berücksichtigung von Strukturen (Denken in Modellen)

⁴⁷ Meadows, Donella (1995), *Die veruntreute Erde. Ökologie im Alltag*. Stuttgart: Deutsche Verlags-Anstalt.

- Berücksichtigung von Anwendungsbedingungen/Fern- und Nebenwirkungen (systemisches Denken)

Was zeichnet gute Problemlösungsfähigkeiten aus?

Um Quellen von Fehlleistungen möglichst auszuschließen, können Maßnahmen/Handlungen wie folgt beschrieben helfen, Probleme erfolgreich zu lösen. Hierzu gehört:

- in Zusammenhängen denken
- Erwartungshorizonte bilden
- sich einen Überblick über die Gesamtlage verschaffen
- Zustände analysieren, Konsequenzen synthetisieren
- Ziele und Pläne flexibel gestalten
- Schwerpunkte bilden
- Schärfe und Standpunkt der Betrachtung wechseln
- Hohe Ambiguitätstoleranz (Ertragen von Unbestimmtheiten)
- Durchhaltevermögen in kritischen Lagen
- Problemorientierte Selbstkontrolle

Zusammenfassung

1. Problemlösendes Denken ist ein Teil menschlicher Handlungsregulation.
2. Probleme unterscheiden sich von Aufgaben dadurch, dass zur Bewältigung einer Aufgabe die notwendigen Methoden bekannt sind. Die Lösung von Aufgaben erfordert im Gegensatz zum Problemlösen rein reproduktives Denken.
3. Es existieren verschiedene Arten von Problemen, die in einfache (statische) und komplexe (dynamische) Probleme eingeteilt werden.
4. Probleme stellen keine Routine-Situationen dar, Hindernisse erschweren oder verunmöglichen den Weg zum Ziel.
5. Probleme entstehen, weil Menschen Ziele verfolgen.
6. Die Lösung von Problemen bleibt erfolglos, wenn bestimmte Probleme nicht bedacht werden.
7. Lineares Denken eignet sich nicht für die Lösung komplexer Probleme.
8. Merkmale komplexer Probleme sind u.a. Vernetztheit, Eigendynamik, Intransparenz und Unüberschaubarkeit.
9. Die Problemschwierigkeit ist kein absoluter Wert, sie kovariert mit dem Wissensstand des Problemlösers.

Aufgaben zur Wissenskontrolle

1. Wie wird der Begriff Problem definiert?
2. Welche Unterschiede bestehen zwischen einfachen und komplexen Problemen?
3. Worin liegen die Schwierigkeiten im Umgang mit komplexen Problemen?
4. Warum ist vernetztes Denken bei bestimmten Problemen notwendig?
5. Warum werden aus Zusammenhängen falsche Schlüsse gezogen?
6. Sind Prognosen ein verlässliches Instrument zur Zukunftsplanung?
7. Woran liegt es, dass Vorhaben misslingen?

Problemlösungsaufgabe

Lesen Sie den Text über die Luftverschmutzung in Neustadt aufmerksam durch und beantworten Sie dann die Fragen. Sie können die Tabellen hierfür verwenden.

1. Stellen Sie die Ausgangssituation übersichtlich dar (Grafik). Berücksichtigen Sie verschiedene Bereiche, wie Geschäfts-/Privatverkehr und Wohnen.
2. Suchen Sie die Fehler heraus, die beim Umgang Neustadts mit der Luftverschmutzung begangen wurden.
3. Welche Folge resultiert aus diesen Fehlern? Notieren Sie ein Fazit.
4. Geben Sie Tipps: Wie sollte die Luft verbessert werden?

Luftverschmutzung in Neustadt⁴⁸

In Neustadt herrscht reges Treiben. Es gibt viele gut bezahlte Arbeitsplätze, eine Einkaufsstraße und eine Universität. Viele Menschen fahren aus dem Umland nach Neustadt, um dort zu arbeiten, einzukaufen oder zu studieren. Doch die Bewohner und Pendler werden immer unzufriedener: Sie stehen mit ihren Autos oft im Stau. Auch starker Durchgangsverkehr plagt die Bewohner Neustadts. Beides führt zu Abgasen. Hinzu kommt: Die alten Holzöfen in den Wohnhäusern produzieren sehr viel Feinstaub, der zu Husten führt und krebserregend ist. Im Stadtpark treiben die

⁴⁸ Text entnommen aus: Wandel vernetzt denken, Bildungsplattform, Studienbüro Jetzt & Morgen, Freiburg 2017/2018.

Menschen gerne Sport, aber je nach Wetterlage merken sie, dass die Luft beim Atmen in der Lunge sticht. Die Häuser entlang der Hauptstraßen sind grau und verschmutzt, die Sonne ist häufig hinter dicker Luft versteckt.

Der Stadtrat weiß: So kann es nicht weitergehen und beschließt das Ziel: „Die Luftqualität soll besser werden.“ Um dies zu erreichen, verabschiedet der Stadtrat einige Maßnahmen. Damit es nicht mehr so häufig Stau gibt und der Verkehr schneller durch die Stadt fließt, lässt die Stadt nun an einigen Engpässen zweispurige Straßen auf vier Spuren erweitern. Die Menschen sollen nicht so lange nach Parkplätzen suchen müssen, daher lässt die Stadt zwei neue Parkhäuser in der Innenstadt bauen. An jeder Ampel wird ein Schild aufgehängt, das die Autofahrer dazu auffordert, bei Rot die Motoren abzuschalten. In der Einkaufsstraße werden zehn neue Bäume gepflanzt.

Entlang der Hauptstraßen werden die verschmutzten Fassaden öffentlicher Gebäude neu gestrichen. Außerdem beschließt der Stadtrat eine Verordnung, die für neu installierte Holzöfen strenge Abgaswerte vorschreibt – die vorhandenen älteren Öfen können jedoch aus technischen Gründen nicht mit neuen Filteranlagen versehen werden.

Der Stau ist in der Bauphase zwar schlimmer geworden, aber nach zwei Jahren Bauzeit fließt der Verkehr besser durch die Stadt: Die Menschen erreichen viel schneller Arbeit und Einkaufsstraße, stehen seltener im Stau und Parkplätze gibt es auch genug. So ist Neustadt für Menschen und neue Industrie attraktiv geworden: Es pendeln nun viel mehr Menschen nach Neustadt und der Lieferverkehr hat zugenommen. Dennoch hat sich während der Maßnahmen eine Bürgerinitiative gegründet, die sich für eine Reduzierung des Verkehrs, des damit verbundenen Verkehrslärms und der Abgase engagiert.

	Allgemeingültige Fehler	Fehler des Stadtrats
1	Keine Ziele setzen oder Ziele falsch setzen	Unkonkretes Ziel: Luftqualität soll besser werden
2	Nur auf einzelne Aspekte schauen	
3	Nebenwirkungen nicht berücksichtigen	
4	Zeitverzögerung nicht berücksichtigen	
5	Störfaktoren nicht berücksichtigen	
6	Alternativen nicht berücksichtigen	

	Erfolgsfaktoren	Was sollte der Stadtrat bedenken?
1	Ziele setzen, konkret und überprüfbar	Konkrete Ziele aufstellen Bsp.: Ausstoß von Feinstaub/Stickoxide innerhalb von zwei Jahren vom aktuellen Ausstoß um die Hälfte reduzieren
2	Gesamtsituation beachten	
3	Nebenwirkungen beachten	
4	Zeitverzögerungen beachten	
5	Störfaktoren beachten	
6	Alternativen berücksichtigen	

Selbstreflexion

Das nehme ich aus LE6 mit	Das ist mir noch unklar	Damit möchte ich mich noch intensiver auseinandersetzen