

▲ Hochschule Harz

Hochschule für angewandte Wissenschaften

# METHODIK EINES INGENIEURS

Vorgelegt von:

**Philipp Thüring**

m26665

Friedrichstraße 12

38855 Wernigerode

Erstprüfer	Johr	Alexander
Zweitprüfer	Singer	Jürgen
Abgabedatum	02. Februar	2021



## Inhaltsverzeichnis

1 Hinweise zur Abgabe	4
2 Einleitung	5
3 Was ist ein Problem?	6
3.1 Veränderung	6
3.1.1 Ressourcen	6
3.1.2 Am Besten	7
3.1.3 Ungewissheit	7
3.2 Der Kern des Ingenieursproblems	8
4 Analyse	9
4.1 Beschreibung des Problems	9
4.2 Performance Kriterien festlegen	9
4.3 Themenverwandte Arbeiten untersuchen	10
4.4 Ziel formulieren	10
5 Hypothese	12
5.1 Lösung spezifizieren	12
5.2 Ziele setzen	12
5.3 Faktoren Definieren	13
5.4 Performance Metriken aufstellen	13
6 Synthese	14
6.1 Lösungsansätze implementieren	14
6.1.1 Experimente Designen	14
6.1.2 Experimente durchführen	15
6.1.3 Ergebnisse extrahieren	15
7 Validation	17
7.1 Wiederholtes Betrachten des Problems	17
7.1.1 Peer-Review	18
8 Fazit	20
9 Der Anfang vom Anfang.	21
9.1 erstes Unterkapitel vom ersten Kapitel.	21
9.1.1 we need to go deeper!	22
10 Was ist ein Problem?	23
11 kapitel 3	24



<b>Anhang</b>	<b>28</b>
A    erste sektion im anhang . . . . .	28
B    weiteres . . . . .	29
<b>Eidesstattliche Erklärung</b>	<b>30</b>

## **Listingverzeichnis**

1    Quelltext . . . . .	23
--------------------------	----





# DAVE'S PANCAKES RECIPE [TOP SECRET]

## 3 TSP BAKING P.

### 1 PINCH SALT

#### 1 Hinweise zur Abgabe

In dieser mit Latex erstellten PDF sind folgende Inhalte enthalten:

- Ein Deckblatt mit Titel, Datum, Prüfer, Matrikelnummer
- Ein Inhaltsverzeichnis
- Beliebig viele aber wenigstens drei Kapitel
  - wenigstens drei Unterkapitel
  - Wenigstens drei Unterunterkapitel
  - Wenigstens drei Paragraphen
  - Wenigstens einem sub-Paragraphen
  - Ein Abbildungsverzeichnis
    - Mit wenigstens drei Bildern
      - \* Mit jeweils einem Untertitel
      - \* Und einem abweichenden kurzen Titel für das Abbildungsverzeichnis
      - \* Und jeweils einer Referenzierung der Abbildung im Fließtext des Kapitels
- Ein Listingsverzeichnis (nach Abbildungsverzeichnis)
  - Mit wenigstens zwei Listings
    - \* Mit Untertitel
    - \* Mit Abkürzung des UT für das Listings
    - \* Mit jeweils einer Referenz im Text darauf.
- einen Anhang (nach Inhalt und Litverzeichnis)
  - Mit wenigstens einer Abbildung
  - Mit einem Listing
- Eine Eidesstattliche Erklärung mit Unterschrift als eingefügte PDF am Ende
- Hintergrundbild auf wenigstens einer Seite
- Ein Literaturverzeichnis vor Anhang und nach Inhalt



## 2 Einleitung

Der Begriff des Ingenieurs ist in vielen Berufsgruppen vertreten, begleitend von einer meist großen Menge sehr spezifischen Fachwissens. Darüber hinaus gibt es allerdings auch Methoden, die universell angewandt werden können. Im Grunde muss jeder Ingenieur dazu fähig sein, Situationen logisch zu analysieren, bestehende negative Wirkungen zu identifizieren, diese dann in strukturierte Probleme aufzuteilen und einen Lösungsweg für die Probleme zu erarbeiten. Auch die Innovation als großer Bestandteil der Arbeit eines Ingenieurs, sei es das Erfinden neuer Geräte oder die Verbesserung alter, lässt sich auf das Lösen einer langen Kette von Problemen herunterbrechen. Es gibt also eine Vorgehensweise, die universell, ungeachtet der genauen Beschäftigung des Individuums, angewandt werden kann. In den folgenden Abschnitten wird diese Methodik des Ingenieurs vorgestellt und ihre einzelnen Schritte erklärt.



### 3 Was ist ein Problem?

Diese Frage selbst stellt schon ein Problem dar. Konkreter sollten wir uns also Fragen: "Wie sieht ein Problem aus, welches ich mit der Ingenieurmethodik lösen kann?"

Einfach ausgedrückt: Ein System mit ungewissen Attributen befindet sich in einem Zustand A und soll mit gegebenen Ressourcen in einen besseren Zustand B versetzt werden.

Um diese recht einfache Definition im Kern zu verstehen müssen jedoch einige Elemente in einen dringend notwendigen Kontext gestellt werden. So müssen wir, um eine Problematik mit der Ingenieurmethodik auf zu arbeiten folgende Begriffe definieren: Veränderung, Ressourcen, am Besten & Ungewiss.

#### 3.1 Veränderung

Veränderung ist der Übergang von einer Situation A in eine Situation B wobei sich Situation A von B unterscheidet. In unserem Falle sind Situation A und B allerdings nicht fest definiert sondern müssen erst erkannt werden. Herauszufinden wie Situation B aussieht und wie der Übergang herbei zu führen ist ist Aufgabe des Ingenieurs. Hierzu muss er allerdings Situation A möglichst genau definieren, eine Aufgabe die ihm selten vom Auftraggeber abgenommen wird, auch wenn er dies eigentlich tun sollte. So muss der Ingenieur erstmal das genaue Problem feststellen um dann für eben dieses Problem nicht die Lösung sondern eine Lösung zu finden. Eben diese Lösung sollte dann die passendste aller möglichen Lösungen sein.

##### 3.1.1 Ressourcen

Viele unterschiedliche Probleme benötigen viele unterschiedliche Ressourcen. Wie diese Ressourcen aussehen ist daher immer vom Problem abhängig. Sie können materialistischer Natur sein, so gestaltet sich der Bau einer Brücke als ungemein schwieriger wenn kein Zugriff auf Stahl, Beton und Werkzeuge besteht. Aber auch Geld und Zeit sind hier als Ressource zu betrachten. Mit einer zu kurzen Frist oder ohne monetäre Mittel ist der Bau einer Brücke undenkbar. Zu guter Letzt ist auch das Personal und dessen Wünsche als Ressource die gemanaged werden muss an zu sehen.

Eine Faustregel um herauszufinden was als Ressource betrachtet werden muss ist wie folgt: Wenn aus zwei Ausgangslagen, die, bis auf einen Faktor, gleich sind zwei unterschiedliche Ergebnisse, eines von beiden dem anderen zu bevorzugen, hervorgehen ist dieser eine Faktor als Ressource anzusehen. Eine Arbeitsgruppe



mit 10 Minuten Zeit findet wahrscheinlich eine weniger durchdachte Lösung als eine Arbeitsgruppe mit einer zwei Wochen Frist. Jedoch können damit auch selten bedachte Aspekte einfließen. Ein Team aus erfahren Ingenieuren bringt höchstwahrscheinlich ein anderes Ergebnis zustande als ein paar Neulinge auf dem entsprechenden Gebiet.

Der letzte wichtiger Aspekt der Ressourcen ist die Austauschbarkeit untereinander. So kann mit Geld Personal und Material gekauft werden, aus Zeit kann Wissen in Form von zusätzlicher Recherche geschöpft werden und ein kleiner Zeitverlust in Form einer Kaffeepause kann zu einem stark erhöhten Enthusiasmus im Team führen. Die Aufgabe des Ingenieurs ist es all diese Ressourcen und deren Möglichkeiten im Überblick zu behalten und sie bestmöglich in die Problemlösung mit zu integrieren.

### **3.1.2 Am Besten**

Der Begriff “Gut” beziehungsweise “am Besten” ist im Falle des Ingenieurs nicht die ideale Lösung des Problems in einem ansonsten leeren Raum sondern ein möglichst optimaler Kompromiss aus allen Faktoren und Kriterien. Da eben diese Kriterien von Person zu Person zumeist unterschiedlich stark gewichtet werden ist es die Aufgabe des Ingenieurs die allgemeine Gewichtung eben dieser Kriterien durch die Gesellschaft zu ermitteln. Da auch dies ein subjektiver Prozess ist (bei dieser Evaluation spielen die persönlichen Kriterien des Ingenieurs natürlich auch eine Rolle) kann es keine ideale Lösung geben. Die “beste” Lösung die im Laufe dieses Prozesses zu finden ist ist die, die möglichst viele Kriterien einfließen lässt und abhängig der Gewichtung möglichst viele Teilnehmer zufriedenstellt.

### **3.1.3 Ungewissheit**

Ein großer Teil, nein, gar der Kern eines jeden Ingenieurs-Projektes ist es mit unvollständigen Informationen auf ein schwammig definiertes Ziel mit unbekannt vielen Faktoren und Möglichkeiten zu arbeiten. Wäre dies anders, also die Informationen vollständig, die Aufgabe klar definiert und alle Faktoren bekannt wäre das Ganze nicht mehr als eine wissenschaftliche Formel zu lösen. Alle Variablen werden eingesetzt und am Ende steht das Ergebnis. Sollte sich im Laufe dessen rausstellen dass sich Fehler eingeschlichen haben kann man diese korrigieren und die Variablen nochmals einsetzen. Mögen sich eben diese Variablen auch ändern, die Formel und Prozedur bleiben gleich. Eben diese Sicherheit ist bei einem Ingenieur-Problem jedoch nicht gegeben, da bis zum Schluss kein vollständiges Bild der Ausgangs- und Endlage bekannt ist. Die Aufgabe des Ingenieurs ist es also diese Ungewissheit der Situation zu minimieren, in dem er möglichst viele Faktoren und Kriterien in seine Überlegungen mit einfließen



# DANE'S PANCAKES RECIPE [TOP SECRET]

3 TSP BAKING P.

1 PINCH SALT lässt und so einen optimalen Kompromiss findet.

## 3.2 Der Kern des Ingenieursproblems

Zusammengefasst sieht jedes Problem der Ingenieurmethodik wie folgt aus: Ein System mit ungewissen Attributen befindet sich in einem Zustand A und soll mit gegebenen Ressourcen in einen besseren Zustand B versetzt werden.

1/2 tsp sugar

2 BIG EGGS

30 G BUTTER (LWRPAK)

300 ML COW MILK

~~300 G~~ 300 G ~~WHEAT~~ PLAIN FLOUR

FEW DROPS VANILLA JUICE

TINY BIT LEMON JUICE.

1. MIX IT ALL UP

2. COOK THAT SHIT. IN PAN.

3. STAMP

4. EAT

(Please DO NOT use for correspondence)



## 4 Analyse

(kursiv) Die Aufgabe der Analysephase ist es, eingehendes Verständnis über alle Komponenten des Problemgebietes zu erlangen, sodass ein einzelnes, spezifisches und realistisches Ziel formuliert werden kann.

Das oberste Ziel der Analyse sollte immer sein, die vorerst viel umfassende und grobe Zielsetzung zu einer einzigen, spezifischen Aufgabe zu reduzieren. Die zuerst weite Problembeschreibung wird durch die Aufstellung leitender Thesen systematisch eingeschränkt, bis ein enges, aber hoch detailliertes Ziel im finalen Schritt der Analyse formuliert werden kann.

### 4.1 Beschreibung des Problems

Projekte können in zwei Untergruppen eingeteilt werden. Einerseits gibt es das Forschungsprojekt, dessen Ziel die Gewinnung neuen Wissens ist. Daneben gibt es noch das Entwicklungsprojekt, bei dem man bereits existierendes Wissen nutzt, um ein neues Gerät zu entwickeln oder einen bestimmten Effekt zu erzeugen. Häufig kann man ein Projekt allerdings nicht strikt zu einem der beiden Gruppen zuordnen. Oftmals führt die Entwicklung eines neuen Geräts im Laufe seiner Entwicklungsphase auch zu neuen Erkenntnissen. Manchmal ist es auch nötig ein neues Gerät zu entwickeln, damit neues Wissen überhaupt zugänglich wird. Zweiteres trifft allerdings nur eher selten ein.

Sollte es schwer fallen, das Problem mit einer kurzen, präzisen Frage oder Aussage zu umschreiben, enthält das Projekt möglicherweise mehr als ein Problem. Dies ist ein häufig auftretender Grund für Verwirrung im Projektplan, denn unterschiedliche Probleme benötigen fast immer auch unterschiedliche Lösungen. Die dadurch verworrenen und sich teilweise widersprechenden Projektziele können zu großen Komplikationen führen und verheerende Auswirkungen auf den Erfolg des Projekts haben, sollten sie sich auch durch die Restlichen Projektphasen ziehen. Daher sollte am Anfang der Analyse eine möglichst detaillierte Zusammenfassung des Problems angefertigt werden. Darin beinhaltet sind auch ausreichende Hintergrundinformationen und eine Motivation zur Behebung des Problems, um das Projekt im richtigen Kontext einordnen zu können.

### 4.2 Performance Kriterien festlegen

Performance Kriterien sind Bedingungen, die jede vorgeschlagene Lösung zu einem Problem erfüllen muss. Dabei sollte darauf geachtet werden, dass die Kriterien weder zu streng, noch zu offen sind. Das Beispiel sei hier das Festlegen



einer Deadline für einen Teil eines Projekts. Die vorgeschlagene Lösung hier wäre drei Monate. Sind die Kriterien zu eng, würde das Projekt nach Ablauf der festgelegten Zeit gestrichen werden, auch wenn die eigentliche Dauer gerade mal drei Monate und ein Tag gewesen wären. Werden die Kriterien jedoch zu aussagelos gesetzt, könnte das Teilprojekt potenziell nie ein Ende finden und das gesamte Projekt gerät in nicht aufholbaren Verzug. Beide Ausgänge sind zu vermeiden. Die meisten Entwicklungsprojekte sind jedoch im Voraus schon von den festen, strengen Bedingungen und Parametern der Anwendungsdomäne eingegrenzt.

#### 4.3 Themenverwandte Arbeiten untersuchen

Ist das Problem dann formal und präzise beschrieben und alle grundsätzlichen Performance Kriterien festgelegt, so kann das Projektteam nun damit anfangen, möglichst viele Informationen über vorhergehende Projekte in einem ähnlichen oder im gleichen Rahmen zu sammeln. Der wohl bedeutendste Grund dafür ist es zu verhindern, "Das Rad neu zu erfinden." Sollten schon Lösungen für Teile, oder sogar das Projekt im Ganzen bestehen, ist es fast immer einfacher und billiger die Lösung oder das Gerät zu kaufen, als der Versuch es zu replizieren. Es gibt verschiedene Arten, um nach relevanten Quellen zu suchen. Einige davon sind hier zusammengefasst:

(numerierte Liste) Professionelle Tagebücher Konferenzdokumentationen Bücher und Monographien Professionelle Studien Datenbanken Zeitungsartikel Diskussionen mit Kollegen Reverse engineering

Unabhängig von der Quelle muss die Validität immer gründlich überprüft werden. Zweitquellen, wie z.B. Zeitungsartikel, müssen immer auf ihre ursprüngliche Quelle zurückführbar sein, um die Echtheit der Information versichern zu können. Die Quellen, die als Vorwissen in ein Projekt gebracht werden, müssen klar und strukturiert zitiert werden.

#### 4.4 Ziel formulieren

Dies ist der letzte Schritt in der Analysephase. Nachdem das Problem klar definiert, die Performance Kriterien festgelegt und verwandtes Material gründlich untersucht wurde, ist die Aufgabendomäne nun angemessen fokussiert und eingegrenzt. Jetzt kann ein spezifisches und klares Ziel für das Projekt bestimmt werden. Das Ziel ist ein Ausdruck von dem, was das Projekt im Bestfall erreichen soll. Bevor zur nächsten Phase übergegangen wird, müssen noch zwei Faktoren beachtet werden. Als erstes, das Ziel ist die Basis, an der Erfolg oder Versagen des Projekts gemessen werden. Auch die Leistung des Projektteams wird daran gemessen, wie gut es das Ziel erreicht hat. Als zweites, auch wenn ande-



re Komponenten des Projekts relativ unkompliziert angepasst werden können, benötigt es für eine Änderung des Ziels explizite Erlaubnis der Management Ebene, was zur Verschwendung großer Zeit- und Geldressourcen führen kann und deshalb vermieden werden sollte. Umso wichtiger ist es, schon von Anfang an ein allgemein anerkanntes Ziel festzulegen.



## 5 Hypothese

(kursiv) Ziel der Hypothese ist es, eine Lösung für die Projektaufgabe zu finden. Darin beinhaltet sind außerdem Subziele, Hypothesen, Faktoren und Performance Kriterien, um die Richtigkeit der Lösung zu testen.

Alleinstehend ist die Hypothese nicht mehr als ein spekulativer Vorschlag, der für wissenschaftliche Vorgehen nicht ausreichend ist. Erst mit Hilfe der folgenden Schritte der wissenschaftlichen Methode, Synthese und Validierung, kann die Hypothese legitimiert werden.

### 5.1 Lösung spezifizieren

Die Lösung besteht aus einem Mechanismus und einer Prozedur. Es kann sein, dass der Mechanismus bereits besteht. In diesem Fall muss er nur noch gekauft werden. Soll zum Beispiel die Länge eines Tisches gemessen werden, wäre ein Maßband der optimale Mechanismus. Prozedur hierbei wäre dann der Messvorgang. Wird eines von beiden neu entwickelt, müssen alle dafür nötigen Schritte in der Spezifizierung dokumentiert werden, inklusive benötigter Skizzen, Schemata, Rezepten, Pseudocode, Algorithmen, etc. Für die bereits bestehenden Komponenten ist eine kurze Beschreibung in Begleitung von Spezifikationen des Herstellers ausreichend. Um diesen Schritt abzusichern, können auch mehrere Lösungen entworfen und angewendet werden, solange diese im Rahmen des Budgets liegen.

### 5.2 Ziele setzen

Jede Aufgabe hat mindestens ein Ziel, um die Reaktion der Task Unit bei Anwendung der Lösung zu beurteilen. Ähnlich des Aufgabenbaumes ist es sinnvoll, auch einen Zielbaum zu erstellen, um das übergeordnete Ziel in kleine Ziele aufzuteilen. Zu jedem Ziel sollte jeweils nur eine korrespondierende Aufgabe bzw. ein Experiment zugeordnet werden. Zu jedem Ziel sollte auch gleichzeitig eine zugehörige Hypothese aufgestellt werden. Diese drückt das erwartete Resultat der Zusammenfassung des Ziels aus. Hypothesen sollten, wenn möglich, neutral formuliert werden, um Voreingenommenheit gegenüber dem Ergebnis zu vermeiden. Völlige Neutralität in der Hypothese muss allerdings nicht erzwungen werden, da diese zu einem Späteren Zeitpunkt, erneut durch eine Nullhypothese überprüft wird. Eine kleine Zahl von Experimenten kann manchmal schon ausreichen, um eine Vielzahl von Zielen zu erreichen. Im Regelfall reicht es allerdings auch aus, wenn ein Experiment zur Erfüllung eines Ziels führt. Extreme Versuche zur Optimierung sollten mit Bedacht unternommen werden.



### 5.3 Faktoren Definieren

Der erste Schritt beim Definieren der Faktoren sollte sein, eine vollständige Liste aller Parameter und Bedingungen für das Projekt anzufertigen. Diese sollte am ersten Tag des Projekts anfangen und im Laufe dessen weiterhin fortgeführt werden. Diese Liste kann mit einer Handvoll Faktoren anfangen und bis hin zu mehreren tausend Einträgen wachsen. Bevor fortgefahren werden kann, sollte sich jeder Mitarbeiter ein eingehendes Verständnis dieser Liste aneignen. Die Zuweisung von Werten für die Parameter hängt oft von der eigenen Vernunft ab. Zum Beispiel sollte ein Experiment, welches die Performance der Teilnehmer bei einer bestimmten Aufgabe misst, bei ähnlichen, bestenfalls auch gleichen, Lichtverhältnissen stattfinden, wie sie im normalen Umfeld der Kohorte vorherrschen. Für schwerer festzulegende Faktoren kann ein sogenannter Operating-Point Pilot durchgeführt werden. Die Teilnehmer des OP Pilots sind allerdings nicht mehr zur Teilnahme am eigentlichen Experiment berechtigt, weshalb man darauf achten sollte, keinen zu großen Teil der von Beginn an schon kleinen Kohorte für vorbereitende Experimente zu nutzen.

### 5.4 Performance Metriken aufstellen

Performance Metriken sind ein Postulat, dass die Ergebnisse der Aufgabe in Leistungsmaßstäbe umwandelt, damit daraus Schlussfolgerungen über das Aufgabenziel gezogen werden können. Eine Faustregel ist, ein möglichst sinnvolles Medium zur Darstellung der aus den Experimenten gewonnenen Daten zu wählen. Gute Performance Metriken sind unter anderem Histogramme oder Pareto Diagramme. Die Auswahl der richtigen Performance Metrik kann den Unterschied zwischen einer gescheiterten und einer erfüllten Aufgabe ausmachen. Das Ändern oder Austauschen von Performance Metriken sollte jedoch nie ohne guten Grund und auf gar keinen Fall auf Kosten von Objektivität passieren. Repräsentiert eine Performance Metrik die gesammelten Daten zum Beispiel kompakter, aber trotzdem detaillierter als eine andere, wäre ein Wechsel durchaus angemessen. Jede Aufgabe muss mindestens eine Sub Aufgabe haben, deren Ziele messen, wann und wie gut die Primäre Aufgabe erreicht wurde.



## 6 Synthese

(kursiv) Das Ergebnis der Synthesephase sollte die Anwendung der designten Lösung sein, um die gesetzten Ziele zu erreichen und die die Aufgabe begleitende Hypothese zu validieren.

Auch dieser Prozess kann in 4 kleinere Funktionen unterteilt werden aber anders als in der Analysephase, muss die Reihenfolge aller Schritte genau eingehalten werden. In dieser Phase werden alle vorher aufgestellten Thesen, Faktoren, Bedingungen, etc. mit Hilfe von Experimenten in die Praxis umgesetzt, um erste konkrete Ergebnisse zu erzielen.

### 6.1 Lösungsansätze implementieren

Es gibt zwei Arten, auf die eine Lösung implementiert werden kann, entwickeln und kaufen. Sollte es den Anforderungen entsprechen, ist es fast immer effektiver die Lösung zu erwerben, als sie selbst zu entwickeln. Dies trifft auch zu, sollte die erworbene Komponente nur zu einem Teil zur Lösung beitragen. Besteht ein Teil der Lösung aus einer Datenbank, sollte der Aufwand betrieben werden, um die Daten vollständig, roh und unbearbeitet zu erhalten. Dies trifft vor allem zu, wenn die Daten von einer anderen Forschungsgruppe oder Firma kommen. Häufig treten im Zusammenhang dessen auch politische oder Eigentums Probleme auf. Von Drittparteien erhaltene Daten sollten generell immer mit einer gewissen Skepsis behandelt werden.

#### 6.1.1 Experimente Designen

Der Sinn hinter diesem Schritt ist es, eine Reihe von Experimenten zu designen, dessen Resultate benutzt werden, um zu messen wie gut eine Aufgabe erfüllt wurde. Ein Experiment erfasst Daten um den Erfolg einer konzipierten Lösung unter kontrollierbaren Bedingungen im Labor zu testen. Vor dem Beginn der Experimente sollten alle aufgestellten und gesammelten Faktoren, Regeln, Bedingungen und Beobachtungen auf Vollständigkeit und Korrektheit überprüft werden, da jede dieser Komponenten einen fundamentalen Einfluss auf die Planung und Durchführung der Experimente haben kann. Wurde diese Liste noch ein letztes mal verifiziert, kann nun mit der Planungsphase für die Experimente fortgefahren werden. Zuerst sollte sichergestellt werden, dass das Labor, in dem das Experiment stattfinden wird, frei von nicht-essentiellen Objekten ist. Der negative Einfluss von emotionalen Reaktionen der Testsubjekte sowie der Prüfer kann oft nicht vollkommen verhindert werden. Deshalb sollte man darauf achten, dass jedes Element im Labor unabdingbar für das Experiment ist. Einmal richtig angeordnet, sollte danach großer Wert darauf gelegt werden, dass niemand au-



ßer den am Experiment beteiligten Personen das Labor betritt. Außenstehende können ohne ihr Wissen kleinste Veränderungen am Arbeitsraum durchführen, z.B. ein Gerät um wenige Millimeter verschieben, und damit die Ergebnisse des Experiments vollkommen aussagelos machen. Das schlimmste daran ist, dass ein solcher Fehler, wenn überhaupt, nur sehr schwer zurückverfolgt werden kann, wodurch das ganze Projekt in Gefährdung stehen könnte. Deshalb sollte das Labor in Abwesenheit des Personals immer verriegelt und klar und deutlich für Außenstehende gekennzeichnet sein, um die Chance auf derartige Fehler zu minimieren. Das eigentliche Experiment besteht aus mehreren Elementen. Angefangen wird bei dem Personal, dass das Experiment durchführen wird. Diese haben einen genauen Überblick über alle bisher gesammelten Daten sowie die nötige Expertise um die Experimente auch durchzuführen. Lebendige Teilnehmer eines Experiments werden Kohorte genannt, ihr Gegenpol sind die Stichproben. Die Durchführung eines Versuchs mit einer schrittweisen Veränderung der Faktoren, bis alle möglichen Faktorkombinationen abgedeckt sind, heißt Block Design. Um die vorgesehene Funktion aller Faktoren bestätigen zu können, werden sogen. Control Trials durchgeführt. Dabei wird die Performance von einem Set von Faktoren in Abwesenheit eines anderen Sets von Faktoren gemessen, um die isolierten Effekte des Sets festhalten zu können.

Die aus Experimenten erhaltenen Daten sollten auf mehr als einem Medium gespeichert sein, um den Verlust im Falle eines Ausfalls eines der Medien zu verhindern. Datenschutz sollte eine der obersten Prioritäten sein. Es empfiehlt sich, die Daten zu verschlüsseln und diesen Schlüssel nur an die Personen weiterzugeben, die unbedingt Zugriff auf die Daten benötigen. Werden über die schon bestehenden Speicherplätze der Daten hinaus weitere Kopien angefertigt, so muss dies unbedingt Dokumentiert werden, um unkontrollierte Verbreitung der Daten zu verhindern. Sind alle Daten einmal gespeichert, sollten diese umgehend mit Hilfe des Copyright weiter geschützt werden. In der Regel ist es sinnvoll, zu viele Daten über das Experiment gespeichert zu haben als zu wenig.

### **6.1.2 Experimente durchführen**

Jetzt gilt es nur noch, die bereits fertig geplanten Experimente durchzuführen. Dies sollte genauestens nach Plan passieren, damit Fehler oder unerwartete Ergebnisse in den Plänen gefunden und behoben werden können. Misslungene Experimente sollten als Hilfen gesehen werden, um die Pläne zu überarbeiten und dem Erfolg einen Schritt näher zu kommen.

### **6.1.3 Ergebnisse extrahieren**

Oft können die direkten Ergebnisse eines Experiments nicht genutzt werden, um Schlussfolgerungen zu ziehen. Zuerst müssen die Resultate reduziert werden, al-



# DANE'S PANCAKES RECIPE [TOP SECRET]

3 TSP BAKING P.

1 PIN

so umgewandelt und kombiniert, damit die entstehenden Werte in Form der gewählten Performance Metrik dargestellt werden können. Im Grunde können nur zwei Arten von Werten direkt gemessen werden: Distanzen und Zählungen. Weil die reduzierten Daten oftmals modifiziert oder korrigiert werden müssen, sollten immer die rohen und die reduzierten Ergebnisse des Experiments dokumentiert werden.

1/2 tsp

2 BIG EGGS

30 G BUTTER (LWRPAK)

300 ML COW MILK

~~300 G~~ 300 G ~~GAK~~ PLAIN FLOUR

FEW DROPS VANILLA JUICE

TINY BIT LEMON JUICE.

1. MIX IT ALL UP

2. COOK THAT SHIT. IN PAN.

3. STAMP

4. EAT

(Please DO NOT use for correspondence)



## 7 Validation

(kursiv) Das Ziel der Validation Phase ist es zu entscheiden ob eine optimale Lösung, in Abhängigkeit der Hypothese und Arbeitsmethodik, erreicht wurde.

Die in der Hypothese festgelegten Metriken müssen flexibel sein. Da sich während der Problemlösung neue Informationen auftun können die mitbedacht werden müssen. Alle Ergebnisse die im Laufe verschiedener Test erarbeitet werden sind Teil eben dieser Informationen. Die Arbeit an einem Ingenieurs-Problem ist sich somit selbst ergänzend, da auf Basis dieser neuen Informationen Hypothesen erstellt, überarbeitet und verworfen werden. Die Validation ist somit sowohl fester Bestandteil als auch immer präsent Mittel zur Ausarbeitung einer Lösung.

### 7.1 Wiederholtes Betrachten des Problems

Um eine Lösung als den Umständen entsprechend Optimal zu bezeichnen müssen wieder die vier Schlagwörter aus dem Ersten Kapitel (Definition) zurückgreifen. Um zu bestimmen ob die erarbeitete Lösung angemessen ist muss also geprüft werden ob:

(Liste) Eine Veränderung stattfindet Diese Veränderung mit den gegebenen Ressourcen möglich ist Diese Veränderung und die genutzten Ressourcen akzeptabel als Kompromiss sind Die unsicheren Informationen kein oder zumindest nur ein kleines Risiko beinhalten

Die Prüfung dieser Aspekte mag trivial erscheinen, ist jedoch für die Entwicklung einer optimalen Lösung essentiell. Das zu späte Bedenken oder gar Ignorieren dieser Schritte führt im besten Falle zu Rückschritten im Projekt, könnte aber auch ein Scheitern eben dieses oder gar Schlimmeres mit sich ziehen.

Betrachten wir also die Konstruktion einer Brücke:

Die Validierung der Veränderung ist denkbar einfach, nach dem Bau der Brücke ist es möglich einen Fluss zu überqueren. Doch was ist wenn die erarbeitete Lösung nur eine Fußgängerbrücke beinhaltet? In diesem Falle findet für alle Autofahrer keine Veränderung statt, wenn diese als Teil der beteiligten Gesellschaft angesehen werden muss die vorgeschlagene Lösung folglich abgelehnt werden.

Auch die Validierung der Ressourcen scheint einfach. Sind alle nötigen Materialien, Fachpersonal und genug Zeit vorhanden steht dem Bau der Brücke nichts mehr im Wege. Doch eben diese Ressourcen können sich im Laufe der Planung ändern, es ist nicht mehr fest davon auszugehen, dass alle geplanten Materialien zu dem geplanten Zeitpunkt verfügbar sind, dies muss als Teil der Lösung geprüft werden. Ebenso können sich Personalanforderungen verändern



oder Zeitfenster verschieben, so ist eine Lösung vielleicht in der Theorie gut, doch in der Praxis zum Zeitpunkt der Umsetzung gar nicht mehr möglich.

Um zu Prüfen ob die vorgeschlagene Lösung die Beste ist wird ein ungemein großer Aufwand benötigt. Dieser ergibt sich daraus, das im besten Falle alternative Lösungsansätze ausgearbeitet werden deren Ergebnisse mit der ursprünglichen Lösung verglichen werden. Dies würde bedeuten, dass nicht nur mehrere Brückenmodelle ausgearbeitet werden, sondern unter Umständen auch ein Tunnel als Option aufgebracht wird. Da dies aber meistens nicht im Rahmen der Ressourcen ist werden hilfsweise möglichst viele Faktoren betrachtet und ob deren Gewichtung innerhalb der Lösung equivalent zu ihrer Gewichtung innerhalb der Problemstellung ist. Können also genug Fußgänger und Autofahrer die Brücke überqueren? Wie sehr wird die Umwelt dadurch belastet? Könnte der veränderte Verkehrsfluss Raststätten beeinflussen? Die Kriterien aller betroffenen Gruppen werden hier nun erneut aufgewogen.

Die Validierung der Ungewissheiten ergibt sich aus den vorangegangenen Experimenten. Es werden bekannte Unsicherheiten minimiert und unbekannte Unsicherheiten entdeckt. Um bekannte Unsicherheiten zu reduzieren werden in Experimenten eben diese Faktoren möglichst fest bestimmt. Bei unserer Brücke ist zum Beispiel bekannt, dass der verbaute Stahl sich unter Sonneneinstrahlung ausdehnt, doch müssen wir auch wissen wie weit er dies tut, wie schnell und wie lange diese Verformung bestehen bleibt. Wenn diese Unsicherheiten durch Tests reduziert werden können wir somit sicher sein, dass diese Problematik ressourceneffizient angegangen wurde.

Um unbekannte Faktoren aufzudecken werden Experimente und Tests unter realen Bedingungen ausgeführt. Dadurch könnte zum Beispiel auffallen, dass das Wasser am Fuße der Brücke zu Korrosion führt, ein Element welches vorher gar nicht bedacht wurde. Jetzt wo es bekannt ist muss die dadurch entstandene Unsicherheit minimiert werden. Für jedes Problem gibt es unendlich viele Faktoren, Aufgabe der Tests ist es herauszufinden, welche ein realistisches Risiko für den Lösungsansatz darstellen könnten.

#### 7.1.1 Peer-Review

Nach all den Hypothesen und verworfenen Ideen, nach all den Experimenten und gescheiterten Test steht nun endlich der Plan für eine Brücke. Alle bekannten Faktoren sind bedacht, alle Ressourcen sind eingeplant, doch fehlt noch etwas. Dieses Etwas ist es, was sowohl die Wissenschaftliche- als auch die Ingenieurmethodik revolutioniert hat. Die Peer-Review. Wie schon in der Definition des Problems festgestellt ist die Gewichtung vieler Faktoren trotz aller Bemühungen nie ganz Objektiv, daher ist es essentiell die Meinung und Zustimmung weiterer unbeteiligter Ingenieur einzuholen. Die Aufgabe dieser Ingenieure ist es die Gewichtung der Faktoren zu Beurteilen, Verfahrensfehler zu finden und weitere



Unsicherheiten und andere Trugschlüsse auf zu decken. Auch unter der Annahme, dass nach bestem Wissen und Gewissen gehandelt wurde sehen vier Augen immer mehr als zwei. Aus der Peer-Review können verschiedene Situationen hervorgehen:

Zum einen können sich Uneinigkeiten bei der Gewichtung der einzelnen Interessen ergeben. Dies ist aufgrund mangelnder Objektivität meist schwer zu lösen, daher ist hier meist die Meinung weiterer Unbeteiligter gefragt, woraus sich dann ein anwendbares Meinungsbild ergibt. Außerdem können weitere Lösungsansätze hervorgehen, welche die gegebenen Ressourcen effizienter nutzen, bessere Kompromisse von Interessen darstellen oder mehr Ungewissheiten ausschließen. An dieser Stelle müssen nun die Ressourcen und Ungewissheiten betrachtet werden und es wird abgewogen, ob eine Änderung der Lösung und entsprechende Tests umsetzbar sind. Im besten Falle stimmen die zu Rate gezogenen Ingenieure natürlich der vorgelegten Lösung als optimal zu, dann steht der Umsetzung nichts mehr im Wege.



## 8 Fazit

Betrachten wir nun nochmals den Prozess in seiner Gesamtheit. Es gibt ein Problem in der Welt und dieses wollen wir lösen. Mit dem Wissen niemals alles wissen zu können fangen wir also an Informationen zu sammeln um uns ein zumindest teilweise vervollständigtes Bild der Problematik zu machen. Wir betrachten das Problem von allen Seiten und machen aus, welche Kriterien dazu beitragen würden, es zu lösen. Wir legen uns ein Ziel fest, stellen Hypothesen auf wie wir dieses erreichen und führen dann Tests durch um zu sehen ob eben diese Hypothesen stimmig sind. Kommen wir so auf ein Ergebnis prüfen wir nochmals ob dieses auch wirklich eine Lösung zu dem Problem darstellt und holen uns dann die Meinung Anderer ein um nochmals sicher zu gehen.

Nüchtern betrachtet ist dies keine neue, revolutionäre Herangehensweise. Ganz im Gegenteil, diese Art der Problemlösung wird schon von Kindern intuitiv verwendet. Jedoch ist diesen Kindern, und anbei auch vielen Erwachsenen, nicht bewusst wie viele Prozesse und logische Schlüsse hinter dieser Methodik stehen. Diese Intuition ist es auch, die dafür sorgt, dass diese Prozeduren bis heute in diesem Maße befolgt werden. Gerechtfertigt wird die Methodik des Ingenieurs durch Jahrhunderte an Erfahrung und einem sich selbst kontrollierenden System, welches flexibel genug ist sich selbst zu korrigieren. Solange man der Lehre der Heuristik, also der Kunst mit unvollständigen Informationen und wenig Zeit dennoch zu wahrscheinlichen Aussagen oder praktikablen Lösungen zu kommen, folgt ist die hier beschriebene Methodik des Ingenieurs eine valide Handlungsform und für den Fall, dass man eben diese Heuristik anzweifelt ist der Erfolg der Ingenieurmethodik doch nicht von der Hand zu weisen.



## 9 Der Anfang vom Anfang.

Der Text ist "verhezt", braucht kein Slash und keine Klammern, das ist der Hammer(n).

„Und dieser Text ist umgeben von Anführungszeichen.“

Die Abbildung 1 zeigt das erleuterte Rezept in größerem Detail.

Siehe Kapitel 10 Was ist ein Problem?

- 1.) zutaten
- 2.) bearbeitungsweise
- 3.) More Stuff

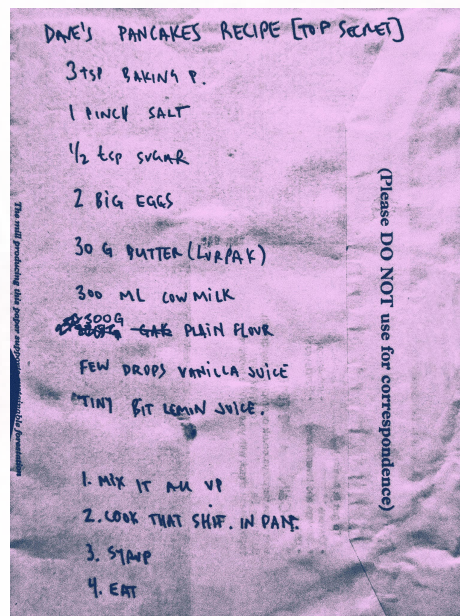


Abbildung 1: Abbildung zeigt details

### 9.1 erstes Unterkapitel vom ersten Kapitel.

Badabing Badabum.



# DANE'S PANCAKES RECIPE [TOP SECRET]

3 TSP BAKING P.

1 PINCH SALT

9.1.1 we need to go deeper!

insert dumb Inception joke inside the paragraph. it won't go deeper though.

1/2 tsp SUGAR

subparagraph as smallest unit of text.

2 BIG EGGS

30 G BUTTER (LWRPAK)

300 ML COW MILK

~~300 G~~ 300 G PLAIN FLOUR

FEW DROPS VANILLA JUICE

TINY BIT LEMON JUICE.

1. MIX IT ALL UP

2. COOK THAT SHIT. IN PAN.

3. STAMP

4. EAT

(Please DO NOT use for correspondence)



## 10 Was ist ein Problem?

you already know. wow.

---

```
5 package com.tutego.insel.ds.observer;
6
7 import java.util.*;
8
9 public class Party
10 {
11     public static void main( String[] args )
12     {
13         Observer achim    = new JokeListener( "Achim" );
14         Observer michael  = new JokeListener( "Michael" );
15         JokeTeller chris  = new JokeTeller();
16
17         chris.addObserver( achim );
18
19         chris.tellJoke();
20         chris.tellJoke();
21
22         chris.addObserver( michael );
23
24         chris.tellJoke();
25
26         chris.deleteObserver( achim );
27
28         chris.tellJoke();
29     }
30 }
```

---

Listing 1: beschreibe den Quelltext hier.

Im Quelltext 1 sieht man einen Ausschnitt eines Java Quelltextes.



## 11 kapitel 3

Dieser Text ist aus einer anderen Wissenschaftlichen Arbeit entnommen, deshalb gibt es eine Referenz dazu, die sich in der Fußnote befindet. Hier fällt der Vgl. im Footnote weg, da es ein direktes Zitat ist.<sup>1</sup>

Dieser Text ist aus einer anderen Wissenschaftlichen Arbeit entnommen, deshalb gibt es eine Referenz dazu, die sich in der Fußnote befindet.<sup>2</sup>

Coole link citation<sup>3</sup>

Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet. Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet. Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet.

Duis autem vel eum iriure dolor in hendrerit in vulputate velit esse molestie consequat, vel illum dolore eu feugiat nulla facilisis at vero eros et accumsan et iusto odio dignissim qui blandit praesent luptatum zzril delenit augue duis dolore te feugait nulla facilisi. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed diam nonummy nibh euismod tincidunt ut laoreet dolore magna aliquam erat volutpat.

Ut wisi enim ad minim veniam, quis nostrud exerci tation ullamcorper suscipit lobortis nisl ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis autem vel eum iriure dolor in hendrerit in vulputate velit esse molestie consequat, vel illum dolore eu feugiat nulla facilisis at vero eros et accumsan et iusto odio dignissim qui blandit praesent luptatum zzril delenit augue duis dolore te feugait nulla facilisi.

Nam liber tempor cum soluta nobis eleifend option congue nihil imperdiet doming id quod mazim placerat facer

1. Teller, „Visibility computations in densely occluded polyhedral environments.“, S. 87

2. Vgl. Teller, „Visibility computations in densely occluded polyhedral environments.“, S. 57

3. *A Tour of the Dart Language - Asynchrony support*



Siehe Eidesstattliche Erklärung





# DANE'S PANCAKES RECIPE [TOP SECRET]

3 TSP BAKING P.

1 PINCH SALT

1/2 tsp SUGAR

2 BIG EGGS

30 G BUTTER (LWRPAK)

300 ML COW MILK

~~300 G~~ 300 G PLAIN FLOUR

FEW DROPS VANILLA JUICE

TINY BIT LEMON JUICE.

1. MIX IT ALL UP

2. COOK THAT SHIT. IN PAN.

3. STAMP

4. EAT

## Abbildungsverzeichnis

1 cooles rezept . . . . . 21

A.1 logo . . . . . 28

B.1 logo . . . . . 29

(Please DO NOT use for correspondence)



## Literatur

*A Tour of the Dart Language - Asynchrony support.* Feb. 2020. URL: <https://www.dartlang.org/docs/dart-up-and-running/ch02.html#asynchrony>.  
Teller, Seth J. „Visibility computations in densely occluded polyhedral environments.“ In: (1994).



# DAVE'S PANCAKES RECIPE [TOP SECRET]

3 TSP BAKING P.

1 PINCH SALT

Anhang

A erste sektion im anhang

1/2 tsp

2 Big

30 G

300

300 G

FEW

TINY

BIT LESS

1. MIX IT ALL UP

2. LOOK THAT SHIF. IN PAN.

3. STAMP

4. EAT



Abbildung A.1: das logo der initiative

(Please DO NOT use for correspondence)



B weiteres



Abbildung B.1: das logo der initiative



## Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre hiermit an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig verfasst und dabei keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel benutzt habe. Sämtliche Stellen der Arbeit, die im Wortlaut oder dem Sinn nach Publikationen oder Vorträgen anderer Autoren entnommen sind, habe ich als solche kenntlich gemacht. Die Arbeit wurde bisher weder gesamt noch in Teilen einer anderen Prüfungsbehörde vorgelegt und auch noch nicht veröffentlicht.

Wernigerode, den 18.08.1999



---

Philipp Thüring