

**HNU Working Paper**

Nr. 19

Oliver Kunze

**How to Derive a Structure for Scientific Publications from Karl  
Popper's Scientific Theory**

**Von der Wissenschaftsauffassung Karl Poppers zur Gliederung  
einer wissenschaftlichen Arbeit**

11 / 2011

---

Dr.-Ing. Oliver Kunze, Professor für Logistik,  
Hochschule für angewandte Wissenschaften Neu-Ulm  
University of Applied Sciences  
Wileystraße 1, D-89231 Neu-Ulm

**Abstract**

How does scientific research work? This article summarizes the principles of critical rationalism as defined by Karl Popper and derives a structural concept for scientific papers from these principles. This work is especially dedicated to students of management sciences, economics and industrial engineering, who are attempting to write their first scientific papers.

**Keywords**

Scientific Theory, Critical Rationalism, Table of Content, Structural Elements, Karl Popper

**Abstrakt**

Was heißt wissenschaftlich arbeiten? Um Studierende der Fachrichtungen Betriebswirtschaft und Wirtschaftsingenieurwesen in die Lage zu versetzen, eine eigenständige wissenschaftliche Arbeit zu verfassen, werden in dieser Arbeit die Prinzipien des kritischen Rationalismus nach Karl Popper zusammengefasst dargestellt, und daraus die wesentlichen Strukturelemente einer wissenschaftlichen Arbeit hergeleitet.

**Freie Schlagwörter**

Wissenschaftstheorie, kritischer Rationalismus, Gliederung, Strukturelemente, Karl Popper

**JEL-Klassifikation**

B40 , C00 , I23 , Z00

**How to Derive a Structure for  
Scientific Publications  
from Karl Popper's Scientific Theory**

*Oliver Kunze\**

*\* University of Applied Sciences Neu-Ulm; Wileyst. 1, 89231 Neu-Ulm*

**Content**

1	Introduction .....	4
1.1	The Problem.....	4
1.2	Methodology .....	5
2	Critical Rationalism - Karl Popper's Scientific Theory .....	6
3	Structural Elements within a Scientific Work Based on Critical Rationalism.....	7
3.1	The Problem.....	7
3.2	Attempted Solutions .....	8
3.3	Elimination.....	8
3.4	New Problems .....	10
3.5	Summary .....	10
4	Critical Discussion .....	12
4.1	Criticism of Methodology.....	12
4.2	Criticism of Results .....	12
	Glossary .....	14
	Abbreviations .....	14
	References .....	14
	Special Thanks.....	14

## 1 Introduction

During their academic education, students face the challenge of writing a scientific paper – at the latest when writing their bachelor or master thesis, ideally already when writing a research seminar paper. At this point of their education, many students don't have a clear concept of what constitutes scientific work, yet. Without such a concept, it is very difficult, if not impossible, to write a proper scientific paper. Some students try to solve this task by writing a prolonged essay in which they strive to follow some “rules” like “how to cite properly”, and hope (often in vain) to thereby achieve the production of a scientific research paper.

The question “What is scientific work?” certainly is not a question, which can be answered quickly or easily, as different philosophical answers to this question are widely discussed by scientists<sup>1</sup>. Still, students who start with research at least need a good initial first if not final answer to this question, and the teaching scientists should guide them accordingly.

Especially for students of the non-philosophic disciplines management sciences, economics and industrial engineering, a compact excursus into the theories of Karl Popper has shown to be beneficial, in order to make students understand the principles of critical rationalism<sup>2</sup>.

The article of Popper „*The logic and evolution of scientific theory*“ [Popper 1999] has shown to be a valuable starting point for students, as on the one hand, it is short enough and, on the other hand, it sufficiently covers all relevant aspects of scientific work according to the principle of critical rationalism.

Still, even after reading this article the students have to face the question “How do I implement what I have learned from Popper in my own work?”.

Often already the “structural layout” of their work poses a challenge to those students, who undertake the task of writing their first scientific paper. At this point it has been demonstrated that it is of help to the students, if the teaching scientist can explain the interrelatedness of Popper's four step scheme and the classical structural elements of an academic piece of work.

### 1.1 The Problem

The fundamental axiom of this article is the idea that critical rationalism as defined by Karl Popper provides a sufficiently suitable framework for scientific research in the named disciplines of management sciences, economics and industrial engineering.

The problem which this article attempts to deal with is the following:

“Which structural elements shall be included in a scientific work, in order to fulfill Popper's theories on science, and why?”

In other words: What are the structural elements of academic writing which are indispensable if one wants to follow Popper's theories.

At this point the author wants to point out that there are several aspects which need to be considered if one attempts to write a scientific publication. These aspects include the art of deduction (e.g. by means of proof, of statistical evidence, or, if necessary, by means of scientifically sound reasoning), the thorough knowledge of relevant concepts, the precise use of terms and the skill of citation, to name but a few.

---

<sup>1</sup> The term ‘scientist’ refers to any academic involved in research

<sup>2</sup> In case the teaching scientist does not agree with the concept of critical rationalism, the following approach still may serve as an introduction to this topic. The teaching scientist may then derive a different or modified scientific concept from thereon.

The scope of this article only covers one of these aspects, which is “which structural elements should be detectable in a scientific work, and why”.

Thus it cannot be the intention of this article to define what constitutes scientific work – this discussion is being conducted in philosophical discussions on the theory of science - or how scientific work should be carried out - this may differ significantly according to the scientific discipline being followed.

## **1.2 Methodology**

This article attempts to deduce the “necessary structural elements of scientific works based on critical rationalism” (with focus on the disciplines management science, economy and industrial engineering) using the reasoning found in Popper’s concepts (= deduction as method).

An alternative option would have been to follow an inductive approach (= induction as method). In this case a sufficiently large number of publications (which claim to be rooted in rational criticism) would have to be scanned, in order to induce a structural pattern which is followed by a majority of authors. The findings of such a research could be statistically founded. But such an inductive approach would have to consider questions as e.g.

- Which scientific disciplines follow Popper’s theses during the time span of such a survey?
- How does one detect, which author follows which theoretical concept of science?
- How does one distinguish good from less skilled scientific works?

Such an alternative methodological approach would either support the deductive findings of this work, or it could falsify these findings.

## 2 Critical Rationalism - Karl Popper's Scientific Theory

In his article „*The logic and evolution of scientific theory*“ [Popper 1999] Popper lays out his four-step scheme of science “1. old problem / 2. attempted solutions / 3. elimination / 4. new problems“ in a very compact and easily comprehensible way.

In short, this scheme contains the following basic ideas:

1. Old problem: „*The natural as well as the social sciences always start from problems [...]*“ [Popper 1999, p. 3] – i.e. a problem (which is sufficiently clearly described) is the „*starting point*“ of all scientific knowledge.
2. Attempted solutions: „*These<sup>3</sup> always consist of theories, and these theories, being trials, are very often wrong: they are and always will be hypotheses or conjectures.*“ [Popper 1999, p7] – i.e. Popper states that it is impossible to verify theories – he states it is only possible to falsify wrong theories<sup>4</sup>. It is important to note that Popper at this point uses the plural form of “attempted solutions”<sup>5</sup>.
3. Elimination: „*(...) what distinguishes the scientific approach and method from the prescientific approach is the method of attempted falsification. Every attempted solution, every theory, is tested as rigorously as it is possible for us to test it.*“ [Popper 1999, p10] – i.e. the scientists should try to subject their theories to the utmost stress testing procedures, instead of only trying to “defend” their theories.<sup>6</sup>
4. New problems: These are those problems „*that arise from the critical discussion of our theories*“ [Popper 1999, p14] – i.e. while attempting to solve a problem, and while trying to falsify these attempted solutions, the scientist usually will find further (new) problems, which themselves may be the starting point of further research.

For further details of Popper's theories and his reasoning please refer to the full article [Popper 1999].

---

<sup>3</sup> i.e. “these attempted solutions“

<sup>4</sup> see e.g. “hypothesis testing” in statistics

<sup>5</sup> This aspect will be discussed in greater depth later on.

<sup>6</sup> In this context, the publication of scientific research work can be interpreted as a means of presenting research results for the judgement of the biggest possible number of other scientists who in turn may question these results (and the used methodology) most critically (i.e. the other scientists may conduct the falsification attempts).

### 3 Structural Elements within a Scientific Work Based on Critical Rationalism

How and where exactly can the four-step scheme of Popper be located within the structure of a scientific publication based on critical rationalism? In order to answer this question, typical structural elements of scientific works are now deductively derived from Popper's four-step-scheme.

#### 3.1 The Problem

In order to be able to start scientific research, it is necessary to clearly describe the problem (which is the starting point of research) *as precisely as possible*. This means, that the following four aspects need to be considered:

1. Precision in the use of terms
2. Clearly and explicitly stated assumptions
3. Definition of the subject of the research work
4. Definitions of what lies outside the scope of the research work.

Already the first step of Popper's scheme (as all other three steps, too) requires a clear, precise and misinterpretation-free use of terms. A problem definition which is based on imprecise terms or on terms which may be misinterpreted is not sufficiently clear, and an unclear or fuzzy problem neither leads to precise attempted solutions, nor may these attempted solutions (as wrong as they may be) be properly falsified. If for instance

- a sociological survey is intended to analyze social strata, and the terms "stratum", "class", "income group" or "ethical group" are not properly distinguished from each other,
- a psychological survey on the impact of "drive" on behavioral patterns is to be carried out, and the term "drive" is not sufficiently defined, or if
- in a business economics research project the "company value" is to be analyzed, but it is unclear, how the company value is being measured,

these research projects "in statu nascendi" already carry the deficit that neither the research methods, nor the research results can properly be falsified, as it is not sufficiently clear, to which objects these methods and results refer. Researchers therefore should strive for sufficient precision in the use of terms.<sup>7</sup> This aspect is the reason for chapters<sup>8</sup>, which explicitly deal with the *definition of terms* as well as *glossaries*, *abbreviation tables* and *legends*.

Assuming the relevant<sup>9</sup> terms are defined precisely enough, it is the task of the academic scholar to lay out the object of the research project as precisely as possible by using the relevant defined terms, i.e. the "old problem" as defined by Popper should be described as clearly as possible. This leads to a common introductory chapter in scientific works, which deals with the "*object of research*".

---

<sup>7</sup> Some students don't see the importance of precisely defined terms. Very often, they stick to the principle of "variety in use of terms" (i.e. they strive to avoid repetitious use of terms), as this principle is widely taught in pre-academic education with the aim to develop individual language skills. Thus they use a variety of similar, but still distinctively different terms (i.e. terms with slightly different meanings) for one "item" instead of permanently using one precisely defined term for the same item.

<sup>8</sup> The term "chapter" is used here and elsewhere in this article in order to describe a structural element within a text without reference to the structural tier. Thus "chapter" may mean "chapter", "sub-chapter" or "detectable paragraph which deals with one clearly defined issue".

<sup>9</sup> The decision on which terms are relevant, which terms need clarification and which terms may be used without further discussion (because their common use is clear and undisputed) is incumbent upon the researcher.

In case certain *assumptions* are already made in the definition of the “old problem”, these assumptions need to be clearly stated as well (best within a sub-chapter of the chapter “object of research”).

Finally, it should also become clear at this point, what lies *outside* the research scope – this is often explained in a sub-chapter named “*delimitation*”.

### 3.2 Attempted Solutions

In accordance with Popper, the attempted solutions are not only the attempted solutions which the scientist carries out himself/herself, but also the attempted solutions of other scientists for the same problem or for similar problems. Thus a chapter “*state of the science*” is rooted in the second step of Popper’s scheme (interpreted as “the known approaches of other<sup>10</sup> authors on the same problem”)

The core of any scientific research work is its methodology (i.e. the explicitly laid out approach on how to attempt to solve the problem), which is the basis for all research results. Thus it is indispensable to precisely describe the *methodology* which was used to generate research results (i.e. “attempted solutions”) in a way, which can be understood and reproduced by other scientists. This preferably should be written down in a dedicated chapter, which comprises methodological assumptions, too.

At this point students may ask whether it is necessary to use *different* methods while trying to generate attempted solutions for the old problem, because Popper talks about attempted solutions in the plural form. A look into scientific publications shows that often only one single attempt to generate a solution has been carried out (i.e. only one method<sup>11</sup> - be it inspired by the study of state of science or be it a new creative approach – is used) in order to generate an attempted solution for the old problem. This is not a discrepancy to Popper’s idea of attempted solutions (plural), as Popper’s scheme doesn’t require all attempts to be carried out by the same scientist.<sup>12</sup>

The author of this paper wants to point out that many students (especially freshmen) may not be (fully) aware of the necessity of exhibiting the methodology of a scientific work in explicit detail. But without such a methodological exhibit a publication doesn’t fulfill the requirements of a scientific work (due to the lack of a basis for falsification of the methodology), and thus the publication becomes at most an interesting essay but nothing more.

That the results of a research project shall be presented in a chapter “*research results*” or “*findings*” is intuitively clear for most students.

The “attempted solutions“ thus consist of two distinct elements: the *methodology* and the *research results* which are generated by applying this methodology. Or phrased differently: both, the chapters on “methodology” and “results” can be derived from the second step of Popper’s scheme, the “attempted results”.

### 3.3 Elimination

According to Popper, it is the method of “elimination” or “attempted falsification”, which distinguishes the scientific approach from the pre-scientific approach.

---

<sup>10</sup> Or of course the former attempted solutions of the researcher himself/herself, which preceded the current research work.

<sup>11</sup> The term “method“ is used here in a general sense, and it comprises singular “atomic” methods (as e.g. the method of conducting a SWOT analysis, the method of carrying out a ROI calculation, or the method for statistically testing a hypothesis) as well as the combination of several such “atomic” methods to one meta-methodology, which is then applied to generate attempts at solutions.

<sup>12</sup> In case more than one method is used in order to solve one single problem, this is of course helpful for the following step “elimination”, and as such it is a laudable contribution within a scientific research project.



Experience has shown that it is this step of “elimination”, which is most difficult to understand for students.

Popper explains that it even takes a leading scientist a while until he/she grasps the concept of elimination.<sup>13</sup> While „quite often a genuine scientist will try to defend against falsification a theory in which he invested great hopes” [Popper 1999, p10] once a scientist has grasped this concept of elimination „he will prefer to test (his own theory) himself and even to falsify it, rather than leave this to his critics” [Popper 1999, p11].

In view of this step of “elimination“ within Popper’s scheme, one understands why in many good scientific publications one can find a chapter “**critical assessment**” which covers both: the methodology of the research work (including all relevant assumption) as well as the results of the research work.<sup>14</sup>

At this point two important aspects need to be pointed out which are closely related to “elimination” or “falsification”. These aspects are the **truth** of a statement<sup>15</sup> on the one hand, and the **content** of the statement on the other hand.

„The more we assert with a theory, the greater is the risk, that the theory will be false.” [Popper 1999, p 19]. On the other hand, the less we assert with a theory, the more difficult it becomes to falsify such a theory. One can illustrate this fact by the following three exemplary statements:

- “Tomorrow the weather may change or not”
- “Tomorrow the weather will probably be nicer than today”
- “Tomorrow the average daily temperature at Munich town hall square will be 17.7°C”

These three statements have a different scale of content. The first statement is trivially true, but its content is zero. The content of the second statement is larger than the first, but still a falsification of this second statement is rather difficult due to two aspects: firstly the use of the softener “probably”, and secondly by the fuzziness of the term “nicer” (What does “nicer” mean – is it “more sunny” or “warmer”? Would a weather observation which detects higher temperature but more clouds falsify this statement or not?). The third statement has a high content compared with the other two statements. Thus the third statement is the one of the three which can be falsified most easily as any temperature unequal to 17.7°C measured at the given day at the given place would falsify this third statement.

While writing a scientific publication there is a significant correlation between truth and content of statements. While trying to avoid false statements an author is tempted to weaken the content of these statements to a degree, which makes it difficult or impossible to falsify his/her statements. In case this weakening is a conscious act, this lies in the responsibility of the author. But often such weakening is done subconsciously. In this case it often can be detected by the avoidable use of softeners. Referring to the above statements about tomorrow’s weather conditions, a statement in the form of

- “Our forecasting method X predicts nicer weather for tomorrow according to the metrics Z”

can be falsified more easily – and as such has more content – than the statement

- “Tomorrow the weather will probably be nicer than today”.

---

<sup>13</sup> Details see e.g. his example on Sir John Eccles

<sup>14</sup> Experience from assessing student’s research papers shows, that even if students write a chapter **named** “critical assessment”, they often are tempted to only defend their own assumptions, methods and results instead of trying to **conduct** such a critical assessment of their own work.

<sup>15</sup> „Statement” may be interpreted in this context as the written form of an attempted solution, or as a research result, or as a theory.

An appropriate instrument to instill content in scientific works (and therefore to enable falsification attempts) is to implement suitable metrics<sup>16</sup>. Metrics for instance can be binary, ordinal or cardinal – in any case the introduction of metrics simplifies falsification. Thus a chapter named “*metrics*” is of relevance with respect to the third step of Popper’s scheme – the elimination.

### 3.4 New Problems

According to Popper „... *most new problems arise out of the criticism of theories*”. [Popper 1999, p14] Thus scientific works usually display these “new problems” in a chapter called “*needs for further research*” at the end of the publication, and ideally these needs for further research are *derived* from the preceding critical discussions.

### 3.5 Summary

The overview in **chart 1** again relates the discussed prototypic structural elements (i.e. typical chapter headlines) to the four steps of Popper’s scheme. Here ❶ denotes the “old problem“, ❷ the “attempted solutions“, ❸ the “elimination“ and ❹ the “new problems”.

Chapter Name	Step in Popper’s Scheme			
	❶	❷	❸	❹
Introduction				
Object of Research	❶			
Assumptions (with respect to the old problem)	❶			
Delimitation	❶			
Definition of Terms	❶	❷	❸	❹
Methodological Approach		❷		
State of the Science		❷		
Methodology		❷		
Methodological Assumptions		❷		
Methods		❷		
Metrics		❷	❸	
Results		❷		
Critical Discussion			❸	
Discussion of Results			❸	
Discussion of Methods			❸	
Outlook				
Needs for Further Research				❹
Appendix				
Glossary	❶	❷	❸	❹
Table of Abbreviations	❶	❷	❸	❹
References		❷		

**Chart 1 – Chapter Overview**

<sup>16</sup> see glossary

The author wants to point out again that the above statements only refer to *existence* of the structural elements, and not to the *sequence* of such structural elements. It is the task of the scientist to structure his/her publication in such a way, that the work becomes understandable, reproducible and clear. In a piece of research work, where results are generated by a multi-tier approach, it may make sense to introduce method and results alternating tier by tier, as e.g.:

- method 1
- result 1 (= intermediate result)
- method 2
- result 2 (= intermediate result)
- method 3
- result 3 (= final result)

Other derivations from the sequence sketched in chart 1 may be advisable, if they promote clearness and understanding.

## 4 Critical Discussion

The following is a critical discussion of the methods and results of this paper.

### 4.1 Criticism of Methodology

#### *Scope of References*

One obvious point of criticism of this work is the use of literature: this paper refers to only one single reference. But the decision to use only one reference was purposefully taken, in order to generate a compact starting point<sup>17</sup> for students of economics and industrial engineering from where they can start to explore the philosophical world of the theory of sciences.

#### *Deductive vs. Inductive Methodology*

The other key point of criticism of this work is the sheer deductive approach, which relies on nothing else but drawing conclusions from a number of arguments. This deductive methodology is valid, as long it is neither based on false assumptions, nor on erroneous reasoning.<sup>18</sup>

As stated in **chapter 1.2** of this work, an alternative to this deductive approach would be an inductive approach, i.e. an empirical research on a large number of scientific works with reference to their structural elements.<sup>19</sup> Such an empirical research would be more than welcome, as it would provide a robust basis to either support or falsify the statements of this work.<sup>20</sup>

### 4.2 Criticism of Results

#### *The Term “Chapter”*

In this paper the term “chapter” is used to describe a structural element, which can be detected by scanning the outline of a paper. The claim that such “chapters” should be *detectable* in the outline of a scientific research paper is a demand of “authorial craftsmanship”, and not a demand which can be derived from Popper’s scheme. The *existence* of a number of textual elements, which sufficiently cover the four steps of Popper’s scheme, might fulfill all requirements derived from Popper’s ideas, even if they could not be detected in the outline of the relevant work. Thus the claim to have “detectable” elements within the outline (i.e. “chapters”) stems from two non-Popper-based reasons: on the one hand, it stems from the desire of clearness (because if these elements are tangible as chapters, the application of Popper’s scheme becomes more tangible, too) and on the other hand, it stems from “didactics of science”, as students will have to deal with the relevant concepts (e.g. “methodology” or “elimination”), if they try to write a text for the relevant chapters. This structural guidance helps to sharpen the awareness of students for the question of “why which chapter is needed”.

The second aspect which has to be discussed here are the *chapter names*. The chapter names used in this paper are chapter names, which often can be found in scientific publications, but they are *not mandatory* names – they are *exemplary* names. Whether, for instance, a chapter is named “Methodology” or “Approach” or “Research Procedure” or named by any other synonymous name is of no relevance – but the *existence* of such a chapter would be of relevance.

---

<sup>17</sup> “starting point” – i.e. the understanding of Popper’s four-step scheme.

<sup>18</sup> From an engineering point of view this may be not very satisfying as nothing was “measured” or “weighted” here.

<sup>19</sup> From an engineering point of view this would be a more satisfying methodical approach.

<sup>20</sup> An alternative method for attempted falsification of the above statements would be a critical and public discussion of these statements by philosophers and scientists.

### **Metrics**

One may controversially discuss whether the chapter "metrics" is rooted in the third step of Popper's scheme „*elimination*“ or whether it is rooted in the second step of Popper's scheme „*attempted solutions*“. Therefore the chapter "metrics" was assigned to both steps in **Chart 1**.

### **Completeness**

"Are the chapters named above complete?" This question can easily be answered with "no", because depending on the scientific discipline, on the object of research and on the used methodology, further chapters may be necessary – be it for scientific or editorial reasons. Should further scientific investigation or further philosophical reasoning show that chapters which are not named in this paper need to be derived from Popper's scheme, this would be a desirable gain of knowledge.

### **Structural Elements - Necessary vs. Sufficient**

"Is it sufficient to produce the above named chapter structure in order to write a scientific work?" This question will be discussed here in brief.

Mathematics distinguishes between the terms "necessary" and "sufficient".

Implementing the chapter structure as discussed above certainly is **not a sufficient** criterion to make a publication a scientific work of critical rationalism, as counter examples could easily be generated (e.g. in form of a text which shows the structural outline as shown in **chart 1**, but suffers from unproven statements, calculation errors or wrong citations, to name but a few).

Secondly, one has to distinguish between the "scientific work" (i.e. the process of research) and the "scientific publication" (i.e. the text which describes the scientific work).<sup>21</sup> This means it may be the case, that the scientific work has followed the four-step scheme of Popper, but the outline of the publication doesn't show this structure (e.g. due to inexpert writing skills of an otherwise brilliant researcher). This theoretical case would be an example which shows that the discussed structural elements are **not even a necessary** criterion for scientific work following the concept of critical rationalism.

Still – the attempt to provide the named structural elements will significantly contribute to qualify the publication as a scientific work of critical rationalism.

### **Freedom of Research and Science**

Every scientific author has the freedom to conduct research and publish his/her results as he/she considers it to be appropriate. It is the task of the scientific community to assess these findings, and to try to falsify them.

It would be presumptuous to "stipulate" in which form scientific research should be carried out, or how the resulting findings should be displayed. The author wants to point out that this is not the intention of this work.

The intention of this work is to stipulate comprehension for what should be considered if a young scientist wants to follow the ideas of Popper's principle of critical rationalism.

---

<sup>21</sup> In the preceding paragraphs this distinction has not always been made as clearly as possible, due to reasons of readability.

## Glossary

**Chapter:** In this paper a “chapter” means a defined part of a text, which can be named by a headline. A “chapter“ does not necessarily have to be a coherent (i.e. uninterrupted) piece of text – e.g. a chapter “methodology“ could consist of several non-successive parts.

**Methodology:** Explicitly defined model of approach, which leads to insight / findings / knowledge.

**Metric:** Definition of reproducible measures and related scales to assess results:

- binary metrics: metrics based on a Boolean scale, e.g. yes/no
- nominal metrics: metrics based on categories, which enables the assignment of characteristic values to ex ante named categories, e.g. sweet / bitter /sour
- ordinal metrics: metrics based on an ordinal scale, which enables the sorting the relevant categories, but is not sufficient to precisely quantify the relevant characteristic values, e.g. dark / dusky / light / glistening
- cardinal metrics: metrics based on a scale which allows quantification of the relevant characteristic values, e.g. 10mg, 5g / 12 kg / 300t

**Result:** here: insight / findings / knowledge, which has been generated by the application of an explicit methodology.

**Scheme:** here: the four step scheme of Popper (old problem, attempted solutions, elimination, new problems)

**Scientist:** in this paper, the author makes frequent reference to “the scientist” and to “scientific work”; he wishes to point out that in these terms, “scientist” refers to all those engaged in academic, objective research

**Step:** one of the four parts of Popper’s scheme

## Abbreviations

ROI: Return of Investment

SWOT: SWOT Analysis = four-dimensional analysis covering strengths, weaknesses, opportunities and threats

## References

[Popper 1999] Popper, Karl R.; „*The logic and evolution of scientific theory*“ (p. 3-22) in „*All Life is problem solving*“, 1999, Routledge, London, New York

## Special Thanks

I want to express my special thanks to Angela Pitt and Franziska Gumtau, who gave valuable hints on how to improve the English version of this paper.

## Von der Wissenschaftsauffassung Karl Poppers zur Gliederung einer wissenschaftlichen Arbeit

*Oliver Kunze\**

*\*HNU Hochschule Neu-Ulm, Wileyst. 1, 89231 Neu-Ulm*

### **Inhalt**

1	Einleitung .....	16
1.1	Problemstellung .....	16
1.2	Methodik .....	17
2	Wissenschaftslehre nach Karl Popper .....	18
3	Gliederungselemente einer kritisch rationalen wissenschaftlichen Arbeit .....	19
3.1	Das Problem .....	19
3.2	Die Lösungsversuche .....	20
3.3	Die Elimination .....	20
3.4	Die neuen Probleme .....	22
3.5	Zusammenfassung .....	22
4	Kritische Diskussion .....	24
4.1	Methodenkritik .....	24
4.2	Ergebniskritik .....	24
	Glossar .....	26
	Abkürzungen .....	26
	Quellen .....	26

# 1 Einleitung

Im Laufe ihres Studiums stehen Studierende irgendwann (spätestens bei Erstellung ihrer Diplom-, Bachelor oder Masterarbeit, aber im Idealfall auch schon bei der Erstellung von Seminararbeiten) vor der Aufgabe, eine wissenschaftliche Arbeit anzufertigen, und oft haben Sie zu diesem Zeitpunkt kein verinnerlichtes Konzept von dem, was Wissenschaftlichkeit ausmacht. Ohne ein solches Konzept ist es jedoch kaum sinnvoll möglich, eigene wissenschaftliche Arbeiten zu erstellen. Einige Studenten versuchen in dieser Situation, einen "Schulaufsatz" zu schreiben, bei dem sie irgendwelche "Zitierlinien" und sonstige "Vorgaben" berücksichtigen, und hoffen dabei meist irrig, auf diese Art eine wissenschaftliche Arbeit zu erstellen.

Die Frage "Was heißt wissenschaftlich arbeiten?" ist sicher keine Frage, die schnell oder gar einfach beantwortet werden kann – unterschiedliche philosophische Lösungsansätze in Bezug auf diese Frage werden auch in Wissenschaftskreisen durchaus kontrovers diskutiert. Dennoch müssen sich Studierende im Rahmen ihres Studiums irgendwann genau mit dieser Frage beschäftigen, und die lehrenden Wissenschaftler sollten den Studierenden in dieser Frage hilfreich zur Seite stehen.

Gerade für Studierende der (nichtphilosophischen) Studienrichtungen Wirtschaftsingenieurwesen und Betriebswirtschaft hat sich ein kompakter wissenschaftstheoretischer Exkurs in die Theorien von Karl Popper bewährt, um den Studierenden die wesentlichen Grundzüge wissenschaftlichen Arbeitens nach dem Konzept des kritischen Rationalismus<sup>22</sup> zu vermitteln.

Poppers Aufsatz „*Wissenschaftslehre in entwicklungstheoretischer und in logischer Sicht*“ [Popper 1996] hat sich dabei als Einstiegsliteratur gut bewährt, da dieser Aufsatz hinreichend kurz und dennoch verständlich die wesentlichen Aspekte beleuchtet.

Dennoch stehen die Studierenden nach Lektüre dieses Aufsatzes vor dem konkreten Problem "Wie setze ich das Gelernte in meiner Arbeit um?".

Oft stellt bereits die Konzeption einer geeigneten Gliederung eine Herausforderung für die Studierenden dar, die erstmals versuchen, eine Arbeit anzufertigen, die wissenschaftlichen Kriterien genügen soll. Es hat sich dabei in der Betreuung von Seminar-, Bachelor-, Diplom- & Masterarbeiten als hilfreich erwiesen, den Studenten den Zusammenhang des vierstufigen Popper'schen Schemas mit einigen "klassischen" Gliederungselementen einer wissenschaftlichen Arbeit aufzuzeigen.

## 1.1 Problemstellung

Die Problemstellung, die daher im Folgenden versuchsweise gelöst werden soll heißt:

"Welche Elemente sollte die Gliederung einer wissenschaftlichen Arbeit enthalten, um dem Popper'schen Wissenschaftsgedanken gerecht zu werden, und warum?"

Es geht also darum, wesentliche Gliederungselemente einer kritisch rationalen wissenschaftlichen Arbeit zu identifizieren und aus den Überlegungen Poppers zu begründen.

Die wesentliche *Grundannahme* für diesen Beitrag ist, dass der kritische Rationalismus nach Karl Popper einen angemessenen Rahmen für wissenschaftliches Arbeiten in den Disziplinen Wirtschaftsingenieurwesen und Betriebswirtschaft bereitstellt.

---

<sup>22</sup> Sollte der lehrende Wissenschaftler das Konzept des kritischen Rationalismus nach Karl Popper selbst nicht befürworten, so wären die folgenden Ausführungen zumindest ein Einstieg in das Thema "Wissenschaftliches Arbeiten", von dem ausgehend ggf. ein modifiziertes oder anderes Wissenschaftskonzept diskutiert werden könnte.



Die in diesem Beitrag untersuchte Problemstellung kann nur einen von vielen Aspekten in Bezug auf wissenschaftliches Arbeiten beleuchten, denn wissenschaftliches Arbeiten ist weit mehr, als lediglich eine Anzahl von Gliederungspunkten sinnvoll zu strukturieren und mit Inhalten zu füllen. Neben der Kunst des wissenschaftlichen Schlussfolgerns (dazu gehören Beweise und Belege ebenso wie die Auswertung statistischer Erhebungen oder die Entwicklung nachvollziehbarer und schlüssiger Argumentationsketten) sollte der Wissenschaftler u.a. das Handwerk des Zitierens beherrschen und sicher im Umgang mit Konzepten und Begriffen sein, um nur drei weitergehende Aspekte zu nennen ohne Anspruch auf Vollständigkeit zu erheben.

Es ist daher explizit nicht Ziel dieser Arbeit, zu definieren, was wissenschaftliches Arbeiten ist (für diese Frage sei auf die einschlägige Literatur der Wissenschaftstheorie verwiesen), oder wie wissenschaftliches Arbeiten zu erfolgen hat (diese Frage wird in verschiedenen wissenschaftlichen Disziplinen möglicherweise durchaus unterschiedlich beantwortet werden).

## 1.2 Methodik

In dieser Arbeit wird deduktiv (d.h. argumentativ) von den Thesen Poppers auf die notwendigen Elemente einer wissenschaftlichen Arbeit (insbesondere in den Disziplinen Betriebswirtschaft und Wirtschaftsingenieurwesen) geschlossen.

Ein methodisch anderer Ansatz wäre es, induktiv aus der Untersuchung einer hinreichend großen Anzahl von wissenschaftlichen Veröffentlichungen (die dem Popper'schen Wissenschaftskonzept gerecht werden) auf diejenigen Elemente einer Gliederung zu schließen, die nach "mehrheitlicher" Ansicht der Autoren sinnvoll erscheinen und regelmäßig Verwendung finden. Ein solcher induktiver Untersuchungsansatz ließe sich etwa über statistische Auswertungen bewerkstelligen. Ein solcher Ansatz müsste sich jedoch nachhaltig mit Fragen wie "Welchen Wandel hat der Wissenschaftsbegriff in welchen Disziplinen durchlaufen?", "Welche Forschungsdisziplinen folgen im gewählten Untersuchungszeitraum den Popper'schen Thesen?", "Woran erkennt man, welchen wissenschaftstheoretisch begründeten Untersuchungsansatz ein Autor anwenden wollte?", "Wie unterscheidet man vorbildliche von weniger vorbildlichen Arbeiten?" usw. nachhaltig auseinandersetzen.

Würde ein solcher Forschungsansatz verfolgt, dann ließe sich das Ergebnis dieser deduktiven Arbeit mit einer solchen anderen induktiven Arbeit untermauern oder falsifizieren.

## 2 Wissenschaftslehre nach Karl Popper

In seinem Artikel „*Wissenschaftslehre in entwicklungstheoretischer und in logischer Sicht*“ [Popper 1996] erklärt und begründet Popper sein vierstufiges wissenschaftstheoretisches Schema “1. Problem / 2. Lösungsversuche / 3. Elimination / 4. Neue Probleme“ kurz und knapp auf ca. 30 Seiten<sup>23</sup>.

Stark verkürzt dargestellt beinhaltet dieses Schema folgende Grundgedanken:

1. Problem: „*Die Naturwissenschaften und die Sozialwissenschaften gehen immer von **Problemen** aus [...]*“ [Popper 1996 S. 16] – d.h. ein (sprachlich hinreichend klar formuliertes) zu lösendes Problem ist der Ausgangspunkt wissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung.
2. Lösungsversuche: „*Diese*<sup>24</sup> *bestehen immer aus Theorien, und diese Theorien sind, da sie Versuche sind, sehr häufig irrig: Sie sind und bleiben immer Hypothesen oder Vermutungen*“ [Popper 1996 S. 21] – d.h. Popper geht davon aus, dass es schlichtweg unmöglich ist, Theorien zu verifizieren, sondern höchstens irrige Theorien zu falsifizieren<sup>25</sup>. Herauszuheben ist außerdem, dass Popper hier stets von Lösungsversuchen (plural) spricht<sup>26</sup>.
3. Elimination: „*Was die wissenschaftliche Einstellung und die wissenschaftliche Methode von der vorwissenschaftlichen Einstellung unterscheidet, das ist die Methode der Falsifikationsversuche. Jeder Lösungsversuch, jede Theorie, wird so streng, wie es uns nur möglich ist, überprüft.*“ [Popper 1996 S. 26] – d.h. der Wissenschaftler sollte, statt seine Theorien bzw. Lösungsversuche zu “verteidigen“, diese einer möglichst scharfen Prüfung unterziehen<sup>27</sup>.
4. Neue Probleme: Dies sind diejenigen Probleme die „*aus der kritischen Diskussion unserer Theorien entspringen*“ [Popper 1996 S. 32] – d.h. bei dem Versuch ein Problem (versuchsweise) zu lösen trifft der Wissenschaftler i.d.R. auf weitere (neue) Probleme, die ihrerseits wieder Ausgangspunkt weiterführender Untersuchungen sein können.

Für das Gesamtkonstrukt des Popper’schen Schemas, seine argumentative Herleitung und weitere Details sei auf [Popper 1996] verwiesen.

<sup>23</sup> Da dieser Artikel Poppers ursprünglich als Rundfunkvortrag für den NDR gehalten wurde, ist er auch für Studierende der (nicht-philosophischen) Fachrichtungen Wirtschaftsingenieurwesen und Betriebswirtschaft i.d.R. sehr gut verständlich

<sup>24</sup> Diese bezieht sich auf “Lösungsversuche“

<sup>25</sup> Vgl. u.a. Testen von Hypothesen in der Statistik

<sup>26</sup> Auf diesen Punkt wird später noch näher eingegangen.

<sup>27</sup> Auch die Veröffentlichung von wissenschaftlichen Erkenntnissen kann in diesem Kontext so gedeutet werden, dass die Forschungsmethoden und die Forschungsergebnisse einer möglichst großen Zahl von anderen Wissenschaftlern zugänglich gemacht werden, die damit die Möglichkeit haben, die Methodik und die Ergebnisse möglichst kritisch zu prüfen (i.e. Falsifikationsversuche durchführen zu können).

### 3 Gliederungselemente einer kritisch rationalen wissenschaftlichen Arbeit

Wie und wo konkret spiegelt sich also das Popper'sche Schema im Gliederungsentwurf einer kritisch rationalen wissenschaftlichen Arbeit wieder? Um diese Frage zu beantworten werden im Folgenden typische Gliederungselemente einer wissenschaftlichen Arbeit aus dem vierstufigen Popper'schen Schema abgeleitet.

#### 3.1 Das Problem

Um ein Problem untersuchen zu können ist es wesentlich, das Problem zunächst *klar zu beschreiben*. Dabei sind vier wesentliche Aspekte zu beachten:

1. Begriffsklarheit
2. Untersuchungsgegenstand
3. Annahmen
4. Abgrenzung

Bereits die erste Stufe des Popper'schen Schemas (wie auch die weiteren Stufen) bedingt eine klare, trennscharfe, möglichst unmissverständliche Verwendung von Begriffen. Eine Problembeschreibung, die auf unscharfen oder missverständlichen Begriffen beruht, ist in sich nicht hinreichend klar, und ein unscharfes Problem lässt weder klar umrissene Lösungsversuche zu, noch lassen sich diese Lösungsversuche (so sie irrig sein mögen) angemessen falsifizieren. Wenn beispielsweise

- eine soziologische Untersuchung zur gesellschaftlichen Schichtung erfolgen soll, und die Begriffe "Schicht", "Klasse", "Einkommensgruppe" oder "ethnische Gruppe" nicht hinreichend klar voneinander unterschieden werden,
- eine psychologische Untersuchung zum Triebverhalten angestellt werden soll und der Begriff "Trieb" nicht hinreichend klar definiert ist, oder wenn
- in einer betriebswirtschaftlichen Arbeit der "Firmenwert" untersucht werden soll und nicht klar wird, wie sich der Firmenwert bemisst,

dann sind diese Forschungsvorhaben bereits "im Keim" so angelegt, dass weder die Untersuchungsmethodik noch die Untersuchungsergebnisse sinnvoll falsifiziert werden können, da nicht hinreichend klar ist, auf was sich die Methoden und Ergebnisse beziehen. Eine hinreichende Begriffsklarheit ist daher in einer wissenschaftlichen Arbeit anzustreben<sup>28</sup>. Zu diesem Aspekt der Begriffsklarheit gehören sowohl Kapitel<sup>29</sup>, die sich explizit mit *Begriffsdefinitionen* beschäftigen, als auch *Glossare*, *Abkürzungsverzeichnisse* und *Legenden*.

Wenn die wesentlichen<sup>30</sup> Begriffe hinreichend klar sind, ist unter Verwendung möglichst präziser Begriffe der Untersuchungsgegenstand hinreichend klar zu beschreiben, d.h. es muss klar werden, was genau untersucht werden soll. Daher findet sich in wissenschaftlichen Arbeiten i.d.R. in irgendeiner Form ein einleitendes Kapitel, das sich explizit mit dem *Untersuchungsgegenstand* beschäftigt.

---

<sup>28</sup> Manchen Studierenden ist die Bedeutung von sauber eingeführten Begriffen nicht hinreichend klar. Oft ist das in der Schule, im Rahmen der Sprachentwicklung, vermittelte Prinzip des „möglichst abwechslungsreich Schreibens“ (i.e. Vermeidung von Wortwiederholungen) so verinnerlicht, dass Studierende dazu neigen, statt klarer und fest umrissener Begriffe eine Vielzahl von unterschiedlichen Begriffen für dieselbe Sache zu verwenden.

<sup>29</sup> Der Begriff "Kapitel" wird hier und im Folgenden als allgemeiner Gliederungspunkt unabhängig von der Gliederungsebene verwendet, und ist daher im Sinne von "Kapitel oder Unterkapitel" zu verstehen.

<sup>30</sup> Die Entscheidung darüber, welche Begriffe wesentlich sind, welche Begriffe näher zu definieren sind, und welche Begriffe ohne weitere Diskussion verwendet werden dürfen, da über ihre Bedeutung weitgehender Konsens besteht, obliegt der Verantwortung des jeweiligen Wissenschaftlers.

Werden bereits bei der Problemstellung wesentliche *Annahmen* getroffen, so sollten diese auch explizit benannt werden.

Schließlich sollte auch klar werden, was *nicht* Gegenstand der wissenschaftlichen Untersuchung ist – diesem Aspekt wird i.d.R. in einem Kapitel “*Abgrenzung*“ Rechnung getragen.

### 3.2 Die Lösungsversuche

Die Lösungsversuche nach Popper sind nicht nur die eigenen Lösungsversuche, die der jeweilige Wissenschaftler selbst anstellt, um ein Problem zu lösen, sondern auch die Lösungsversuche anderer Wissenschaftler, die angestellt wurden, um dasselbe (oder vergleichbare) Probleme versuchsweise zu lösen. Daher lässt sich ein Kapitel “*Stand der Wissenschaft*“ der zweiten Stufe des Popper’schen Schemas (im Sinne von “die bisherigen Lösungsversuche anderer Autoren<sup>31</sup>“) zuordnen.

Das Herzstück einer wissenschaftlichen Untersuchung ist die Methodik (= Herangehensweise im Lösungsversuch), mit der die Ergebnisse der Untersuchung erzielt werden. Daher ist es unverzichtbar, die *Methodik*, die zur versuchsweisen Lösung des Problems eingesetzt wurde, in einem Kapitel hinreichend klar und nachvollziehbar (und insbesondere inklusive der ggf. getroffenen wesentlichen methodischen Annahmen) darzustellen.

An dieser Stelle kommt von Studierenden gelegentlich die Frage, ob es notwendig ist, in einer Untersuchung *verschiedene* Methoden zur Lösung eines Problems anzuwenden, da Popper von Lösungsversuchen (Plural) spricht. Darauf lässt sich antworten, dass in wissenschaftlichen Arbeiten oft (ggf. ausgehend von den Erkenntnissen aus dem Studium des Stands der Wissenschaft) lediglich ein einziger Lösungsversuch (Singular) mit einer Methodik<sup>32</sup> unternommen wird, um Ergebnisse (= versuchsweise Lösungen) zu erzielen – das steht per se nicht im Widerspruch zur Popper’schen These der “Lösungsversuche“ (Plural), da Popper nicht voraussetzt, dass die Lösungsversuche vom selben Wissenschaftler stammen<sup>33</sup>.

Es sei an dieser Stelle nochmal darauf hingewiesen, dass bei Studierenden (insbesondere bei Studienanfängern) das Bewusstsein für die Notwendigkeit der expliziten Darlegung der verwendeten Methodik oft noch gar nicht oder zumindest nicht weit genug ausgeprägt ist. Aber ohne eine hinreichend klare Beschreibung der angewendeten Methodik wird eine Arbeit den Anforderungen an wissenschaftliches Arbeiten nicht gerecht, sondern genügt höchstens den Anforderungen eines Schulaufsatzes oder eines Essays.

Dass die Ergebnisse (= versuchsweise Lösungen) einer wissenschaftlichen Untersuchung in einem Kapitel “*Untersuchungsergebnisse*“ dazustellen sind, ist den Studierenden meist intuitiv klar.

Der “Lösungsversuch“ nach Popper besteht somit aus zwei Elementen – zum einen aus der *Methodik* der Untersuchung, und zum anderen aus den *Ergebnissen* der Untersuchung.

### 3.3 Die Elimination

Die Elimination ist erfahrungsgemäß *die* Stufe des Popper’schen Schemas, welche den Studierenden am schwierigsten zu vermitteln ist. Popper schreibt in seinem Ausführungen, dass selbst führende Wissenschaftler lange gebraucht haben, um das Prinzip der

<sup>31</sup> Oder natürlich auch die Lösungsversuche des jeweiligen Autors, die der aktuellen Arbeit vorangegangen sind.

<sup>32</sup> Der Begriff “Methodik“ wird hier im weiteren Wortsinn verwendet, und umfasst sowohl einzelne, klar umrissene Methoden-Elemente (wie z.B. in der BWL die SWOT-Analyse, die ROI-Berechnung oder das statistische Testen von Hypothesen), als auch das Zusammensetzen von einzelnen methodischen Elementen zu einer “Meta-Methodik“, die zur Lösung des Problems angewendet wird.

<sup>33</sup> Werden in einer Untersuchung verschiedene Lösungsversuche unternommen, um dasselbe Problem zu lösen, so ist das in Bezug auf die folgende Stufe “Elimination“ sicherlich hilfreich und lobenswert.

Elimination zu verinnerlichen und, statt die eigenen Hypothesen möglichst kritisch zu hinterfragen, oft lange versuchten, ihre Hypothesen ausschließlich „vor der Falsifikation zu retten“ [Popper 1996, S 26ff].

In vielen guten wissenschaftlichen Arbeiten findet sich ein Kapitel **“Kritische Wertung“**, in dem sowohl die Methodik (incl. der getroffenen Annahmen) als auch die Untersuchungsergebnisse vom Autor selbst sehr kritisch beleuchtet werden.<sup>34</sup> Ein solches Kapitel lässt sich der Stufe “Elimination“ in Poppers Schema zuordnen.

An dieser Stelle soll auf zwei wichtige Aspekte eingegangen werden, die in engem Bezug zur Elimination bzw. Falsifikation stehen – zum einem dem Aspekt der **Wahrheit** einer Aussage und zum anderen dem Aspekt des **Gehalts** einer Aussage (oder dem Gehalt einer versuchsweisen Lösung oder dem Gehalt eines Ergebnisses oder dem Gehalt einer Theorie). „Je mehr wir mit einer Theorie behaupten, umso größer ist das Risiko, dass die Theorie falsch ist“ [Popper 1996, S.40]. Umgekehrt ist es umso schwieriger, eine Theorie zu falsifizieren, je geringer ihr Gehalt ist. Anschaulich lässt sich dieses Erkenntnis an drei Aussagen verdeutlichen:

- “Morgen ändert sich das Wetter oder nicht“
- “Morgen wird es wahrscheinlich schöner als heute“
- “Morgen wird das Tagestemperaturmittel auf dem Rathausplatz in München bei 17,7°C liegen“

Diese drei Aussagen haben einen unterschiedlichen Gehalt. Die erste Aussage ist zwar trivialerweise wahr, aber der Gehalt der ersten Aussage ist Null. Der Gehalt der zweiten Aussage ist höher als der der ersten, eine Falsifizierung ist aber durch zwei Aspekte relativ schwierig – erstens durch den Weichmacher<sup>35</sup> “wahrscheinlich“ und zweitens durch die Begriffsunschärfe im Wort “schöner“ (Was heißt “schöner“ - heißt das “sonniger“ oder “wärmer“? Würde eine Wetterbeobachtung, die sowohl höhere Temperaturen misst als auch einen höheren Bewölkungsgrad die Aussage falsifizieren oder nicht?). Die dritte Aussage hat einen, im Vergleich zu den beiden erstgenannten Aussagen, hohen Gehalt - sie ist damit auch sehr leicht zu falsifizieren.

Beim Anfertigen einer wissenschaftlichen Arbeit gibt es zumindest einen mittelbaren Zusammenhang zwischen Wahrheit und Gehalt von Aussagen. In dem Bestreben, keine falschen Aussagen zu machen, läuft ein Autor leicht Gefahr, den Gehalt seiner Aussagen soweit abzuschwächen, bis eine Falsifikation der Aussagen schwierig bis unmöglich wird. Erfolgt diese Aussagegehaltsabschwächung bewusst, so liegt dies in der Verantwortung des Autors. Oft erfolgt eine solche Aussagegehaltsabschwächung jedoch unbewusst und lässt sich am unnötigen Gebrauch von “Weichmachern“ erkennen.

Auf das Wetterbeispiel von oben bezogen, wäre somit eine Aussage der Art:

- “Morgen wird es gemäß der von uns beschriebenen Vorhersagemethodik X und in Bezug auf die Metrik Z schöner als heute“

„falsifizierbarer“ und somit gehaltvoller als die Aussage:

- “Morgen wird es wahrscheinlich schöner als heute“

---

<sup>34</sup> Die Erfahrung aus der Beurteilung studentischer Arbeiten zeigt hingegen, dass selbst wenn die Studierenden in der Gliederung ein Kapitel **“Kritische Wertung“** anlegen, sie oft der Versuchung erliegen, dort nur die eigenen Annahmen, Methoden und Ergebnisse zu verteidigen, statt diese wirklich kritisch zu hinterfragen.

<sup>35</sup> Der Begriff “Weichmacher“ soll hier zeigen, dass eine “scharfe“ Aussage “verwässert“ wird, um diese vor Falsifizierung zu schützen. Weichmacher sind Begriffe wie “manchmal“, “oft“, “häufig“, “meist“, “in der Regel“, “wahrscheinlich“ etc. Dabei ist jedoch zu beachten, dass diese Begriffe auch eingesetzt werden können, um Aussagen nichtquantitativ zu präzisieren – z.B. “es regnet nie“, “es regnet selten“, “es regnet oft“, “es regnet immer“. Wann jedoch ein solches Wort eine “nichtquantitative Präzisierung“ darstellt oder wann es ein “Weichmacher“ ist, der Aussagen vor Falsifizierung schützen soll, ist nicht immer klar festzustellen, und wenn, dann nur im jeweiligen Kontext der Begriffsverwendung.

Ein probates Instrument um in wissenschaftlichen Arbeiten Gehalt (und somit Falsifizierbarkeit) zu erreichen, ist die Einführung einer geeigneten Metrik<sup>36</sup>. Eine Metrik kann z.B. binär, ordinal oder kardinal sein – in jedem Fall erleichtert das Vorhandensein einer Metrik die Falsifikation von Lösungsversuchen. Daher ist ein Kapitel **“Metrik“** in einer wissenschaftlichen Arbeit insbesondere für die 3. Stufe des Popper’schen Schemas, die Elimination, von Bedeutung.

### 3.4 Die neuen Probleme

Nach Popper „entspringen“ neue Probleme „aus der kritischen Diskussion“ [Popper 1996, S.32]. In der Regel werden in wissenschaftlichen Arbeiten diese neuen Probleme in einem Kapitel namens **“Weiterer Forschungsbedarf“** aufgezeigt und im Idealfall aus den vorangegangenen Eliminationsversuchen abgeleitet.

### 3.5 Zusammenfassung

Die Kapitelübersicht in Tabelle 1 setzt die oben hergeleiteten Gliederungselemente in Form eines prototypischen Gliederungsvorschlags nochmals summarisch in Bezug zu den vier Stufen des Popper’schen Schemas. Dabei steht **①** für das (ursprüngliche) Problem, **②** für die Lösungsversuche, **③** für die Elimination und **④** für die neuen Probleme.

Kapitel:	Stufe aus Poppers Schema:			
	①	②	③	④
Einleitung				
Aufgabenstellung	①			
Annahmen (bzgl. Problem)	①			
Abgrenzung	①			
Begriffsdefinition	①	②	③	④
Herangehensweise		②		
Stand der Wissenschaft		②		
Methodik		②		
Methodische Annahmen		②		
Methoden		②		
Metrik		②	③	
Untersuchungsergebnisse		②		
Kritische Diskussion			③	
Ergebnisdiskussion			③	
Methodendiskussion			③	
Ausblick				
Weiterer Forschungsbedarf				④
Anhang				
Glossar	①	②	③	④
Abkürzungsverzeichnis	①	②	③	④
Quellenverzeichnis		②		

**Tabelle 1 - Kapitelübersicht**

<sup>36</sup> s. Glossar

Es sei nochmals ausdrücklich angemerkt, dass sich die Ausführungen an dieser Stelle nur auf die Gliederungselemente, nicht jedoch auf die Reihenfolge der Gliederung beziehen. Es ist Aufgabe des jeweiligen Wissenschaftlers, seine Arbeit so zu gliedern, dass die Arbeit möglichst verständlich, nachvollziehbar und klar wird.

Beispielsweise kann es bei einer Untersuchung, die über mehrere Schritte zu Ergebnissen gelangt, durchaus sinnvoll sein, in jedem Schritt zunächst auf die jeweilige (Teil-)Methodik und anschließend auf die (Teil-)Ergebnisse einzugehen, so dass eine Untergliederung der Form

- Methode 1
- Ergebnis 1
- Methode 2
- Ergebnis 2
- Methode 3
- Ergebnis 3
- usw.

entsteht. Auch andere Abweichungen von der oben genannten Gliederungsreihenfolge sind denkbar, wenn sie der Klarheit dienen.

## 4 Kritische Diskussion

Abschließend sollen noch einige wesentliche Aspekte dieser Arbeit kritisch diskutiert werden.

### 4.1 Methodenkritik

#### *Quellenverwendung*

Ein wesentlicher methodischer Kritikpunkt dieser Arbeit ist die Quellenarbeit, da hier extrem verkürzt nur auf eine einzige Quelle Bezug genommen wird. Diese Entscheidung wurde jedoch bewusst getroffen, um insbesondere den Studierenden der Wirtschafts- und Ingenieurwissenschaften einen möglichst kompakten Zugang zu den wissenschaftstheoretischen Grundlagen nach Karl Popper zu eröffnen.

#### *Deduktive vs. induktive Methodik*

Der andere wesentliche Methodenkritikpunkt dieser Arbeit ist die rein deduktive Methodik, die ausschließlich auf argumentativem Schließen beruht. Diese rein deduktive Methodik ist zulässig, solange weder falsche Annahmen getroffen wurden noch fehlerhafte Argumentationsketten aufgebaut wurden.<sup>37</sup>

Wie eingangs in *Kap. 1.2* diskutiert wurde, wäre die Anwendung einer induktiven Methodik (i.e. die empirische Untersuchung von Gliederungsstrukturen verschiedener wissenschaftlicher Veröffentlichungen) ein sinnvolles alternatives methodisches Vorgehen<sup>38</sup>. Aus Sicht dieser Arbeit wäre die Durchführung einer entsprechenden Untersuchung wünschenswert, da die Ergebnisse einer solchen induktiven Arbeit geeignet wären, die Aussagen dieser Arbeit zu stützen oder ggf. zu widerlegen.<sup>39</sup>

### 4.2 Ergebniskritik

#### *Der Begriff "Kapitel"*

In dieser Arbeit wird das Wort "Kapitel" verwendet, um ein Element zu bezeichnen, das sich bereits in der Gliederung einer Arbeit erkennen lassen kann. Die Forderung nach entsprechenden Kapiteln ist eine handwerkliche Forderung, keine, die sich aus dem Popper'schen Schema herleiten lässt, denn textliche Elemente, die ggf. in der Gliederung nicht erkennbar werden, aber die oben genannten "vier Stufen" hinreichend abdecken, würde den Popper'schen Anforderungen formal natürlich genügen. Die Forderung nach Erkennbarkeit eines solchen Textteiles in der Gliederung ist daher aus zwei "nicht-Popper'schen" Gründen erfolgt: zum einen aus dem Wunsch nach Klarheit (denn die Erkennbarkeit des Popper'schen Schemas wird durch explizite Kapitelnamen befördert) und zum anderen aus didaktischen Gründen, da Studierende sich z.B. mit den Themen "Methodik" oder "Elimination" spätestens dann beschäftigen müssen, wenn sie versuchen, ein entsprechendes Gliederungselement sinnvoll mit Inhalten zu füllen, und dies hilft erfahrungsgemäß, das diesbezügliche Problembewusstsein bei den Studierenden zu schärfen.

Der zweite Aspekt, der in Bezug auf den Begriff "Kapitel" zu diskutieren ist, sind die Namen der Kapitel, die in dieser Arbeit verwendet wurden. Die verwendeten Kapitelnamen sind Namen, die sich öfter in wissenschaftlichen Veröffentlichungen finden, aber sie sind nur beispielhaft zu verstehen. Ob ein Kapitel etwa "Methodik",

---

<sup>37</sup> Aus einer ingenieurwissenschaftlichen Sicht scheint diese Methodik eher unbefriedigend, da hier nicht "gemessen" und "gewogen" wurde.

<sup>38</sup> Dieses wäre insbesondere aus Sicht der Ingenieurwissenschaften sicherlich befriedigender.

<sup>39</sup> Eine Falsifikation der Ergebnisse dieser Arbeit wäre alternativ auch auf Basis einer kritisch argumentativen Diskussion möglich.



“Vorgehensweise“, “Untersuchungsansatz“ oder synonym anders heißt, ist nicht wesentlich – wesentlich ist, dass es ein solches Kapitel überhaupt gibt.

### **Metrik**

Sicherlich lässt sich kontrovers diskutieren, ob das Kapitel “Metrik“ aus der Stufe “Elimination“ (s. obenstehende Ausführungen) oder als Teil der Methodik aus der Stufe “Lösungsversuche“ ableitbar ist. Daher wurde das Kapitel “Metrik“ in der Übersicht in **Tabelle 1** auch beiden Stufen des Popper’schen Schemas zugeordnet.

### **Vollständigkeit**

“Sind die oben genannten Gliederungspunkte vollständig?“ Diese Frage lässt sich klar mit “nein“ beantworten, denn je nach Forschungsdisziplin, Untersuchungsgegenstand und Methodik werden ggf. weitere Kapitel in einer wissenschaftlichen Arbeit notwendig sein – sei es aus wissenschaftlichen oder aus redaktionellen Gründen. Sollten sich im Diskurs mit anderen Wissenschaftlern weitere Kapitel herauskristallisieren, die aus dem Popper’schen Schema abgeleitet werden können, aber hier noch nicht genannt wurden, wäre das ein wünschenswerter Erkenntnisgewinn.

### **Notwendige vs. hinreichende Gliederungsstrukturelemente**

“Reicht das Umsetzen der oben vorgestellten Gliederungsstrukturelemente aus, um eine wissenschaftliche Arbeit zu erstellen?“ Diese Frage soll hier kurz diskutiert werden.

Die Mathematik unterscheidet in diesem Kontext zwischen “notwendigen“ und “hinreichenden“ Bedingungen.

Das Umsetzen der oben vorgestellten Gliederungsstrukturelemente ist sicher **kein hinreichendes** Kriterium für das Vorliegen einer kritisch rationalen wissenschaftlichen Arbeit – Gegenbeispiele, die die geforderten Gliederungsstrukturelemente zwar zeigen, aber an anderen Stellen den Anforderungen an wissenschaftliches Arbeiten (z.B. in Bezug auf unbegründete Behauptungen, auf Berechnungsfehler oder auf falsches Zitieren) nicht genügen, ließen sich leicht konstruieren.

Außerdem ist zwischen der “eigentlichen wissenschaftlichen Arbeit“ (i.e. dem Vorgang des Forschens) und der “wissenschaftlichen Veröffentlichung“ (i.a. dem Text über die wissenschaftliche Arbeit) zu unterscheiden.<sup>40</sup> D.h., es ist durchaus möglich, dass in der eigentlichen wissenschaftlichen Arbeit das Vier-Stufen-Konzept nach Popper umgesetzt wurde, aber in der Struktur der zugehörigen Veröffentlichung dieses Konzept (z.B. durch redaktionelles Ungeschick) nicht klar erkennbar wird. Dieser konstruierte Fall wäre ein Beispiel dafür, dass das Vorhandensein der genannten Gliederungsstrukturelemente auch **kein notwendiges** Kriterium für das Vorliegen einer kritisch rationalen wissenschaftlichen Arbeit ist.

Dennoch wird der Versuch, die genannten Gliederungsstrukturelemente zu nutzen, einen signifikanten Beitrag dazu liefern, dass eine kritisch rationale wissenschaftliche Arbeit gelingt.

### **Freiheit von Forschung und Wissenschaft**

Jeder wissenschaftliche Autor hat die Freiheit nach eigener Überzeugung zu Forschen und zu Veröffentlichen. Es obliegt der wissenschaftlichen Gemeinschaft, die Ergebnisse zu bewerten und ggf. zu falsifizieren. Es wäre vermessen “vorschreiben“ in welcher Form Forschung zu erfolgen hat oder in welcher Form deren Ergebnisse dargestellt werden sollen. Dies ist auch nicht Zweck dieser Arbeit. Es geht lediglich darum, Verständnis dafür zu wecken, was wichtige Elemente sind, wenn man als Wissenschaftler das Popper’sche Prinzip umsetzen will.

---

<sup>40</sup> Diese Unterscheidung wurde vorläufig aus Lesbarkeitsgründen bisher nicht getroffen.

## Glossar

**Ergebnis:** Erkenntnis, die unter Anwendung einer expliziten Methodik gewonnen wurde.

**Kapitel:** In dieser Arbeit wird unter einem Kapitel ein in sich geschlossener Textteil in einer wissenschaftlichen Arbeit verstanden, der im Prinzip mit einer Überschrift "benannt" werden kann. Ein "Kapitel" muss dabei nicht unbedingt zusammenhängend sein (z.B. könnte ein Kapitel "Methodik" auch aus mehreren Teilkapiteln bestehen, die sich an unterschiedlichen Stellen sinnvoll im Text wiederfinden lassen, und gemeinsam das Kapitel Methodik bilden würden).

**Methodik:** Vorgehensmodell zur Erzielung von Erkenntnissen

**Metrik:** Definition von nachvollziehbaren Messgrößen und zugehörigen Skalen zur Messbarmachung von Ergebnissen

- **binäre Metrik:** Metrik auf Basis einer Skala mit nur zwei Merkmalsausprägungen, z.B. ja / nein
- **nominale Metrik:** Metrik auf Basis einer Skala, die die Zuordnung von Merkmalsausprägungen zu ex ante definierten und benannten Kategorien erlaubt, z.B. süß / sauer / bitter
- **ordinale Metrik:** Metrik auf Basis einer Skala, die eine Reihung der Merkmale, aber keine Quantifizierung der Merkmale ermöglicht, z.B. dunkel / dämmerig / hell / gleißend
- **kardinale Metrik:** Metrik auf Basis einer Skala, die es erlaubt, Merkmale in einen quantitativen Bezug zueinander zu setzen, z.B. 10mg / 5g / 12kg / 300t

**Schema:** Das vierstufige Schema (Problem, Lösungsversuche, Elimination, Neue Probleme) von wissenschaftlichem Erkenntnisgewinn nach [Popper 1996].

**Stufe:** Eine von vier abgrenzbaren Teilen im Popper'schen Schema.

## Abkürzungen

**BWL:** Betriebswirtschaftslehre

**ROI:** Return of Investment (engl.) = Wirtschaftliche Kenngröße

**SWOT:** SWOT-Analysis (engl.) = Analyse der Stärken (strengths), Schwächen (weaknesses), Chancen (opportunities) und Gefahren (threats)

## Quellen

[Popper 1996] Popper, Karl R.; „*Wissenschaftslehre in entwicklungstheoretischer und in logischer Sicht*“ (S. 15-45) in „*Alles Leben ist Problemlösen*“, 1996, Piper Verlag, München