

## *Teil IV Auswertung der Untersuchung*

### 6 Auswertungen

In diesem Kapitel folgen die Auswertungen zu der durchgeführten Untersuchung. Grundsätzlich können die ermittelten Ergebnisse sowohl aus den Fragebögen als auch aus den Beobachtungsbögen in zwei Kategorien eingeteilt werden:

- Zum einen sind dies allgemeine Ergebnisse, d.h. Ergebnisse, die **nicht** in direktem Bezug zu der aufgestellten Arbeitshypothese stehen. Sie beziehen sich u.a. auf die schulische bzw. berufliche *Vorbildung* der Probanden, auf die *Erwartungen*, die die Probanden vor und nach den Versuchsdurchführungen äußerten, etc.  
Sie werden auch als *indirekt thesenrelevant* bezeichnet.
- Zum anderen sind es konkrete Ergebnisse zur aufgestellten Arbeitshypothese. Sie beziehen sich direkt auf die von der Arbeitshypothese abgeleiteten statistischen Alternativhypothesen.  
Sie werden auch als *direkt thesenrelevant* bezeichnet.

Die statistische Auswertung erfolgte mit Hilfe der Software SPSS für Windows<sup>®</sup> Version 8.0 der Firma SPSS Inc. Genutzt wurden hauptsächlich die Module Häufigkeitsverteilungen, Kreuztabellen, Mittelwertvergleiche in Form der einfaktoriellen Varianzanalyse (ANOVA) und grafische Darstellungen in Form von gruppierten Balkendiagrammen.

In einem dritten Teilkapitel wird dann eine Zusammenfassung der gesamten Auswertung (direkt und indirekt thesenrelevant) vorgenommen.

## 6.1 Allgemeine Ergebnisse der Untersuchung (Indirekt thesenrelevante Auswertung)

Auch Aspekte, die zunächst keinen direkten Zusammenhang mit der aufgestellten Arbeitshypothese vermuten lassen, sollten bei einer derartigen Untersuchung beachtet werden. Wird z.B. der Lernträger (in diesem Fall das Feldbussystem) von den Teilnehmern nicht als solcher akzeptiert, ist es eher unwahrscheinlich, dass günstige Lernprozesse oder Lernerfolge zu erreichen sind. Eine Untersuchung kann dadurch stark verzerrt werden und verliert möglicherweise ihre Aussagekraft. Derartigen Ergebnisse und Erkenntnisse werden als *indirekt* thesenrelevant bezeichnet.

Folgende Fragestellungen wurden untersucht:

- Welche Erwartungen haben die Teilnehmer vor der Durchführung an die Laborversuche?  
Haben sich diese Erwartungen erfüllt?
- Wie beurteilen die Teilnehmer den durchgeführten Laborversuch im Vergleich zu anderen Laborversuchen im Studium?
- Wie beurteilen die Teilnehmer die durchgeführten Laborversuche in Bezug auf ihre Komplexität?
- Wie haben sich die Teilnehmer auf die Laborversuche vorbereitet?
- Konnten die Teilnehmer an ihr Vorwissen problemlos anknüpfen?
- Welche Schulbildung haben die Teilnehmer?
- Wieviel Zeit benötigten die Gruppen für die Laborversuchsdurchführung?

### 6.1.1 Erwartungen der Teilnehmer

*Vor der Durchführung des Laborversuches:*

Direkt vor der eigentlichen Durchführung des jeweiligen Laborversuches wurden die Teilnehmergruppen zu ihren Erwartungen interviewt. Folgende Frage wurde dazu auf den Beobachtungsbögen (Beispiel: IBUS) formuliert:

Welche Erwartungen haben Sie an den Versuch *IBUS*?

Der Versuch IBUS soll		Stimme zu	Stimme zum großen Teil zu	Stimme zum großen Teil nicht zu	Stimme nicht zu
→ Praxisbezogen sein: (a)		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
→ vermitteltes Wissen anwenden: (b)		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
→ Ich habe andere Erwartungen: (c)	.....				
	.....				
	.....				
	.....				

Geschlossen formulierte Erwartungen:

Jeder einzelne Gruppenteilnehmer (max. 4 Teilnehmer pro Gruppe) sollte seine Erwartungen an den durchzuführenden Versuch (IBUS bzw. PROFi) im Hinblick auf den *Praxisbezug* und das bis dahin bereits in anderen Veranstaltungen *vermittelte Wissen* einschätzen.

Die verwendete Rating-Skala bietet die Wahlmöglichkeit von Zustimmung - über zwei Zwischenschritte - bis Nicht-Zustimmung (vgl. auch Kapitel 4.4.2.1 Befragung durch strukturierte Fragebögen / Interviews).

Offen formulierte Erwartungen:

Jeder Teilnehmer hatte zusätzlich die Möglichkeit, andere Erwartungen an den jeweiligen Laborversuch frei zu formulieren.

*Nach der Durchführung des Laborversuches:*

Direkt nach der Durchführung des jeweiligen Laborversuches wurden die Teilnehmer gefragt, inwieweit sich die Erwartungen, die sie vor der Durchführung geäußert hatten, erfüllt haben. Folgende Frage wurde dazu auf den Beobachtungsbögen (Beispiel: IBUS) formuliert:

Hat der Versuch/die Versuchsdurchführung Ihre Erwartungen erfüllt?

Der Versuch IBUS war	Stimme zu	Stimme zum großen Teil zu	Stimme zum großen Teil nicht zu	Stimme nicht zu
→ praxisbezogen:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
→ hat vermitteltes Wissen angewandt:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
→ „Andere Erwartungen“: .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Verwendet wurde wiederum eine Rating-Skala wie bei der Befragung vor der Durchführung (vgl. auch Kapitel 4.4.2.1 Befragung durch strukturierte Fragebögen (Interviews)).

Bei der Anwendung des Signifikanztests (ANOVA) ergaben sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Erwartungen der KG und der EG. Daher erfolgte die statistische Auswertung der Häufigkeitsverteilung nicht differenziert nach KG und EG.

6.1.1.1 Statistische Antworthäufigkeiten bei den geschlossenen Fragen

Durch die Auswertung ergaben sich folgende statistische Werte:

**Praxisbezug:**

**Vor** der Versuchsdurchführung: Der Versuch **IBUS** soll praxisbezogen sein:

**Tabelle 6-1: Statistische Häufigkeitsverteilung Vorfrage (a) IBUS (Beobachtungsbogen)**

	Häufigkeit	Prozent
stimme zu	16	66,7
stimme zum großen Teil zu	7	29,2
stimme zum großen Teil nicht zu	1	4,2
stimme nicht zu	-	-
<b>Gesamt</b>	<b>24</b>	<b>100,0</b>

**Nach** der Versuchsdurchführung: Der Versuch **IBUS** war praxisbezogen:

**Tabelle 6-2: Statistische Häufigkeitsverteilung Frage IBUS 9a (Fragebogen)**

	Häufigkeit	Prozent
stimme zu	12	50,0
stimme zum großen Teil zu	11	45,8
stimme zum großen Teil nicht zu	-	-
stimme nicht zu	1	4,2
<b>Gesamt</b>	<b>24</b>	<b>100,0</b>

**Vor** der Versuchsdurchführung: Der Versuch **PROFI** soll praxisbezogen sein:

**Tabelle 6-3: Statistische Häufigkeitsverteilung Vorfrage (a) PROFI (Beobachtungsbogen)**

	Häufigkeit	Prozent
stimme zu	16	66,7
Stimme zum großen Teil zu	8	33,3
stimme zum großen Teil nicht zu	-	-
stimme nicht zu	-	-
<b>Gesamt</b>	<b>24</b>	<b>100,0</b>

**Nach** der Versuchsdurchführung: Der Versuch **PROFI** war praxisbezogen:

**Tabelle 6-4: Statistische Häufigkeitsverteilung Frage PROFI 9a (Fragebogen)**

	Häufigkeit	Prozent
stimme zu	13	54,2
stimme zum großen Teil zu	7	29,2
stimme zum großen Teil nicht zu	2	8,3
stimme nicht zu	2	8,3
<b>Gesamt</b>	<b>24</b>	<b>100,0</b>

Vermitteltes Wissen:

**Vor** der Versuchsdurchführung: Der Versuch **IBUS** soll vermitteltes Wissen anwenden:

**Tabelle 6-5: Statistische Häufigkeitsverteilung Vorfrage (b) IBUS (Beobachtungsbogen)**

	Häufigkeit	Prozent
stimme zu	6	25,0
stimme zum großen Teil zu	5	20,8
stimme zum großen Teil nicht zu	6	25,0
stimme nicht zu	7	29,2
<b>Gesamt</b>	<b>24</b>	<b>100,0</b>

**Nach** der Versuchsdurchführung: Der Versuch **IBUS** hat vermitteltes Wissen angewandt:

**Tabelle 6-6: Statistische Häufigkeitsverteilung Frage IBUS 9b (Fragebogen)**

	Häufigkeit	Prozent
stimme zu	8	33,3
stimme zum großen Teil zu	10	41,7
stimme zum großen Teil nicht zu	4	16,7
stimme nicht zu	2	8,3
<b>Gesamt</b>	<b>24</b>	<b>100,0</b>

**Vor** der Versuchsdurchführung: Der Versuch **PROFI** soll vermitteltes Wissen anwenden:

**Tabelle 6-7: Statistische Häufigkeitsverteilung Vorfrage (b) PROFİ (Beobachtungsbogen)**

	Häufigkeit	Prozent
stimme zu	7	29,2
stimme zum großen Teil zu	7	29,2
stimme zum großen Teil nicht zu	3	12,5
stimme nicht zu	7	29,2
<b>Gesamt</b>	<b>24</b>	<b>100,0</b>

**Nach** der Versuchsdurchführung: Der Versuch **PROFI** hat vermitteltes Wissen angewandt:

**Tabelle 6-8: Statistische Häufigkeitsverteilung Frage PROFİ 9b (Fragebogen)**

	Häufigkeit	Prozent
stimme zu	5	20,8
stimme zum großen Teil zu	10	41,7
stimme zum großen Teil nicht zu	8	33,3
stimme nicht zu	1	4,2
<b>Gesamt</b>	<b>24</b>	<b>100,0</b>

### 6.1.1.2 *Frei formulierte Erwartungen*

Die von den Teilnehmern in freier Form geäußerten Erwartungen wurden zur besseren Übersicht in Themenkategorien von ① "Bussysteme allgemein", ② "Zum speziellen Bussystem", ③ "Unterschiede", ④ "Bezug zur Vorlesung" und ⑤ "Diplomarbeit" eingeteilt (vgl. Tabelle 6-9).

**Tabelle 6-9: Frei formulierte Erwartungen zu den Laborversuchen**

Themengruppe	IBUS	PROFI
① Bussysteme allgemein	Erster Einstieg in das Thema Bussysteme Überblick bekommen zu Bussystemen Info zu Bussystemen Arbeiten mit Bussystemen allgemein Thema soll überschaubar sein (3h !) Prinzipielle Kenntnisse vermitteln, keine Spezialkenntnisse	Vertraut werden mit einzelnen Komponenten Baugruppen unabhängig vom Bussystem kennenlernen
② Zum speziellen Bussystem	Einstieg allgemein in den IBUS Das Wissen über IBUS vermittelt wird Protokoll näher kennenlernen	Wissen zum PROFi vermitteln Erste praktische Eindrücke zum PROFi sammeln Umgehen mit dem Bussystem PROFi Neue Details kennenlernen Protokoll kennenlernen, wie beim IBUS
③ Unterschiede		Unterschiede IBUS/PROFI deutlich herausstellen Unterschiede zu IBUS feststellen Wesentliche Unterschiede zum IBUS feststellen Vergleich anstellen zum IBUS
④ Bezug zur Vorlesung	LEK-Vorführung vertiefen Verständnis der Theorie fördern (für die Klausur) Praxisbezug herstellen	Etwas mehr als in der Vorlesung vermittelt bekommen Mehr als das "Vermittelte Wissen" aufbauen Trockene Theorie umsetzen
⑤ Diplomarbeit (Dipl.-Arb.)	Vorbereitung auf Dipl.-Arb. Themenfindung Dipl.-Arb. Vorbereitung auf eventuelle Dipl.-Arb.	Themenfindung Dipl.-Arb.

### 6.1.1.3 Zusammenfassung der Erwartungen

#### *Praxisbezug:*

Die Ergebnisse der Befragung nach den Erwartungen an die jeweiligen Laborversuche legen den Schluss nahe, dass die Mehrzahl der Teilnehmern **vor** der Versuchsdurchführung sowohl beim IBUS-Versuch als auch beim PROFI-Versuch einen Praxisbezug erwarteten. 66,7% der IBUS-Teilnehmer stimmten der Forderung nach einem Bezug zur Praxis zu; 29,2% stimmten zum großen Teil zu. Vor der Durchführung des PROFI-Versuchs stimmten ebenfalls 66,2% der Forderung zu; 33,3% stimmten zum großen Teil zu.

Die Auswertung der Antworten **nach** der Durchführung lassen darauf schließen, dass der überwiegende Teil der Erwartungen erfüllt wurde. Beim IBUS-Versuch stimmten 95,8% der Teilnehmer überwiegend der Aussage "Der Versuch IBUS war praxisbezogen" zu (stimme zu: 50%, stimme zum großen Teil zu: 45,8%). Nach der Durchführung des PROFI-Versuchs stimmten 54,2% der Probanden der Aussage zum Praxisbezug zu; 29,2% stimmten zum großen Teil zu.

#### *Vermitteltes Wissen:*

**Vor** der Durchführung: Bei den Erwartungen, dass bereits (durch andere Veranstaltungen oder Vorlesungen) vermitteltes Wissen bei den Versuchsdurchführungen angewendet werden kann, zeigte sich bei den Teilnehmern ein anderes Bild. Beim IBUS stimmten 45,8% der Aussage überwiegend zu (stimme zu: 25%, stimme zum großen Teil zu: 20,8%); 54,2% der IBUS-Teilnehmer stimmten der Aussage überwiegend nicht zu (stimmte zum großen Teil nicht zu: 25%, stimme nicht zu: 29,2%). Beim PROFI-Versuch ergaben sich ähnliche Zahlen: 58,4% der Teilnehmer stimmten der Aussage im Wesentlichen zu (stimme zu: 29,2%, stimme zum großen Teil zu: 29,2%); 41,7% stimmten der Aussage überwiegend nicht zu (stimme zum großen Teil nicht zu: 12,5%, stimme nicht zu: 29,2%).

Die Befragung **nach** der Versuchsdurchführung ergab beim IBUS folgendes Ergebnis: 75% der Teilnehmer stimmten überwiegend der Formulierung "Der Versuch IBUS hat vermitteltes Wissen angewandt" zu (stimme zu: 33,3%, stimme zum großen Teil zu: 41,7%). Nach der PROFI-Versuchsdurchführung waren 62,5% der Teilnehmer der Meinung, sie hätten vermitteltes Wissen anwenden können (stimme zu: 20,8%, stimme zum großen Teil zu: 41,7%).

*Frei formulierte Erwartungen:*

Die frei geäußerten Erwartungen zu den Laborversuchen IBUS und PROFi lassen sich in fünf Hauptkategorien unterteilen:

In der Kategorie ① "Bussystem allgemein" wurden Erwartungen geäußert, die einen allgemeinen Überblick und prinzipielle Kenntnisse zu Bussystemen beinhalteten. So wurde z.B. ein "erster Einstieg" in das Thema Bussysteme erwartet.

Auch in der Kategorie ② "Zum speziellen Bussystem" wurden allgemeine Erwartungen, diesmal allerdings bezogen auf das jeweilige Bussystem, genannt. Erwartungen nach einem "allgemeinen Einstieg in den IBUS" und dem "Umgehen mit dem Bussystem PROFi" wurden geäußert. Zusätzlich wurden Erwartungen zu Details (z.B. Protokoll) formuliert.

Weitere Erwartungen stellten sich in Bezug auf einen Vergleich und auf mögliche Unterschiede zwischen dem IBUS- und PROFi-System ein, zusammengefasst in der Kategorie ③ "Unterschiede".

Ein weiterer Schwerpunkt bei den Erwartungen war der "Bezug zur Vorlesung" (④ Kategorie). Erwartet wurde, dass "mehr Wissen" zum Thema Bussysteme vermittelt wird als in der Vorlesung, und dass zu dem aus der Vorlesung bekannten Wissen durch den Laborversuch ein direkter Praxisbezug hergestellt wird.

In der Kategorie ⑤ wurden die Erwartungen, die sich auf eventuell folgende Diplomarbeiten bezogen, zusammengefasst. Von den Laborversuchen wurden demnach auch Hilfestellungen bei der Themenfindung für die Diplomarbeit oder eine Vorbereitung auf eine eventuelle Diplomarbeit erwartet.

### 6.1.2 Vergleich zu anderen Laborversuchen

Ein Vergleich der durchgeführten Laborversuche IBUS und PROFI zu anderen Laborversuchen im Studium ist ein wichtiger Teil der Wirkungsanalyse (vgl. Kapitel 4.4.1.1 Wirkungsanalyse).

Direkt nach der Versuchsdurchführung wurden die Probanden aufgefordert, den jeweiligen Laborversuch im Vergleich zu anderen Laborversuchen zu beurteilen. Ein Vergleich innerhalb der Lehrveranstaltung "Labor für Leistungselektronik" konnte aus organisatorischen Gründen nicht einheitlich vorgenommen werden, da der Versuch 4 (Leistungsfluss bei einem 4-Q-Gleichstromantrieb) im Wintersemester 1998 erst *nach* den Versuchen 1 und 2 folgte.

Folgende Frage wurde gestellt und ausgewertet (Beispiel IBUS):

Beurteilen Sie den Laborversuch **IBUS** im Vergleich zu **anderen Laborversuchen** an der FHH (z.B. RGT, HSP, E.-Anlagen, usw.)!

Der Versuch <b>IBUS</b> ist im Vergleich zu „ <b>Anderen</b> “	Stimme zu	Stimme zum großen Teil zu	Stimme zum großen Teil nicht zu	Stimme nicht zu
→ Inhaltlich interessanter:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
→ Methodisch besser aufgebaut:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
→ Überschaubarer aufgebaut:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
→ Eher an der Praxis orientiert:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
→ Der Vergleich „ist mir egal“:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

#### 6.1.2.1 Statistische Auswertung des Vergleichs

Bei der Anwendung des Signifikanztests (ANOVA) ergaben sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Antworten der KG und der EG. Daher erfolgte die statistische Auswertung der Häufigkeitsverteilung nicht differenziert nach KG und EG.

**IBUS:**

Frage: Der Versuch **IBUS** ist im Vergleich zu „**Anderen**“ ... **inhaltlich interessanter:**

**Tabelle 6-10: Statistische Häufigkeitsverteilung IBUS 14a (Fragebogen)**

	Häufigkeit	Prozent
stimme zu	10	41,7
stimme zum großen Teil zu	7	29,2
stimme zum großen Teil nicht zu	3	12,3
stimme nicht zu	1	4,2
Fehlend	3	12,5
<b>Gesamt</b>	<b>24</b>	<b>100,0</b>

Frage: Der Versuch **IBUS** ist im Vergleich zu „Anderen“ ... **methodisch besser aufgebaut:**

**Tabelle 6-11: Statistische Häufigkeitsverteilung IBUS 14b (Fragebogen)**

	Häufigkeit	Prozent
stimme zu	4	16,7
stimme zum großen Teil zu	10	41,7
stimme zum großen Teil nicht zu	7	29,2
stimme nicht zu	-	-
Fehlend	3	12,5
Gesamt	24	100,0

Frage: Der Versuch **IBUS** ist im Vergleich zu „Anderen“ ... **überschaubarer aufgebaut:**

**Tabelle 6-12: Statistische Häufigkeitsverteilung IBUS 14c (Fragebogen)**

	Häufigkeit	Prozent
stimme zu	7	29,2
stimme zum großen Teil zu	8	33,3
stimme zum großen Teil nicht zu	5	20,8
stimme nicht zu	1	4,2
Fehlend	3	12,5
Gesamt	24	100,0

Frage: Der Versuch **IBUS** ist im Vergleich zu „Anderen“ ... **eher an der Praxis orientiert:**

**Tabelle 6-13: Statistische Häufigkeitsverteilung IBUS 14d (Fragebogen)**

	Häufigkeit	Prozent
stimme zu	10	41,7
stimme zum großen Teil zu	8	33,3
stimme zum großen Teil nicht zu	2	8,3
stimme nicht zu	-	-
Fehlend	4	16,7
Gesamt	24	100,0

Frage: Der Versuch **IBUS** ist im Vergleich zu „Anderen“: **Der Vergleich ist mir egal:**

**Tabelle 6-14: Statistische Häufigkeitsverteilung IBUS 14e (Fragebogen)**

	Häufigkeit	Prozent
stimme zu	1	4,2
stimme zum großen Teil zu	1	4,2
stimme zum großen Teil nicht zu	5	20,8
stimme nicht zu	11	45,8
Fehlend	6	25,0
Gesamt	24	100,0

**PROFI:**

Frage: Der Versuch *PROFI* ist im Vergleich zu „Anderen“ ... inhaltlich interessanter:

Tabelle 6-15: Statistische Häufigkeitsverteilung PROFi 14a (Fragebogen)

	Häufigkeit	Prozent
stimme zu	5	20,8
stimme zum großen Teil zu	11	45,8
stimme zum großen Teil nicht zu	4	16,7
stimme nicht zu	1	4,2
Fehlend	3	12,5
Gesamt	24	100,0

Frage: Der Versuch *PROFI* ist im Vergleich zu „Anderen“ ... methodisch besser aufgebaut:

Tabelle 6-16: Statistische Häufigkeitsverteilung PROFi 14b (Fragebogen)

	Häufigkeit	Prozent
stimme zu	-	-
stimme zum großen Teil zu	11	45,8
stimme zum großen Teil nicht zu	7	29,2
stimme nicht zu	3	12,5
Fehlend	3	12,5
Gesamt	24	100,0

Frage: Der Versuch *PROFI* ist im Vergleich zu „Anderen“ ... überschaubarer aufgebaut:

Tabelle 6-17: Statistische Häufigkeitsverteilung PROFi 14c (Fragebogen)

	Häufigkeit	Prozent
stimme zu	2	8,3
stimme zum großen Teil zu	7	29,2
stimme zum großen Teil nicht zu	9	37,5
stimme nicht zu	3	12,5
Fehlend	3	12,5
Gesamt	24	100,0

Frage: Der Versuch *PROFI* ist im Vergleich zu „Anderen“ ... eher an der Praxis orientiert:

Tabelle 6-18: Statistische Häufigkeitsverteilung PROFi 14d (Fragebogen)

	Häufigkeit	Prozent
stimme zu	6	25,0
stimme zum großen Teil zu	12	50,0
stimme zum großen Teil nicht zu	3	12,5
stimme nicht zu	-	-
Fehlend	3	12,5
Gesamt	24	100,0

Frage: Der Versuch **PROFI** ist im Vergleich zu „Anderen“: **Der Vergleich ist mir egal**:

**Tabelle 6-19: Statistische Häufigkeitsverteilung PROFI 14e (Fragebogen)**

	Häufigkeit	Prozent
stimme zu	1	4,2
stimme zum großen Teil zu	1	4,2
stimme zum großen Teil nicht zu	1	4,2
stimme nicht zu	16	66,7
Fehlend	5	20,8
Gesamt	24	100,0

### 6.1.2.2 Zusammenfassung des Vergleichs zu anderen Laborversuchen

Betrachtet man die Ergebnisse des Vergleichs zu anderen Laborversuchen an der Fachhochschule Hannover, so kann Folgendes zusammenfassend festgestellt werden:

Sowohl beim IBUS als auch beim PROFI war der Großteil der Probanden der Meinung, dass die betreffenden Laborversuche **inhaltlich interessanter** als andere Laborversuche an der FHH seien (*IBUS*:  $\Sigma$ : 70,8%, stimme zu: 41,7%, stimme zum großen Teil zu: 29,2%; *PROFI*:  $\Sigma$ : 66,7%, stimme zu: 20,8%, stimme zum großen Teil zu: 45,8%).

Im Vergleich der betreffenden Laborversuche zu anderen Versuchen in Bezug auf den **methodischen Aufbau** ist ein Unterschied in den Beurteilungen zum IBUS und PROFI zu erkennen: beim IBUS war der Großteil der Probanden der Meinung, der Versuch sei im Vergleich methodisch besser aufgebaut ( $\Sigma$ : 58,3%, stimme zu: 16,7%, stimme zum großen Teil zu: 41,7%). Beim PROFI waren nur 45,8% (stimme zum großen Teil zu) der Probanden dieser Meinung.

Bei der **Überschaubarkeit** der Laborversuche zeigt sich folgendes Ergebnis: 62,5% der Probanden waren der Meinung, der Versuch IBUS sei überschaubarer aufgebaut als vergleichbare Laborversuche an der FHH. Beim PROFI waren hingegen nur 37,5% dieser Meinung (stimme zu: 8,3%, stimme zum großen Teil zu: 29,2%). 50% der Probanden hielten den Laborversuch PROFI nicht für überschaubarer.

Bei beiden Laborversuchen waren 75% der Probanden der Meinung, dass der jeweilige Laborversuch in Vergleich zu anderen eher **an der Praxis orientiert** sei (*IBUS*: stimme zu: 41,7%, stimme zum großen Teil zu: 33,3%; *PROFI*: stimme zu: 25%, stimme zum großen Teil zu: 75%).

Die Antwort, dass ein Vergleich der betreffenden Laborversuche mit anderen Laborversuchen für sie **egal** war, gab nur ein kleiner Teil der Probanden (IBUS und PROFI je 8,3%). Dem überwiegenden Teil der Probanden war dieser Vergleich nicht egal (IBUS:  $\Sigma$ : 66,7%, stimme zum großen Teil nicht zu: 20,8%, stimme nicht zu: 45,8%; PROFI:  $\Sigma$ : 70,8%, stimme zum großen Teil nicht zu: 4,2%, stimme nicht zu: 66,7%).

Die Probanden, die nicht in der Lage waren einen Vergleich zwischen IBUS bzw. PROFI und anderen Laborversuchen an der FHH vorzunehmen, haben auf die Beantwortung dieser Frage verzichtet und sind demnach als "Fehlend" in die Statistik eingegangen.

### 6.1.3 Komplexität der Laborversuche

Direkt nach den Versuchsdurchführungen wurden die Probanden befragt, wie sie die Komplexität des jeweiligen Laborversuchs einschätzen. Dieser Aspekt ist ebenfalls Teil der Wirkungsanalyse (vgl. Kapitel 4.4.1.1 Wirkungsanalyse). Zusätzlich wurden durch diese Frage Informationen gewonnen, inwieweit sich die Komplexität der beiden Laborversuche aus Sicht der Probanden voneinander unterscheidet.

Folgende Frage wurde gestellt und ausgewertet (Beispiel IBUS):

Wie beurteilen Sie die Komplexität des Laborversuchs IBUS?

Der Versuch *IBUS* war

nicht komplex	wenig komplex	komplex	zu komplex
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

#### 6.1.3.1 Statistische Auswertung zur Einschätzung der Komplexität

Bei der Anwendung des Signifikanztests (ANOVA) ergaben sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Antworten der KG und der EG. Daher erfolgte die statistische Auswertung der Häufigkeitsverteilung nicht differenziert nach KG und EG.

Frage: Der Versuch **IBUS** war:

**Tabelle 6-20: Statistische Häufigkeitsverteilung IBUS 11 (Fragebogen)**

	Häufigkeit	Prozent
nicht komplex	4	16,7
wenig komplex	13	54,2
komplex	7	29,2
zu komplex	-	-
<b>Gesamt</b>	24	100,0

Frage: Der Versuch **PROFI** war:

**Tabelle 6-21: Statistische Häufigkeitsverteilung PROF I 11 (Fragebogen)**

	Häufigkeit	Prozent
nicht komplex	4	16,7
wenig komplex	9	37,4
komplex	11	45,8
zu komplex	-	-
<b>Gesamt</b>	<b>24</b>	<b>100,0</b>

### 6.1.3.2 Zusammenfassung der Einschätzung zur Komplexität

Beide Laborversuche wurden von 83,3% der Probanden als komplex, bzw. als wenig komplex eingeschätzt (*IBUS*: wenig komplex: 54,2%, komplex: 29,2%; *PROFI*: wenig komplex: 37,4%, komplex: 45,8%). Nur jeweils 16,4% der Probanden beurteilten die Laborversuche als nicht komplex; kein Proband war der Meinung, die Laborversuche seien zu komplex.

### 6.1.4 Vorbereitung auf die Laborversuche

Um die Art der Vorbereitung jedes Probanden zu ermitteln, wurde folgende Frage gestellt und ausgewertet (Beispiel *PROFI*):

Wie haben Sie sich auf den Laborversuch *IBUS* vorbereitet?

	Stimme zu	Stimme zum großen Teil zu	Stimme zum großen Teil nicht zu	Stimme nicht zu
→ Ich hatte schon Erfahrungen mit Bussystemen: Welche: .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
→ Laboranleitung <i>PROFI</i> durchgearbeitet:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
→ LEK-Skript durchgearbeitet:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
* → Erkenntnisse/Erfahrungen aus Versuch 1 ( <i>IBUS</i> ) genutzt:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
→ Zusätzliche Literatur benutzt: Welche: .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

\* nur beim *PROFI*-Fragebogen

#### 6.1.4.1 Statistische Auswertung zur Vorbereitung der Untersuchungsteilnehmer

Bei der Anwendung des Signifikanztests (ANOVA) ergaben sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Antworten der KG und der EG. Daher erfolgte die statistische Auswertung der Häufigkeitsverteilung nicht differenziert nach KG und EG.

**IBUS:**

Frage: Ich hatte schon Erfahrungen mit Bussystemen:

**Tabelle 6-22: Statistische Häufigkeitsverteilung IBUS 3a (Fragebogen)**

	Häufigkeit	Prozent
stimme zu	-	-
stimme zum großen Teil zu	1	4,2
stimme zum großen Teil nicht zu	2	8,3
stimme nicht zu	21	87,5
<b>Gesamt</b>	<b>24</b>	<b>100,0</b>

Frage: Laboranleitung IBUS durchgearbeitet:

**Tabelle 6-23: Statistische Häufigkeitsverteilung IBUS 3b (Fragebogen)**

	Häufigkeit	Prozent
stimme zu	18	75,0
stimme zum großen Teil zu	4	16,7
stimme zum großen Teil nicht zu	-	-
stimme nicht zu	2	8,3
<b>Gesamt</b>	<b>24</b>	<b>100,0</b>

Frage: LEK-Skript durchgearbeitet:

**Tabelle 6-24: Statistische Häufigkeitsverteilung IBUS 3c (Fragebogen)**

	Häufigkeit	Prozent
stimme zu	6	25,0
stimme zum großen Teil zu	6	25,0
stimme zum großen Teil nicht zu	6	25,0
stimme nicht zu	5	20,8
Fehlend	1	4,2
<b>Gesamt</b>	<b>24</b>	<b>100,0</b>

Frage: Zusätzliche Literatur benutzt:

**Tabelle 6-25: Statistische Häufigkeitsverteilung IBUS 3d (Fragebogen)**

	Häufigkeit	Prozent
stimme zu	8	33,3
stimme zum großen Teil zu	5	20,8
stimme zum großen Teil nicht zu	2	8,3
stimme nicht zu	9	37,5
<b>Gesamt</b>	<b>24</b>	<b>100,0</b>

**PROFI:**

Frage: Ich hatte schon Erfahrungen mit Bussystemen:

**Tabelle 6-26: Statistische Häufigkeitsverteilung PROFi 3a (Fragebogen)**

	Häufigkeit	Prozent
stimme zu	5	20,8
stimme zum großen Teil zu	6	25,0
stimme zum großen Teil nicht zu	5	20,8
stimme nicht zu	8	33,3
<b>Gesamt</b>	<b>24</b>	<b>100,0</b>

Frage: Laboranleitung PROFi durchgearbeitet:

**Tabelle 6-27: Statistische Häufigkeitsverteilung PROFi 3b (Fragebogen)**

	Häufigkeit	Prozent
stimme zu	17	70,8
stimme zum großen Teil zu	6	25,0
stimme zum großen Teil nicht zu	-	-
stimme nicht zu	1	4,2
<b>Gesamt</b>	<b>24</b>	<b>100,0</b>

Frage: LEK-Skript durchgearbeitet:

**Tabelle 6-28: Statistische Häufigkeitsverteilung PROFi 3c (Fragebogen)**

	Häufigkeit	Prozent
stimme zu	6	25,0
stimme zum großen Teil zu	8	33,3
stimme zum großen Teil nicht zu	4	16,7
stimme nicht zu	6	25,0
<b>Gesamt</b>	<b>24</b>	<b>100,0</b>

Frage: Zusätzliche Literatur benutzt:

**Tabelle 6-29: Statistische Häufigkeitsverteilung PROFi 3d (Fragebogen)**

	Häufigkeit	Prozent
stimme zu	5	20,8
stimme zum großen Teil zu	3	12,5
stimme zum großen Teil nicht zu	2	8,3
stimme nicht zu	12	50,0
<b>Fehlend</b>	<b>2</b>	<b>8,3</b>
<b>Gesamt</b>	<b>24</b>	<b>100,0</b>

Frage: Erkenntnisse/Erfahrungen aus Versuch 1 (IBUS) genutzt: ... **fachlich**:

**Tabelle 6-30: Statistische Häufigkeitsverteilung PROFi 3xf (Fragebogen)**

	Häufigkeit	Prozent
stimme zu	7	29,2
stimme zum großen Teil zu	12	50,0
stimme zum großen Teil nicht zu	3	12,5
stimme nicht zu	2	8,3
<b>Gesamt</b>	24	100,0

Frage: Erkenntnisse/Erfahrungen aus Versuch 1 (IBUS) genutzt: ... **methodisch**:

**Tabelle 6-31: Statistische Häufigkeitsverteilung PROFi 3xm (Fragebogen)**

	Häufigkeit	Prozent
stimme zu	6	25,0
stimme zum großen Teil zu	13	54,2
stimme zum großen Teil nicht zu	2	8,3
stimme nicht zu	2	8,3
Fehlend	1	4,2
<b>Gesamt</b>	24	100,0

#### 6.1.4.2 Zusammenfassung zur Vorbereitung der Untersuchungsteilnehmer

Die Auswertung der Antworten zeigt, dass der überwiegende Teil der Probanden (87,5%) vor der Durchführung des Laborversuchs IBUS keine **Erfahrungen mit Bussystemen** hatte. Beim PROFi gaben noch 33,3% der Probanden an, dass sie keine Erfahrungen mit Bussystemen vor der Versuchsdurchführung hatten.

Bei den Antworten zur Frage nach den **Laboranleitungen** ergab sich für IBUS und PROFi ein fast einheitliches Bild: der Großteil der Probanden (*IBUS*:  $\Sigma$ : 91,7%, stimme zu: 75%, stimme zum großen Teil zu: 16,7%; *PROFI*:  $\Sigma$ : 95,8%, stimme zu: 70,8%, stimme zum großen Teil zu: 25%) gab an, die jeweilige Laboranleitung als Vorbereitung durchgearbeitet zu haben.

Das Durcharbeiten des **LEK-Skript** wurde bei 50% (stimme zu: 25%, stimme zum großen Teil zu: 25%) der Probanden als Vorbereitung auf den Versuch IBUS angegeben; 45,8% der Probanden nutzten das LEK-Skript weniger als Vorbereitung (stimme zum großen Teil nicht zu: 25%, stimme nicht zu: 20,8%). Als Vorbereitung auf den PROFi-Versuch nutzten 58,3% der Probanden das LEK-Skript verhältnismäßig intensiv (stimme zu: 25%, stimme zum großen Teil zu: 33,3%).

**Zusätzliche Literatur** als Vorbereitung auf die Laborversuche wurde beim IBUS von 54,2% der Probanden zu Hilfe genommen (stimme zu: 33,3%, stimme zum großen Teil zu: 20,8%). 8,3% der Probanden stimmten der Aussage zum großen Teil nicht zu; 37,5% haben als Vorbereitung zum IBUS keine zusätzliche Literatur benutzt. Beim PROFI ergab sich folgendes Bild: 33,3% der Probanden gaben an, im größeren Maße zusätzliche Literatur benutzt zu haben (stimme zu: 20,8%, stimme zum großen Teil zu: 12,5%). 8,3% der Probanden stimmten der Aussage zum großen Teil nicht zu; 50% haben als Vorbereitung zum PROFI keine zusätzliche Literatur benutzt. Herangezogen wurden unterschiedliche Quellen, die entweder als Literaturhinweis in den Laboranleitungen angegeben war, oder in der LEK-Vorlesung genannt wurden.

Auf die zusätzliche Frage im Fragebogen IBUS nach der Nutzung der **Erkenntnisse/Erfahrungen aus Versuch 1**, ergab sich folgende Antwortverteilung: der überwiegende Teil der Probanden (79,2%) gab an, sowohl fachlich als auch methodisch die Erkenntnisse/Erfahrungen aus Versuch 1 in der Vorbereitung auf den Laborversuch PROFI genutzt zu haben (*fachlich*: stimme zu: 29,2%, stimme zum großen Teil zu: 50%; *methodisch*: stimme zu: 25%, stimme zum großen Teil zu: 54,2%).

### 6.1.5 Anknüpfen an Vorwissen

Um zu eruieren, inwieweit im Verlauf der Labordurchführung aus Sicht der Probanden an Vorwissen angeknüpft werden konnte, wurde folgende Frage gestellt und ausgewertet (Beispiel PROFI):

Konnten Sie an Ihr Vorwissen problemlos anknüpfen?

Ich konnte problemlos anknüpfen bei		Stimme zu	Stimme zum großen Teil zu	Stimme zum großen Teil nicht zu	Stimme nicht zu
→	EMA:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
→	LEK Frequenzumrichtern:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
→	LEK Feldbussysteme:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

#### 6.1.5.1 Statistische Auswertung zum Anknüpfen an Vorwissen der Versuchsteilnehmer

Bei der Anwendung des Signifikanztests (ANOVA) ergaben sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Antworten der KG und der EG. Daher erfolgte die statistische Auswertung der Häufigkeitsverteilung nicht differenziert nach KG und EG.

**IBUS:**

Frage: Ich konnte problemlos anknüpfen bei: ... **EMA:**

**Tabelle 6-32: Statistische Häufigkeitsverteilung IBUS 6a (Fragebogen)**

	Häufigkeit	Prozent
stimme zu	11	45,8
stimme zum großen Teil zu	11	45,8
stimme zum großen Teil nicht zu	-	-
stimme nicht zu	1	4,2
Fehlend	1	4,2
Gesamt	24	100,0

Frage: Ich konnte problemlos anknüpfen bei: ... **LEK Frequenzumrichtern:**

**Tabelle 6-33: Statistische Häufigkeitsverteilung IBUS 6b (Fragebogen)**

	Häufigkeit	Prozent
stimme zu	10	41,7
stimme zum großen Teil zu	13	54,2
stimme zum großen Teil nicht zu	-	-
stimme nicht zu	-	-
Fehlend	1	4,2
Gesamt	24	100,0

Frage: Ich konnte problemlos anknüpfen bei: ... **LEK Feldbussysteme:**

**Tabelle 6-34: Statistische Häufigkeitsverteilung IBUS 6c (Fragebogen)**

	Häufigkeit	Prozent
stimme zu	4	16,7
stimme zum großen Teil zu	7	29,2
stimme zum großen Teil nicht zu	7	29,2
stimme nicht zu	6	25,0
Gesamt	24	100,0

**PROFI:**

Frage: Ich konnte problemlos anknüpfen bei: ... **EMA:**

**Tabelle 6-35: Statistische Häufigkeitsverteilung PROF I 6a (Fragebogen)**

	Häufigkeit	Prozent
stimme zu	9	37,5
stimme zum großen Teil zu	8	33,3
stimme zum großen Teil nicht zu	3	12,5
stimme nicht zu	4	16,7
Gesamt	24	100,0

Frage: Ich konnte problemlos anknüpfen bei: ... **LEK Frequenzumrichtern:**

**Tabelle 6-36: Statistische Häufigkeitsverteilung PROFI 6b (Fragebogen)**

	Häufigkeit	Prozent
stimme zu	9	37,5
stimme zum großen Teil zu	11	45,8
stimme zum großen Teil nicht zu	1	4,2
stimme nicht zu	3	12,5
<b>Gesamt</b>	<b>24</b>	<b>100,0</b>

Frage: Ich konnte problemlos anknüpfen bei: ... **LEK Feldbussysteme:**

**Tabelle 6-37: Statistische Häufigkeitsverteilung PROFI 6c (Fragebogen)**

	Häufigkeit	Prozent
stimme zu	3	12,5
stimme zum großen Teil zu	7	29,2
stimme zum großen Teil nicht zu	10	41,7
stimme nicht zu	4	16,7
<b>Gesamt</b>	<b>24</b>	<b>100,0</b>

### 6.1.5.2 Zusammenfassung zum Anknüpfen an Vorwissen der Versuchsteilnehmer

Der überwiegende Teil der Probanden war der Meinung, bei den Laborversuchen IBUS und PROFI größtenteils problemlos an Vorwissen aus dem Bereich **EMA (Elektrische Maschinen und Automatisierungstechnik)** anknüpfen zu können. Dieser Ansicht waren 91,7% (stimme zu: 45,8%, stimme zum großen Teil zu: 45,8%) der Probanden beim IBUS und 70,8% (stimme zu: 37,5%, stimme zum großen Teil zu: 33,3%) beim PROFI.

Im Antwortbereich **Frequenzumrichter** ergab sich ein ähnliches Bild: der überwiegende Teil der Probanden war der Meinung, größtenteils problemlos an Vorwissen aus dem Bereich FU anknüpfen zu können. Dieser Ansicht waren 95,8% (stimme zu: 41,7%, stimme zum großen Teil zu: 54,2%) der Probanden beim IBUS und 83,3% (stimme zu: 37,5%, stimme zum großen Teil zu: 45,8%) beim PROFI.

Betrachtet man die Antworten zum Anknüpfen an Vorwissen aus dem Bereich **Feldbussysteme**, ergibt sich folgendes Bild: beim IBUS waren 45,8% der Probanden der Meinung, größtenteils problemlos an dieses Vorwissen anknüpfen zu können (stimme zu: 16,7%, stimme zum großen Teil zu: 29,6%); beim PROFI waren 41,7% dieser Meinung (stimme zu: 12,5%, stimme zum großen Teil zu: 29,6%);

### 6.1.6 Schulbildung

Ein Kriterium, welches Einfluss auf die interne Validität hat, ist eine homogene Selektion der KG und EG in Bezug auf ihre Schulbildung. Bei der Anwendung des Signifikanztests (ANOVA) ergaben sich keine signifikanten Unterschiede zwischen der Schulbildung der KG und der EG. Somit traten keine Selektionseffekte auf.

Folgende Frage wurde gestellt und ausgewertet:

- Welche Ausbildung haben Sie:  allgemeines Abitur  
 Fachabitur und Ausbildung  
 andere: .....  
(bitte angeben)

#### 6.1.6.1 Statistische Auswertung zur Vorbildung der Untersuchungsteilnehmer

Frage: Welche Ausbildung haben Sie:

**Tabelle 6-38: Statistische Häufigkeitsverteilung IBUS 15 (Fragebogen)**

	Kontrollgruppe	Experimentalgruppe	Gesamt	Prozent
<b>allgemeines Abitur</b>	1	1	2	8,3
<b>Fachabitur und Ausbildung</b>	9	8	17	70,8
<b>andere</b>	2	3	5	20,8
<b>Gesamt</b>	12	12	24	100

#### 6.1.6.2 Zusammenfassung zur Schulbildung der Untersuchungsteilnehmer

Der Großteil der Untersuchungsteilnehmer (70,8%) hat als Vorstufe zum Studium das Fachabitur und eine abgeschlossene Ausbildung. Lediglich 8,3% der Teilnehmer gaben an, ein allgemeines Abitur gemacht zu haben.

20,8% der Teilnehmer gaben ein anderes Ausbildungsprofil an: diese Probanden hatten ein allgemeines Abitur und eine abgeschlossene Ausbildung.

### 6.1.7 Bearbeitungszeiten

Aus den von dem Beobachter während der Versuchsdurchführung notierten Bearbeitungszeiten ergaben sich folgende Gesamtzeiten für die einzelnen Gruppen (vgl. Tabelle 6-39):

**Tabelle 6-39: Gesamtbearbeitungszeiten der einzelnen Untersuchungsgruppen**

Untersuchungsgruppe		Bearbeitungszeiten in min zum Laborversuch	
Art	Nr.	IBUS	PROFI
KG	1	105	123
KG	2	85	75
KG	1*	82	76
KG	2*	132	121
EG	3	113	100
EG	4	116	120
EG	3*	60	128
EG	4*	108	100

Die mit \* versehen Gruppen sind Teil der Untersuchung im Wintersemester 1998/99.

Aus diesen Zeiten lassen sich durchschnittliche Bearbeitungszeiten zu den Laborversuchen berechnen (vgl. 6-40):

**Tabelle 6-40: Mittlere Gesamtbearbeitungszeiten**

Gruppenart	mittlere Gesamtbearbeitungszeiten in min zum Laborversuch	
	IBUS	PROFI
KG	101	99
EG	99	112

## 6.2 Konkrete Ergebnisse zur aufgestellten Arbeitshypothese (Direkt thesenrelevante Auswertung)

Als Forschungsinstrumente der Untersuchung wurden sowohl *Fragebögen* als auch *Beobachtungen* genutzt. Darin enthaltene geschlossene Fragestellungen wurden anhand statistischer Antworthäufigkeiten ausgewertet.

Bei offenen Fragestellungen und bei strukturierten Beobachtungen, deren Formulierungen jedoch nicht fest vorgegeben waren, können diese statistischen Verfahren nicht angewendet werden. Diese Daten wurden qualitativ ausgewertet.

In den folgenden zwei Unterkapiteln sollen die Ergebnisse der *direkt* thesenrelevanten Auswertung aufgeführt werden:

Im ersten Kapitel werden dazu die statistischen Hypothesen mathematisch auf ihre Signifikanz geprüft. Bei diesen erhobenen Daten handelt es sich ausschließlich um Selbsteinschätzungen der Teilnehmer, die mit Hilfe der Fragebögen ermittelt wurden. Erklärend hinzugefügt ist eine kurze Beschreibung der benutzten einfaktoriellen Varianzanalyse.

Im zweiten Kapitel werden ausnahmslos die Fremdeinschätzungen des Beobachters ausgewertet. Geschlossene Fragen werden statistisch anhand ihre Häufigkeitsverteilungen analysiert; eine Signifikanzprüfung ist auf Grund der Gruppierung nicht möglich (nur 8 Gruppen). Alle anderen Daten der Fremdeinschätzung (offene Fragestellungen, Beobachtungsprotokolle etc.) werden in Bezug auf die Arbeitshypothese qualitativ ausgewertet.

### 6.2.1 Überprüfung der statistischen Hypothesen anhand geschlossener Fragen (Selbsteinschätzung der Teilnehmer)

Um die aufgestellte Arbeitshypothese überprüfen zu können, wurden verschiedene statistische Hypothesenpaare als gerichtete Unterschiedshypothesen abgeleitet (vgl. Kapitel 3.2 Statistische Hypothesen / Nullhypothesen). Diese Hypothesenpaare wurden dann mit Hilfe der *einfaktoriellen Varianzanalyse* und verschiedener graphischer Darstellungen auf ihre Signifikanz geprüft.

Um das verwendete Verfahren der *einfaktoriellen Varianzanalyse* zu veranschaulichen, soll an dieser Stelle ihr Grundprinzip erklärt werden.

#### Grundprinzip der einfaktoriellen Varianzanalyse

Eine Varianzanalyse wird grundsätzlich genutzt, wenn die Varianz ( $s^2$ ) einer abhängigen Variable ermittelt werden soll. Wird der Einfluss auf die abhängige Variable nur von **einer** unabhängigen Variable ausgeübt, spricht man von einer einfaktoriellen Varianzanalyse. Die unabhängige Variable in der durchgeführten Untersuchung hat nur eine Stufe: Setzung des Treatments bzw. Nichtsetzung des Treatments.

Die Varianzanalyse untersucht, inwieweit sich die Mittelwerte  $\mu$  der Messwerte (Antworten) der beiden Gruppen (KG und EG) voneinander unterscheiden. Über mehrere Zwischenschritte und dazugehörige Berechnungen liefert die einfaktorielle Varianzanalyse eine Zahl, welche die *Irrtumswahrscheinlichkeit*  $\alpha$  angibt (vgl. Kapitel 4.4.1.3 Signifikanztest).

Das detaillierte Berechnungsverfahren befindet sich bei Bortz (1993). Die für die Auswertung der Untersuchung erforderlichen Berechnungen zur Signifikanz wurden mit dem Modul "Einfaktorielle ANOVA (**A**nalysis of **V**ariance)" der SPSS-Software durchgeführt.

Ergänzend zu diesen statistischen Werten wurden die Daten graphisch in Form gruppierter Balkendiagramme aufbereitet, um ein besseres Vorstellungsvermögen der berechneten Ergebnisse zu ermöglichen.

## 6.2.1.1 Frage IBUS 1

## 1. Alternativhypothese (Frage IBUS 1)

"Der Mittelwert ( $\mu$ ) der Antworten nach der Phase I auf die Aussage:

"Eine problemlose Bedienung war möglich:"

ist in der EG kleiner als in der KG:  $\mu_{E1} < \mu_{K1}$ ."

Ergebnis des Signifikanztests:

$\alpha = 0,106 \rightarrow 10,6\%$  Fehlerwahrscheinlichkeit  $\rightarrow$  nicht signifikant

Graphische Darstellung:

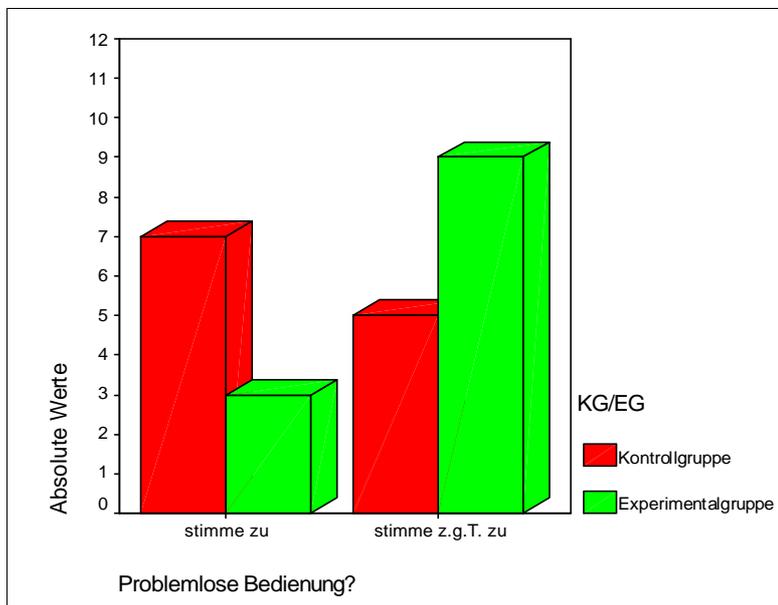


Abbildung 6-1: Gruppierendes Balkendiagramm zur Frage IBUS 1 (Fragebogen)

Häufigkeitsverteilung in Zahlen:

Tabelle 6-41: Statistische Häufigkeitsverteilung Frage IBUS 1 (Fragebogen)

	Kontrollgruppe	Experimentalgruppe	Gesamt
stimme zu	7	3	10
stimme zum großen Teil zu	5	9	14
stimme zum großen Teil nicht zu	-	-	-
stimme nicht zu	-	-	-
Gesamt	12	12	24

6.2.1.2 Frage PROF I

2. Alternativhypothese (Frage PROF I)

"Der Mittelwert ( $\mu$ ) der Antworten nach der Phase II auf die Aussage:  
"Eine problemlose Bedienung war möglich:"  
ist in der EG kleiner als in der KG:  $\mu_{E2} < \mu_{K2}$ ."

Ergebnis des Signifikanztests:

$\alpha = 0,482 \rightarrow 48,2\%$  Fehlerwahrscheinlichkeit  $\rightarrow$  nicht signifikant

Graphische Darstellung:

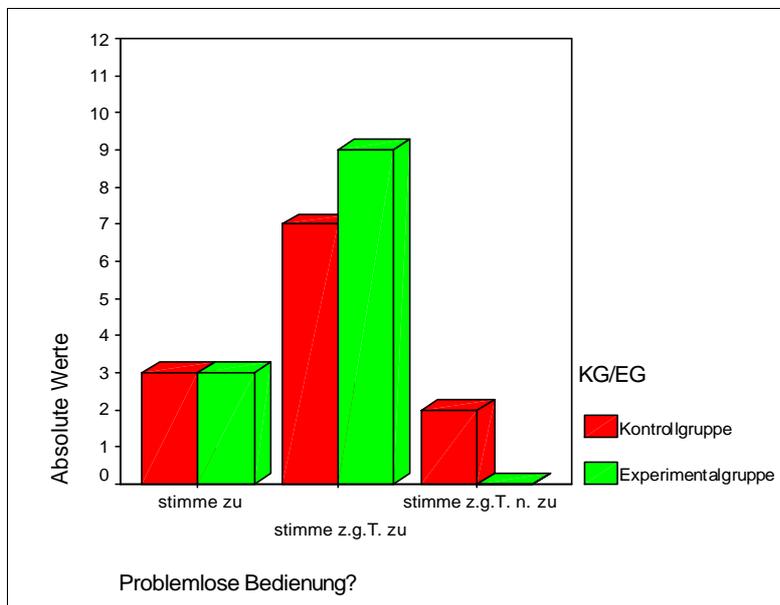


Abbildung 6-2: Gruppieretes Balkendiagramm zur Frage PROF I (Fragebogen)

Häufigkeitsverteilung in Zahlen:

Tabelle 6-42: Statistische Häufigkeitsverteilung Frage PROF I (Fragebogen)

	Kontrollgruppe	Experimentalgruppe	Gesamt
stimme zu	3	3	6
stimme zum großen Teil zu	7	9	16
stimme zum großen Teil nicht zu	2	-	2
stimme nicht zu	-	-	-
Gesamt	12	12	24

## 6.2.1.3 Frage IBUS 2a

## 3. Alternativhypothese (Frage IBUS 2a)

"Der Mittelwert ( $\mu$ ) der Antworten nach der Phase I auf die Aussage:

"Fachlich konnte ich die Aufgabenstellung verstehen:"

ist in der EG kleiner als in der KG:  $\mu_{E3} < \mu_{K3}$ ."

Ergebnis des Signifikanztests:

$\alpha = 0,548 \rightarrow 54,8\%$  Fehlerwahrscheinlichkeit  $\rightarrow$  nicht signifikant

Graphische Darstellung:

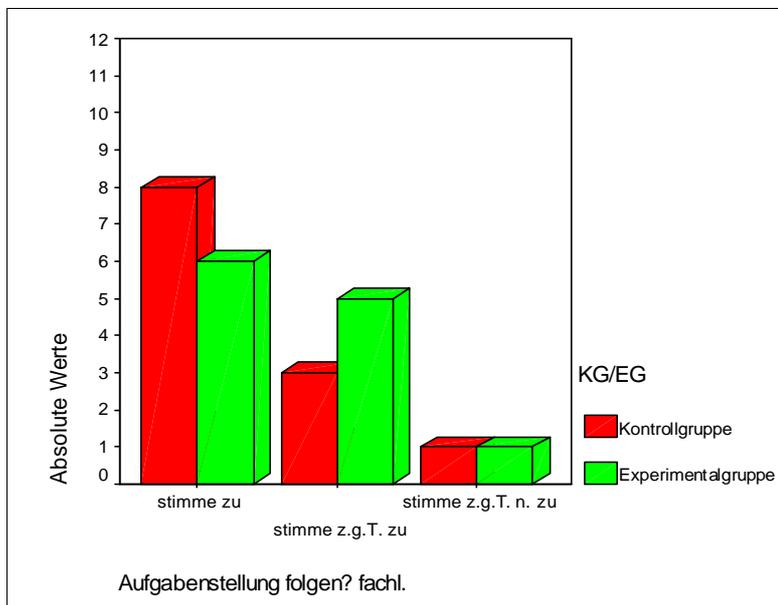


Abbildung 6-3: Gruppierendes Balkendiagramm zur Frage IBUS 2a (Fragebogen)

Häufigkeitsverteilung in Zahlen:

Tabelle 6-43: Statistische Häufigkeitsverteilung Frage IBUS 2a (Fragebogen)

	Kontrollgruppe	Experimentalgruppe	Gesamt
stimme zu	8	6	14
stimme zum großen Teil zu	3	5	8
stimme zum großen Teil nicht zu	1	1	2
stimme nicht zu	-	-	-
Gesamt	12	12	24

6.2.1.4 Frage IBUS 2b

4. Alternativhypothese (Frage IBUS 2b)

"Der Mittelwert ( $\mu$ ) der Antworten nach der Phase I auf die Aussage:  
"Die Formulierungen waren klar/eindeutig:"  
ist in der EG kleiner als in der KG:  $\mu_{E4} < \mu_{K4}$ ."

Ergebnis des Signifikanztests:

$\alpha = 0,223 \rightarrow 22,3\%$  Fehlerwahrscheinlichkeit  $\rightarrow$  nicht signifikant

Graphische Darstellung:

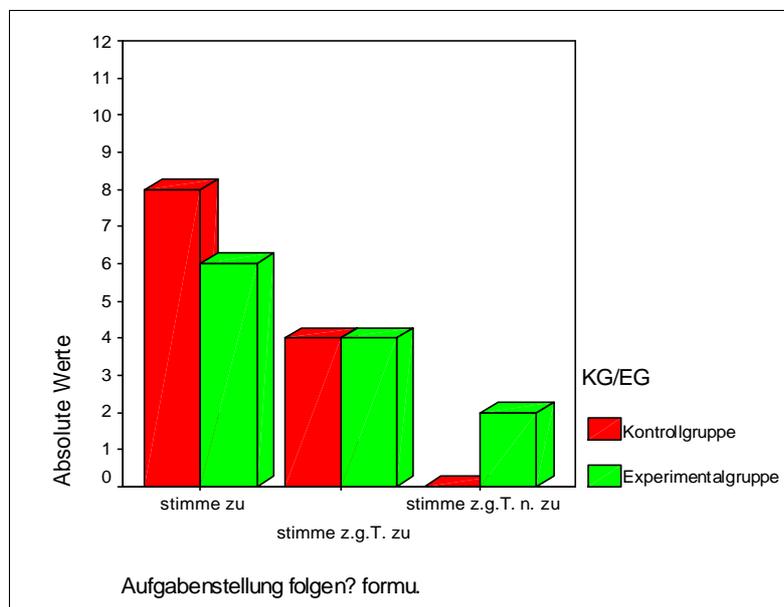


Abbildung 6-4: Gruppierendes Balkendiagramm zur Frage IBUS 2b (Fragebogen)

Häufigkeitsverteilung in Zahlen:

Tabelle 6-44: Statistische Häufigkeitsverteilung Frage IBUS 2b (Fragebogen)

	Kontrollgruppe	Experimentalgruppe	Gesamt
stimme zu	8	6	14
stimme zum großen Teil zu	4	4	8
stimme zum großen Teil nicht zu	-	2	2
stimme nicht zu	-	-	-
Gesamt	12	12	24

## 6.2.1.5 Frage IBUS 2c

## 5. Alternativhypothese (Frage IBUS 2c)

"Der Mittelwert ( $\mu$ ) der Antworten nach der Phase I auf die Aussage:

"Die Formulierungen waren konkret:"

ist in der EG kleiner als in der KG:  $\mu_{E5} < \mu_{K5}$ ."

Ergebnis des Signifikanztests:

$\alpha = 0,235 \rightarrow 23,5\%$  Fehlerwahrscheinlichkeit  $\rightarrow$  nicht signifikant

Graphische Darstellung:

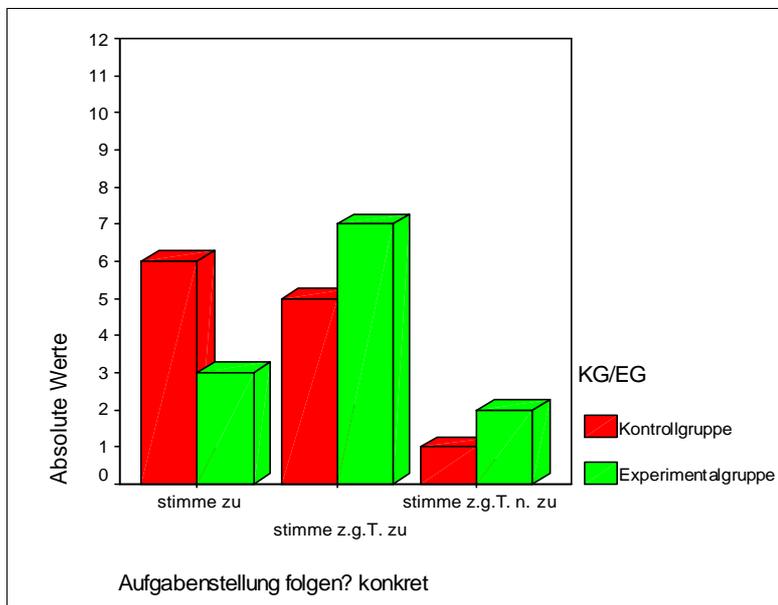


Abbildung 6-5: Gruppierendes Balkendiagramm zur Frage IBUS 2c (Fragebogen)

Häufigkeitsverteilung in Zahlen:

Tabelle 6-45: Statistische Häufigkeitsverteilung Frage IBUS 2c (Fragebogen)

	Kontrollgruppe	Experimentalgruppe	Gesamt
stimme zu	6	3	9
stimme zum großen Teil zu	5	7	12
stimme zum großen Teil nicht zu	1	2	3
stimme nicht zu	-	-	-
Gesamt	12	12	24

6.2.1.6 Frage PROF I 2a

6. Alternativhypothese (Frage PROF I 2a)

"Der Mittelwert ( $\mu$ ) der Antworten nach der Phase II auf die Frage:

"Fachlich konnte ich die Aufgabenstellung verstehen:"

ist in der EG kleiner als in der KG:  $\mu_{E6} < \mu_{K6}$ ."

Ergebnis des Signifikanztests:

$\alpha = 0,042 \rightarrow 4,2\%$  Fehlerwahrscheinlichkeit  $\rightarrow$  **signifikant**

Graphische Darstellung:

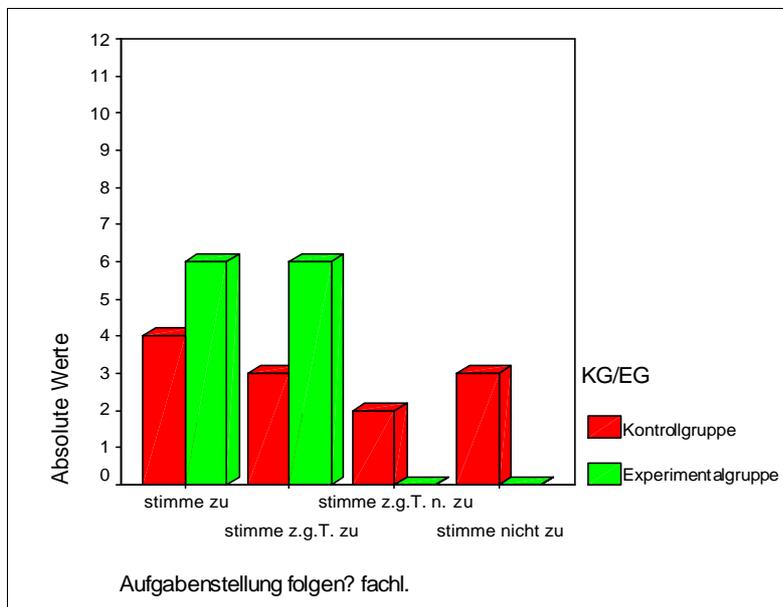


Abbildung 6-6: Gruppierendes Balkendiagramm zur Frage PROF I 2a (Fragebogen)

Häufigkeitsverteilung in Zahlen:

Tabelle 6-46: Statistische Häufigkeitsverteilung Frage PROF I 2a (Fragebogen)

	Kontrollgruppe	Experimentalgruppe	Gesamt
stimme zu	4	6	10
stimme zum großen Teil zu	3	6	9
stimme zum großen Teil nicht zu	2	-	2
stimme nicht zu	3	-	3
<b>Gesamt</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>24</b>

## 6.2.1.7 Frage PROF I 2b

## 7. Alternativhypothese (Frage PROF I 2b)

"Der Mittelwert ( $\mu$ ) der Antworten nach der Phase II auf die Aussage:

"Die Formulierungen waren klar/eindeutig:"

ist in der EG kleiner als in der KG:  $\mu_{E7} < \mu_{K7}$ ."

Ergebnis des Signifikanztests:

$\alpha = 0,001 \rightarrow 0,1\%$  Fehlerwahrscheinlichkeit  $\rightarrow$  **sehr signifikant**

Graphische Darstellung:

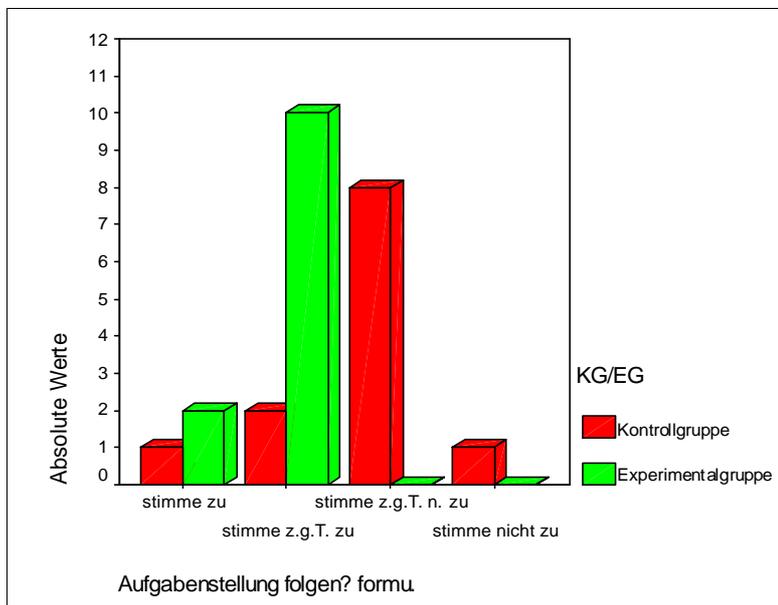


Abbildung 6-7: Gruppierendes Balkendiagramm zur Frage PROF I 2b (Fragebogen)

Häufigkeitsverteilung in Zahlen:

Tabelle 6-47: Statistische Häufigkeitsverteilung Frage PROF I 2b (Fragebogen)

	Kontrollgruppe	Experimentalgruppe	Gesamt
stimme zu	1	2	3
stimme zum großen Teil zu	2	10	12
stimme zum großen Teil nicht zu	8	-	8
stimme nicht zu	1	-	1
Gesamt	12	12	24

6.2.1.8 Frage PROF I 2c

8. Alternativhypothese (Frage PROF I 2c)

"Der Mittelwert ( $\mu$ ) der Antworten nach der Phase II auf die Aussage:

"Die Formulierungen waren konkret:"

ist in der EG kleiner als in der KG:  $\mu_{E8} < \mu_{K8}$ ."

Ergebnis des Signifikanztests:

$\alpha = 0,003 \rightarrow 0,3\%$  Fehlerwahrscheinlichkeit  $\rightarrow$  **sehr signifikant**

Graphische Darstellung:

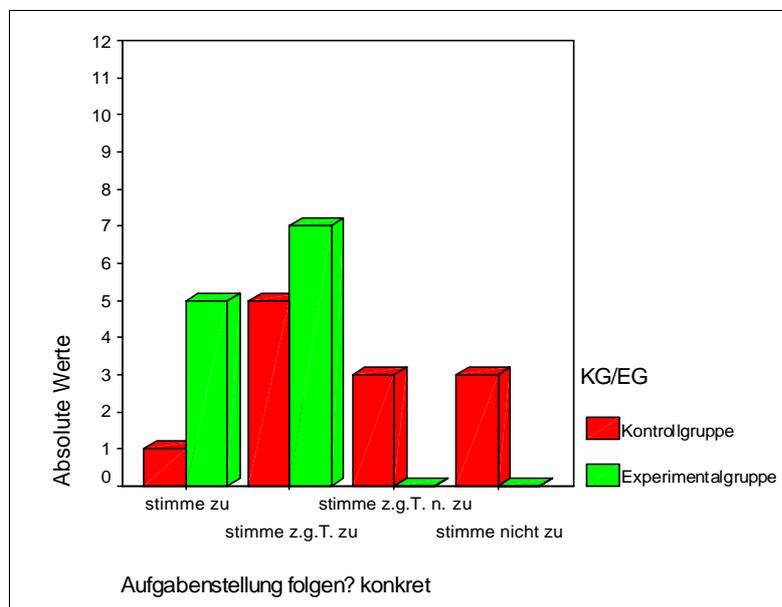


Abbildung 6-8: Gruppierendes Balkendiagramm zur Frage PROF I 2c (Fragebogen)

Häufigkeitsverteilung in Zahlen:

Tabelle 6-48: Statistische Häufigkeitsverteilung Frage PROF I 2c (Fragebogen)

	Kontrollgruppe	Experimentalgruppe	Gesamt
stimme zu	1	5	6
stimme zum großen Teil zu	5	7	12
stimme zum großen Teil nicht zu	3	-	3
stimme nicht zu	3	-	3
Gesamt	12	12	24

## 6.2.1.9 Frage IBUS 4

## 9. Alternativhypothese (Frage IBUS 4)

"Der Mittelwert ( $\mu$ ) der Antworten nach der Phase I auf die Aussage:

"Mir ist das Versuchsziel klar geworden:"

ist in der EG kleiner als in der KG:  $\mu_{EG} < \mu_{KG}$ ."

Ergebnis des Signifikanztests:

$\alpha = 1,000 \rightarrow 100\%$  Fehlerwahrscheinlichkeit  $\rightarrow$  nicht signifikant

Graphische Darstellung:

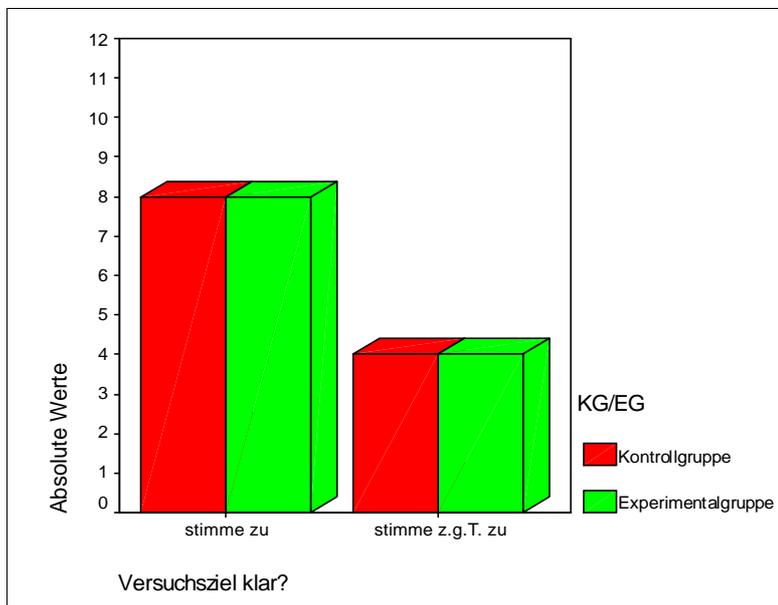


Abbildung 6-9: Gruppierendes Balkendiagramm zur Frage IBUS 4 (Fragebogen)

Häufigkeitsverteilung in Zahlen:

Tabelle 6-49: Statistische Häufigkeitsverteilung Frage IBUS 4 (Fragebogen)

	Kontrollgruppe	Experimentalgruppe	Gesamt
stimme zu	8	8	16
stimme zum großen Teil zu	4	4	8
stimme zum großen Teil nicht zu	-	-	-
stimme nicht zu	-	-	-
Gesamt	12	12	24

6.2.1.10 Frage PROF I 4

10. Alternativhypothese (Frage PROF I 4)

"Der Mittelwert ( $\mu$ ) der Antworten nach der Phase II auf die Aussage:

"Mir ist das Versuchsziel klar geworden:"

ist in der EG kleiner als in der KG:  $\mu_{E10} < \mu_{K10}$ ."

Ergebnis des Signifikanztests:

$\alpha = 0,018 \rightarrow 1,8\%$  Fehlerwahrscheinlichkeit  $\rightarrow$  **signifikant**

Graphische Darstellung:

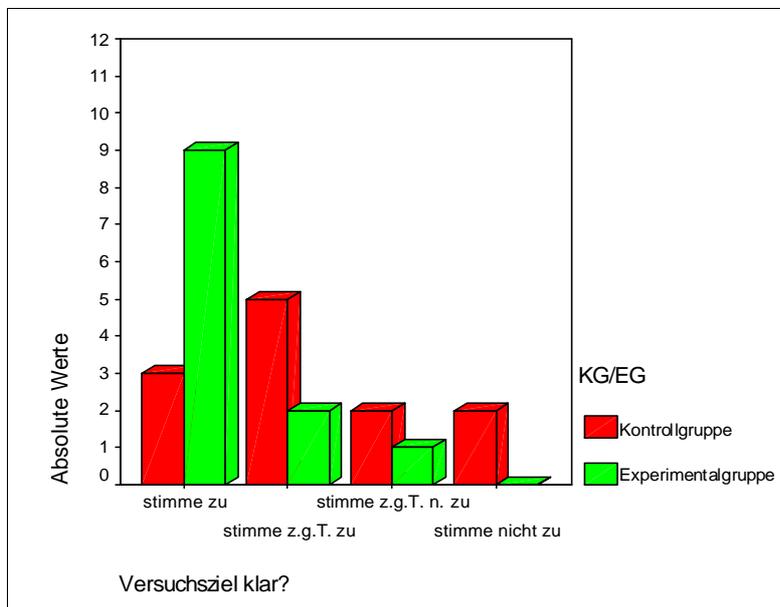


Abbildung 6-10: Gruppieretes Balkendiagramm zur Frage PROF I 4 (Fragebogen)

Häufigkeitsverteilung in Zahlen:

Tabelle 6-50: Statistische Häufigkeitsverteilung Frage PROF I 4 (Fragebogen)

	Kontrollgruppe	Experimentalgruppe	Gesamt
stimme zu	3	9	12
stimme zum großen Teil zu	5	2	7
stimme zum großen Teil nicht zu	2	1	3
stimme nicht zu	2	-	2
Gesamt	12	12	24

## 6.2.1.11 Frage IBUS 6a

11. Alternativhypothese (Frage IBUS 6a)

"Der Mittelwert ( $\mu$ ) der Antworten nach der Phase I auf die Aussage:

"Ich konnte problemlos anknüpfen bei ... EMA:"

ist in der EG kleiner als in der KG:  $\mu_{E11} < \mu_{K11}$ ."

Ergebnis des Signifikanztests:

$\alpha = 0,339 \rightarrow 33,9\%$  Fehlerwahrscheinlichkeit  $\rightarrow$  nicht signifikant

Graphische Darstellung:

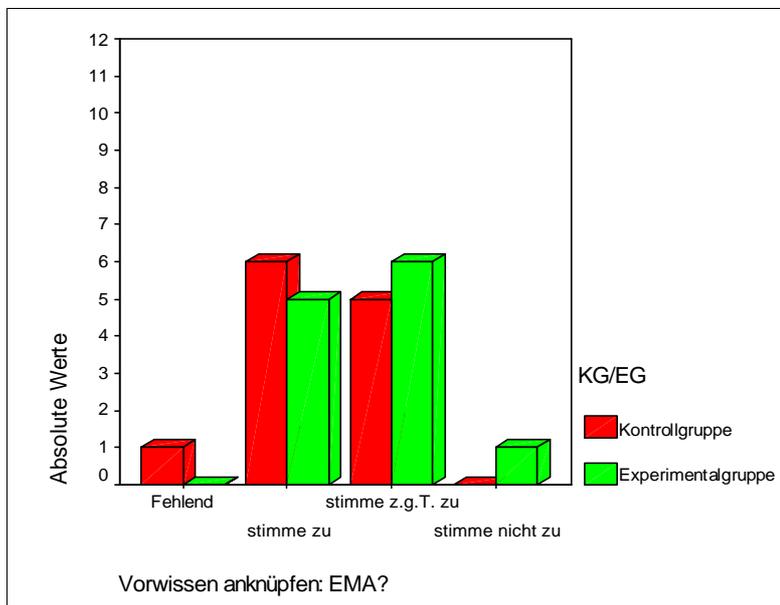


Abbildung 6-11: Gruppierendes Balkendiagramm zur Frage IBUS 6a (Fragebogen)

Häufigkeitsverteilung in Zahlen:

Tabelle 6-51: Statistische Häufigkeitsverteilung Frage IBUS 6a (Fragebogen)

	Kontrollgruppe	Experimentalgruppe	Gesamt
stimme zu	6	5	11
stimme zum großen Teil zu	5	6	11
stimme zum großen Teil nicht zu	-	-	-
stimme nicht zu	-	1	1
Fehlend	1	-	1
Gesamt	12	12	24

6.2.1.12 Frage IBUS 6b

12. Alternativhypothese (Frage IBUS 6b)

"Der Mittelwert ( $\mu$ ) der Antworten nach der Phase I auf die Aussage:  
"Ich konnte problemlos anknüpfen bei ... LEK Frequenzumrichter:"  
ist in der EG kleiner als in der KG:  $\mu_{E12} < \mu_{K12}$ ."

Ergebnis des Signifikanztests:

$\alpha = 0,863 \rightarrow 86,3\%$  Fehlerwahrscheinlichkeit  $\rightarrow$  nicht signifikant

Graphische Darstellung:

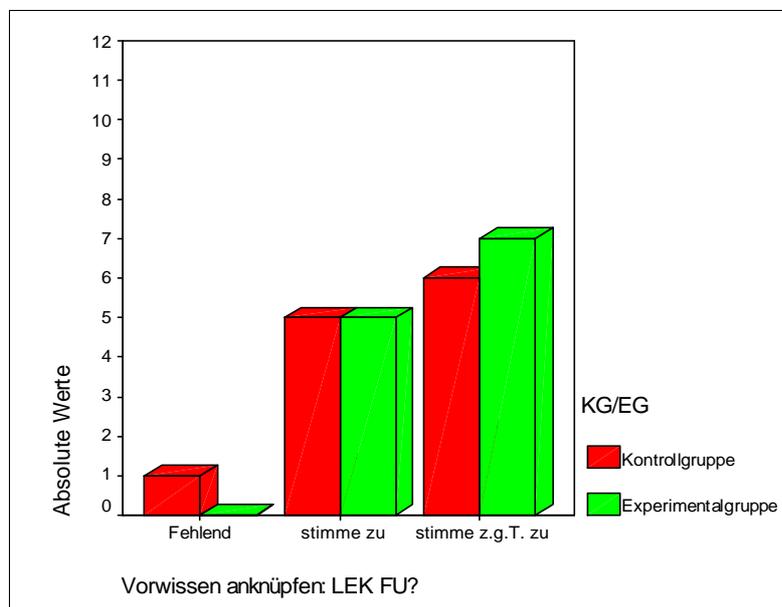


Abbildung 6-12: Gruppierendes Balkendiagramm zur Frage IBUS 6b (Fragebogen)

Häufigkeitsverteilung in Zahlen:

Tabelle 6-52: Statistische Häufigkeitsverteilung Frage IBUS 6b (Fragebogen)

	Kontrollgruppe	Experimentalgruppe	Gesamt
stimme zu	5	5	10
stimme zum großen Teil zu	6	7	13
stimme zum großen Teil nicht zu	-	-	-
stimme nicht zu	-	-	-
Fehlend	1	-	1
Gesamt	12	12	24

## 6.2.1.13 Frage IBUS 6c

13. Alternativhypothese (Frage IBUS 6c)

"Der Mittelwert ( $\mu$ ) der Antworten nach der Phase I auf die Aussage:

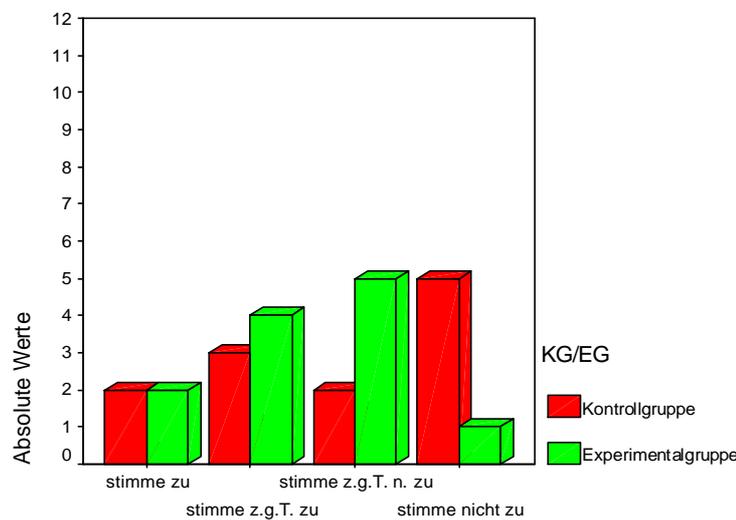
"Ich konnte problemlos anknüpfen bei ... LEK Feldebussysteme:"

ist in der EG kleiner als in der KG:  $\mu_{E13} < \mu_{K13}$ ."

Ergebnis des Signifikanztests:

$\alpha = 0,345 \rightarrow 34,5\%$  Fehlerwahrscheinlichkeit  $\rightarrow$  nicht signifikant

Graphische Darstellung:



Vorwissen anknüpfen: LEK Bus?

**Abbildung 6-13: Gruppierendes Balkendiagramm zur Frage IBUS 6c (Fragebogen)**

Häufigkeitsverteilung in Zahlen:

**Tabelle 6-53: Statistische Häufigkeitsverteilung Frage IBUS 6c (Fragebogen)**

	Kontrollgruppe	Experimentalgruppe	Gesamt
stimme zu	2	2	4
stimme zum großen Teil zu	3	4	7
stimme zum großen Teil nicht zu	2	5	7
stimme nicht zu	5	1	6
<b>Gesamt</b>	12	12	24

6.2.1.14 Frage PROF I 6a

14. Alternativhypothese (Frage PROF I 6a)

"Der Mittelwert ( $\mu$ ) der Antworten nach der Phase II auf die Aussage:  
"Ich konnte problemlos anknüpfen bei ... EMA:"  
ist in der EG kleiner als in der KG:  $\mu_{E14} < \mu_{K14}$ ."

Ergebnis des Signifikanztests:

$\alpha = 0,141 \rightarrow 14,1\%$  Fehlerwahrscheinlichkeit  $\rightarrow$  nicht signifikant

Graphische Darstellung:

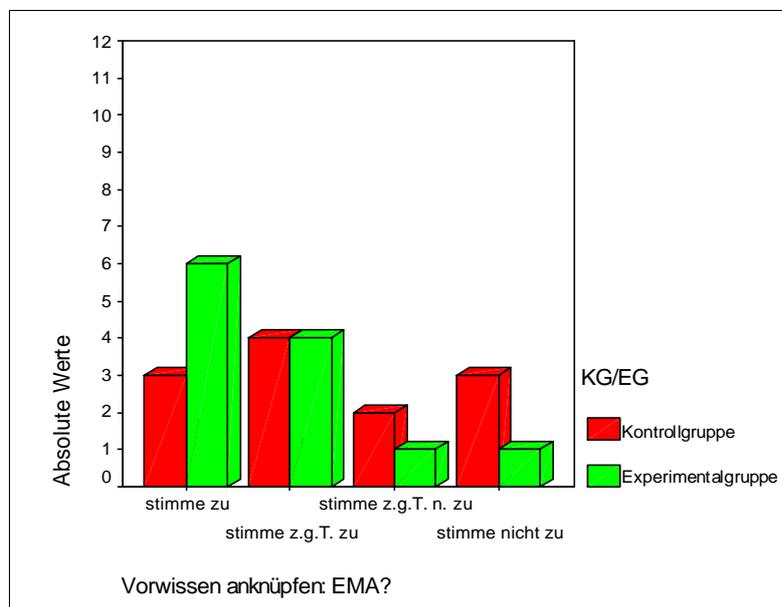


Abbildung 6-14: Gruppierendes Balkendiagramm zur Frage PROF I 6a (Fragebogen)

Häufigkeitsverteilung in Zahlen:

Tabelle 6-54: Statistische Häufigkeitsverteilung Frage PROF I 6a (Fragebogen)

	Kontrollgruppe	Experimentalgruppe	Gesamt
stimme zu	3	6	9
stimme zum großen Teil zu	4	4	8
stimme zum großen Teil nicht zu	2	1	3
stimme nicht zu	3	1	4
Gesamt	12	12	24

## 6.2.1.15 Frage PROF I 6b

15. Alternativhypothese (Frage PROF I 6b)

"Der Mittelwert ( $\mu$ ) der Antworten nach der Phase II auf die Aussage:

"Ich konnte problemlos anknüpfen bei ... LEK Frequenzumrichter:"

ist in der EG kleiner als in der KG:  $\mu_{E15} < \mu_{K15}$ ."

Ergebnis des Signifikanztests:

$\alpha = 0,033 \rightarrow 3,3\%$  Fehlerwahrscheinlichkeit  $\rightarrow$  **signifikant**

Graphische Darstellung:

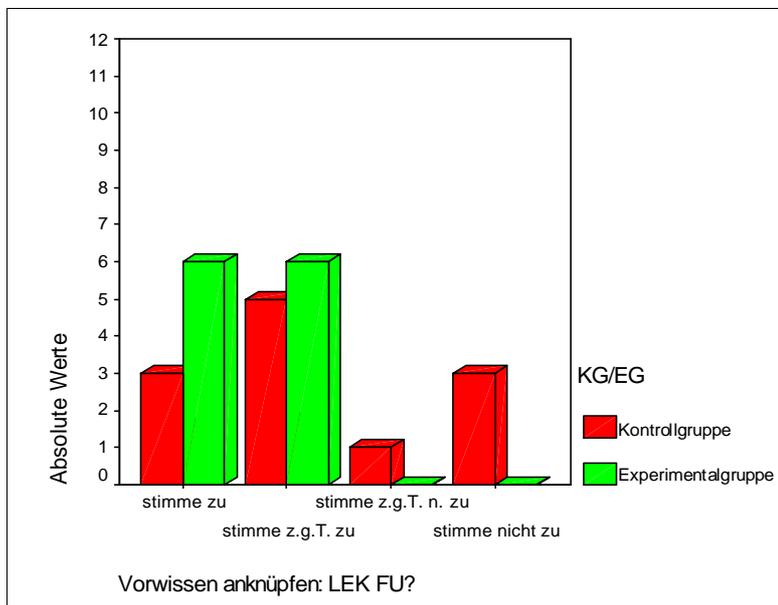


Abbildung 6-15: Gruppierendes Balkendiagramm zur Frage PROF I 6b (Fragebogen)

Häufigkeitsverteilung in Zahlen:

Tabelle 6-55: Statistische Häufigkeitsverteilung Frage PROF I 6b (Fragebogen)

	Kontrollgruppe	Experimentalgruppe	Gesamt
stimme zu	3	6	9
stimme zum großen Teil zu	5	6	11
stimme zum großen Teil nicht zu	1	-	1
stimme nicht zu	3	-	3
Gesamt	12	12	24

6.2.1.16 Frage PROFI 6c

16. Alternativhypothese (Frage PROFI 6c)

"Der Mittelwert ( $\mu$ ) der Antworten nach der Phase II auf die Aussage:  
"Ich konnte problemlos anknüpfen bei ... LEK Feldbussysteme:"  
ist in der EG kleiner als in der KG:  $\mu_{E16} < \mu_{K16}$ ."

Ergebnis des Signifikanztests:

$\alpha = 0,044 \rightarrow 4,4\%$  Fehlerwahrscheinlichkeit  $\rightarrow$  **signifikant**

Graphische Darstellung:

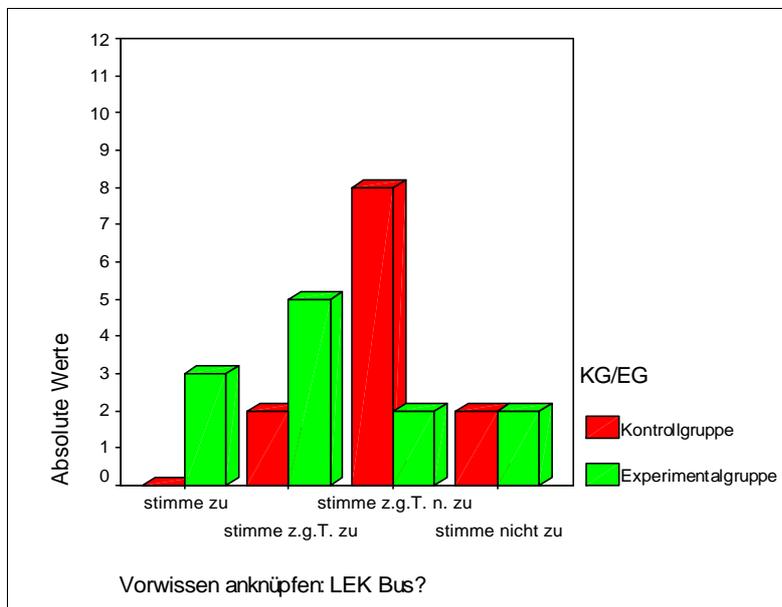


Abbildung 6-16: Gruppieretes Balkendiagramm zur Frage PROFI 6c (Fragebogen)

Häufigkeitsverteilung in Zahlen:

Tabelle 6-56: Statistische Häufigkeitsverteilung Frage PROFI 6c (Fragebogen)

	Kontrollgruppe	Experimentalgruppe	Gesamt
stimme zu	-	3	3
stimme zum großen Teil zu	2	5	7
stimme zum großen Teil nicht zu	8	2	10
stimme nicht zu	2	2	4
Gesamt	12	12	24

## 6.2.1.17 Frage IBUS 7

17. Alternativhypothese (Frage IBUS 7)

"Der Mittelwert ( $\mu$ ) der Antworten nach der Phase I auf die Aussage:  
"Sollte die Aufgabenstellung konkreter (in Form detaillierterer Anweisungen) sein?"  
ist in der EG kleiner als in der KG:  $\mu_{E17} < \mu_{K17}$ ."

Ergebnis des Signifikanztests:

$\alpha = 0,409 \rightarrow 40,9\%$  Fehlerwahrscheinlichkeit  $\rightarrow$  nicht signifikant

Graphische Darstellung:

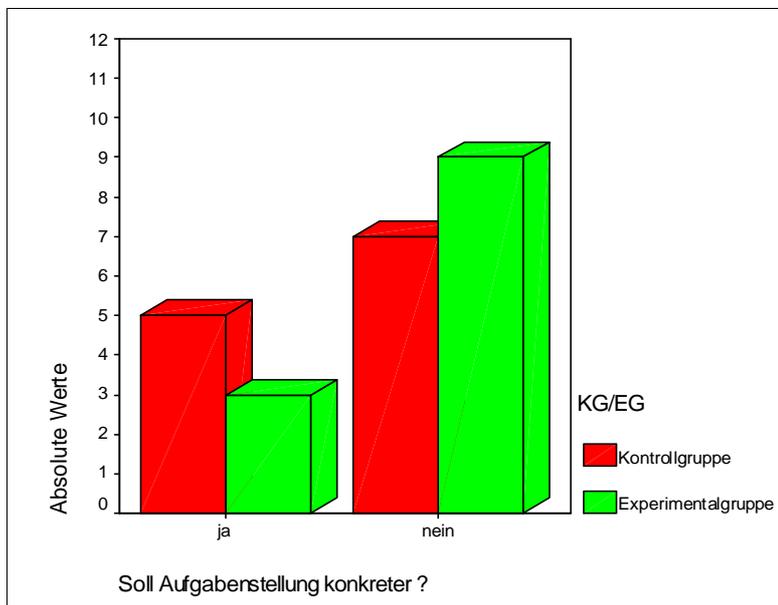


Abbildung 6-17: Gruppierendes Balkendiagramm zur Frage IBUS 7 (Fragebogen)

Häufigkeitsverteilung in Zahlen:

Tabelle 6-57: Statistische Häufigkeitsverteilung Frage IBUS 7 (Fragebogen)

	Kontrollgruppe	Experimentalgruppe	Gesamt
ja	5	3	8
nein	7	9	16
Gesamt	12	12	24

6.2.1.18 Frage PROF I 7

18. Alternativhypothese (Frage PROF I 7)

"Der Mittelwert ( $\mu$ ) der Antworten nach der Phase II auf die Aussage:  
"Sollte die Aufgabenstellung konkreter (in Form detaillierterer Anweisungen) sein?"  
ist in der EG größer als in der KG:  $\mu_{E18} > \mu_{K18}$ ."

Ergebnis des Signifikanztests:

$\alpha = 0,042 \rightarrow 4,2\%$  Fehlerwahrscheinlichkeit  $\rightarrow$  **signifikant**

Graphische Darstellung:

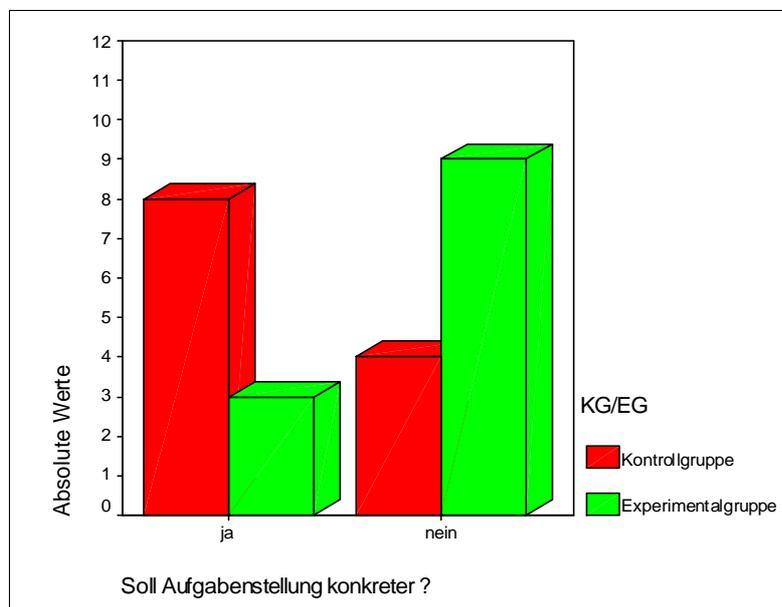


Abbildung 6-18: Gruppierendes Balkendiagramm zur Frage PROF I 7 (Fragebogen)

Häufigkeitsverteilung in Zahlen:

Tabelle 6-58: Statistische Häufigkeitsverteilung Frage PROF I 7 (Fragebogen)

	Kontrollgruppe	Experimentalgruppe	Gesamt
ja	8	3	11
nein	4	9	13
Gesamt	12	12	24

## 6.2.1.19 Frage IBUS 12

## 19. Alternativhypothese (Frage IBUS 12)

"Der Mittelwert ( $\mu$ ) der Antworten nach der Phase I auf die Aussage:

"Konnte Strategie entwickeln:"

ist in der EG kleiner als in der KG:  $\mu_{E19} < \mu_{K19}$ ."

Ergebnis des Signifikanztests:

$\alpha = 0,792 \rightarrow 79,2\%$  Fehlerwahrscheinlichkeit  $\rightarrow$  nicht signifikant

Graphische Darstellung:

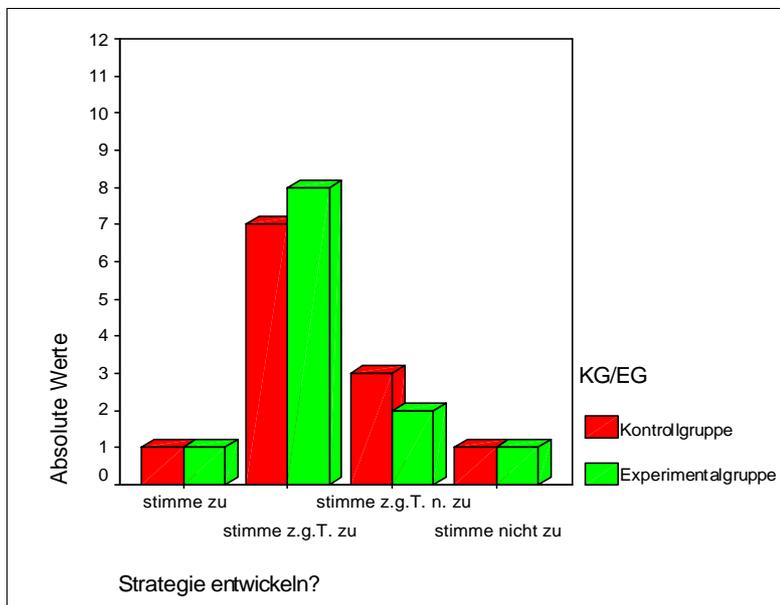


Abbildung 6-19: Gruppierendes Balkendiagramm zur Frage IBUS 12 (Fragebogen)

Häufigkeitsverteilung in Zahlen:

Tabelle 6-59: Statistische Häufigkeitsverteilung Frage IBUS 12 (Fragebogen)

	Kontrollgruppe	Experimentalgruppe	Gesamt
stimme zu	1	1	2
stimme zum großen Teil zu	7	8	15
stimme zum großen Teil nicht zu	3	2	5
stimme nicht zu	1	1	2
Gesamt	12	12	24

6.2.1.20 Frage PROF I 12

20. Alternativhypothese (Frage PROF I 12)

"Der Mittelwert ( $\mu$ ) der Antworten nach der Phase II auf die Aussage:  
"Konnte Strategie entwickeln:"  
ist in der EG kleiner als in der KG:  $\mu_{E20} < \mu_{K20}$ ."

Ergebnis des Signifikanztests:

$\alpha = 0,179 \rightarrow 17,9\%$  Fehlerwahrscheinlichkeit  $\rightarrow$  nicht signifikant

Graphische Darstellung:

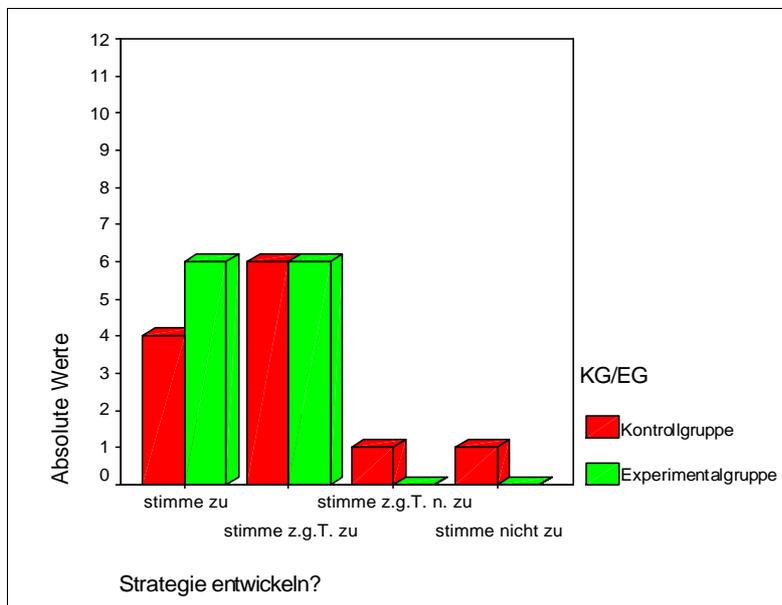


Abbildung 6-20: Gruppierbares Balkendiagramm zur Frage PROF I 12 (Fragebogen)

Häufigkeitsverteilung in Zahlen:

Tabelle 6-60: Statistische Häufigkeitsverteilung Frage PROF I 12 (Fragebogen)

	Kontrollgruppe	Experimentalgruppe	Gesamt
stimme zu	4	6	10
stimme zum großen Teil zu	6	6	12
stimme zum großen Teil nicht zu	1	-	1
stimme nicht zu	1	-	1
<b>Gesamt</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>24</b>

## 6.2.1.21 Frage PROF I 15a

21. Alternativhypothese (Frage PROF I 15a)

"Der Mittelwert ( $\mu$ ) der Antworten nach der Phase II auf die Aussage:

"Welche Veränderungen haben sie beim Durchführen des Versuchs PROF I gegenüber dem ersten Versuch IBUS erlebt ... Positive Veränderungen?"

ist in der EG kleiner als in der KG:  $\mu_{E21} < \mu_{K21}$ ."

Ergebnis des Signifikanztests:

$\alpha = 0,002 \rightarrow 0,2\%$  Fehlerwahrscheinlichkeit  $\rightarrow$  **sehr signifikant**

Graphische Darstellung:

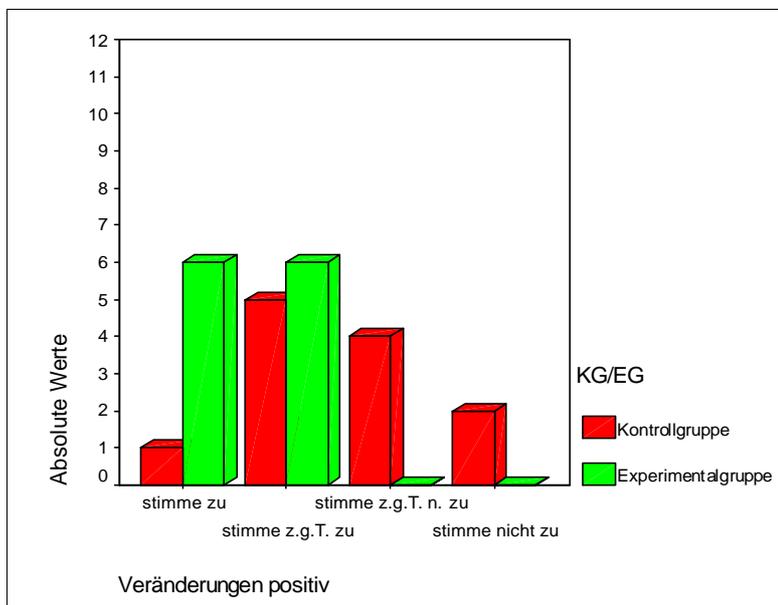


Abbildung 6-21: Gruppierendes Balkendiagramm zur Frage PROF I 15a (Fragebogen)

Häufigkeitsverteilung in Zahlen:

Tabelle 6-61: Statistische Häufigkeitsverteilung Frage PROF I 15a (Fragebogen)

	Kontrollgruppe	Experimentalgruppe	Gesamt
stimme zu	1	6	7
stimme zum großen Teil zu	5	6	11
stimme zum großen Teil nicht zu	4	-	4
stimme nicht zu	2	-	2
<b>Gesamt</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>24</b>

6.2.1.22 Frage PROF I 15b

22. Alternativhypothese (Frage PROF I 15b)

"Der Mittelwert ( $\mu$ ) der Antworten nach der Phase II auf die Aussage:  
"Welche Veränderungen haben sie beim Durchführen des Versuchs PROF I gegenüber dem  
ersten Versuch IBUS erlebt ... Negative Veränderungen?"  
ist in der EG kleiner als in der KG:  $\mu_{E22} < \mu_{K22}$ ."

Ergebnis des Signifikanztests:

$\alpha = 0,328 \rightarrow 32,8\%$  Fehlerwahrscheinlichkeit  $\rightarrow$  nicht signifikant

Graphische Darstellung:

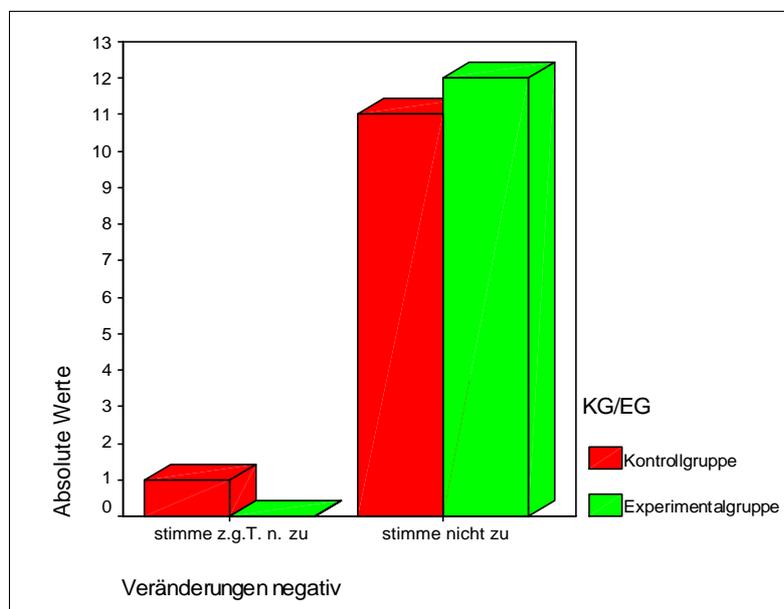


Abbildung 6-22: Gruppieretes Balkendiagramm zur Frage PROF I 15b (Fragebogen)

Häufigkeitsverteilung in Zahlen:

Tabelle 6-62: Statistische Häufigkeitsverteilung Frage PROF I 15b (Fragebogen)

	Kontrollgruppe	Experimentalgruppe	Gesamt
stimme zu	-	-	-
stimme zum großen Teil zu	-	-	-
stimme zum großen Teil nicht zu	1	-	1
stimme nicht zu	11	12	23
Gesamt	12	12	24

## 6.2.1.23 Frage PROF I 15c

23. Alternativhypothese (Frage PROF I 15c)

"Der Mittelwert ( $\mu$ ) der Antworten nach der Phase II auf die Aussage:

"Welche Veränderungen haben sie beim Durchführen des Versuchs PROF I gegenüber dem ersten Versuch IBUS erlebt ... Keine Veränderung?"

ist in der EG größer als in der KG:  $\mu_{E23} > \mu_{K23}$ ."

Ergebnis des Signifikanztests:

$\alpha = 0,051 \rightarrow 5,1\%$  Fehlerwahrscheinlichkeit  $\rightarrow$  (nicht) signifikant

Graphische Darstellung:

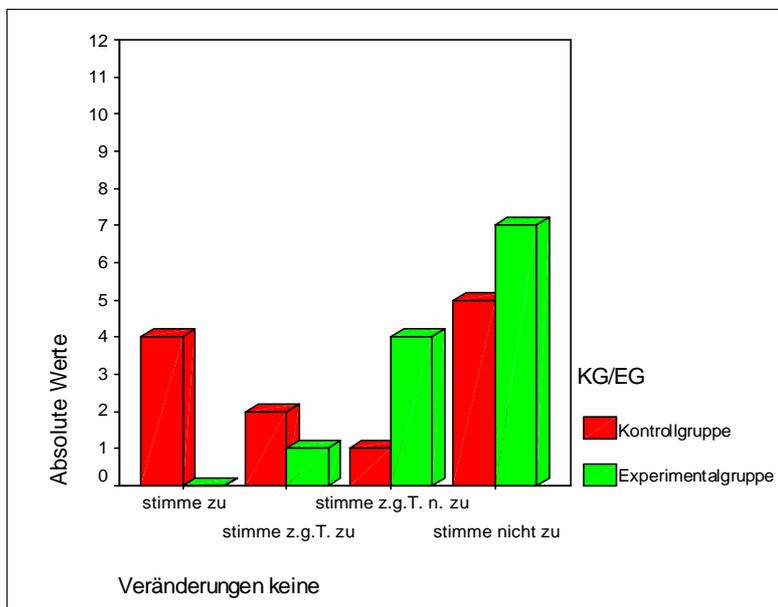


Abbildung 6-23: Gruppierendes Balkendiagramm zur Frage PROF I 15c (Fragebogen)

Häufigkeitsverteilung in Zahlen:

Tabelle 6-63: Statistische Häufigkeitsverteilung Frage PROF I 15c (Fragebogen)

	Kontrollgruppe	Experimentalgruppe	Gesamt
stimme zu	4	-	4
stimme zum großen Teil zu	2	1	3
stimme zum großen Teil nicht zu	1	4	5
stimme nicht zu	5	7	12
Gesamt	12	12	24

6.2.1.24 Zusammenfassung der statistischen Überprüfung in tabellarischer Form

Tabelle 6-64: Überblick der Ergebnisse der Signifikanzprüfung

Alternativ-hypothese	Frage	Kurzbeschreibung zur Frage	Irrtumswahr-scheinlichkeit	Resultat
1	IBUS 1	Problemlose Bedienung möglich?	$\alpha = 0,106$	nicht signifikant
2	PROFI 1	Problemlose Bedienung möglich?	$\alpha = 0,482$	nicht signifikant
3	IBUS 2a	Fachlich Aufgabenst. verstehen?	$\alpha = 0,548$	nicht signifikant
4	IBUS 2b	Formulierungen waren klar/eindeutig	$\alpha = 0,223$	nicht signifikant
5	IBUS 2c	Anweisungen waren konkret	$\alpha = 0,235$	nicht signifikant
6	PROFI 2a	Fachlich Aufgabenst. verstehen?	$a = 0,042$	<b>signifikant</b>
7	PROFI 2b	Formulierungen waren klar/eindeutig	$a = 0,001$	<b>sehr signifikant</b>
8	PROFI 2c	Anweisungen waren konkret	$a = 0,003$	<b>sehr signifikant</b>
9	IBUS 4	Versuchsziel klar geworden?	$\alpha = 1,000$	nicht signifikant
10	PROFI 4	Versuchsziel klar geworden?	$a = 0,018$	<b>signifikant</b>
11	IBUS 6a	Anknüpfen an Vorwissen EMA	$\alpha = 0,339$	nicht signifikant
12	IBUS 6b	Anknüpfen an Vorwissen FU	$\alpha = 0,863$	nicht signifikant
13	IBUS 6c	Anknüpfen an Vorwissen Bus	$\alpha = 0,345$	nicht signifikant
14	PROFI 6a	Anknüpfen an Vorwissen EMA	$\alpha = 0,141$	nicht signifikant
15	PROFI 6b	Anknüpfen an Vorwissen FU	$a = 0,033$	<b>signifikant</b>
16	PROFI 6c	Anknüpfen an Vorwissen Bus	$a = 0,044$	<b>signifikant</b>
17	IBUS 7	Sollte Aufgabenst. konkreter sein?	$\alpha = 0,409$	nicht signifikant
18	PROFI 7	Sollte Aufgabenst. konkreter sein?	$a = 0,042$	<b>signifikant</b>
19	IBUS 12	Strategie entwickeln?	$\alpha = 0,792$	nicht signifikant
20	PROFI 12	Strategie entwickeln?	$\alpha = 0,179$	nicht signifikant
21	PROFI 15a	Positive Veränderungen?	$a = 0,002$	<b>sehr signifikant</b>
22	PROFI 15b	Negative Veränderungen?	$\alpha = 0,328$	nicht signifikant
23	PROFI 15c	keine Veränderungen?	$\alpha = 0,051$	(nicht) signifikant

### **6.2.2 Ergebnisse der Beobachtungen (Fremdeinschätzung des Beobachters)**

Die Auswertung der Beobachtungen lässt sich prinzipiell in zwei Teile zerlegen:

Der erste Teil beinhaltet die Auswertung der Daten, die bei den Beobachtungen in Form geschlossener Fragen erfasst wurden. Diese Daten können anhand ihrer statistischen Häufigkeitsverteilung analysiert werden.

Im zweiten Teil werden die Daten ausgewertet, die nicht statistisch überprüft werden können. Die Auswertung erfolgt qualitativ.

Alle Aufzeichnungen und Einschätzungen des Beobachters beschränken sich lediglich auf beobachtbares Verhalten und auf verbale Äußerungen der Probanden.

6.2.2.1 Statistische Antworthäufigkeiten bei den geschlossenen Fragen

Die statistische Auswertung der im Bereich (4) der Beobachtungsbögen notierten drei geschlossenen Fragen (Frage 1, 2 und 4) ergab folgende Werte:

Frage 1

War eine problemlose Bedienung der Geräte möglich?

Eine problemlose Bedienung war möglich:

Stimme zu	Stimme zum großen Teil zu	Stimme zum großen Teil nicht zu	Stimme nicht zu
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Ergebnisse zu Frage 1

**IBUS:**

Graphische Darstellung:

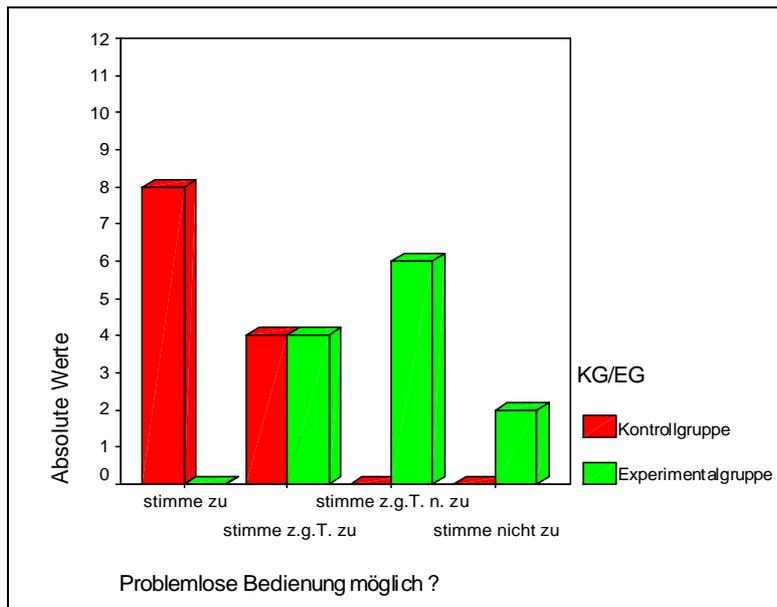


Abbildung 6-24: Gruppieretes Balkendiagramm zur Frage IBUS 1 (Beobachtungsbogen)

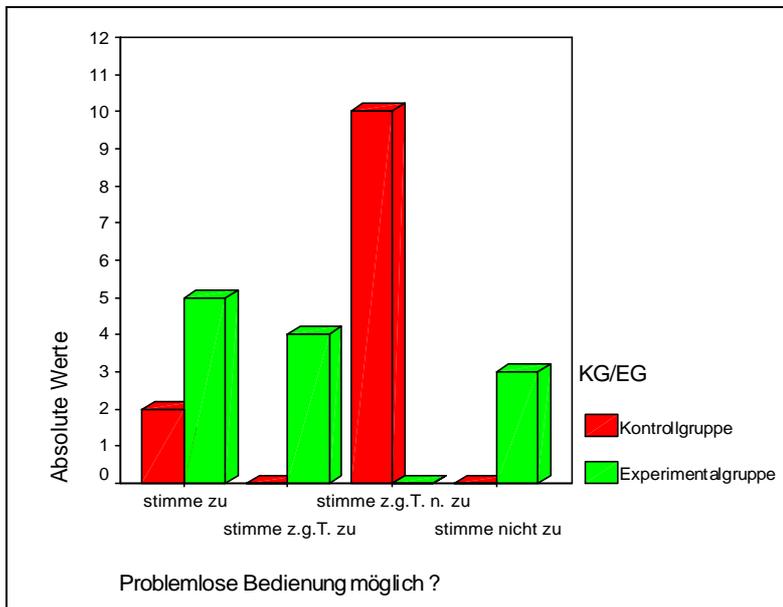
Häufigkeitsverteilung in Zahlen:

Tabelle 6-65: Statistische Häufigkeitsverteilung IBUS 1 (Beobachtungsbogen)

	Kontrollgruppe	Experimentalgruppe	Gesamt
stimme zu	8	-	8
stimme zum großen Teil zu	4	4	8
stimme zum großen Teil nicht zu	-	6	6
stimme nicht zu	-	2	2
<b>Gesamt</b>	12	12	24

**PROFI:**

Graphische Darstellung:

**Abbildung 6-25:** Gruppierendes Balkendiagramm zur Frage PROFI 1 (Beobachtungsbogen)

Häufigkeitsverteilung in Zahlen:

**Tabelle 6-66:** Statistische Häufigkeitsverteilung PROFI 1 (Beobachtungsbogen)

	Kontrollgruppe	Experimentalgruppe	Gesamt
stimme zu	5	2	7
stimme zum großen Teil zu	4	-	4
stimme zum großen Teil nicht zu	-	10	10
stimme nicht zu	3	-	3
Gesamt	12	12	24

Frage 2

Ist der Gruppe das Versuchsziel klar geworden?

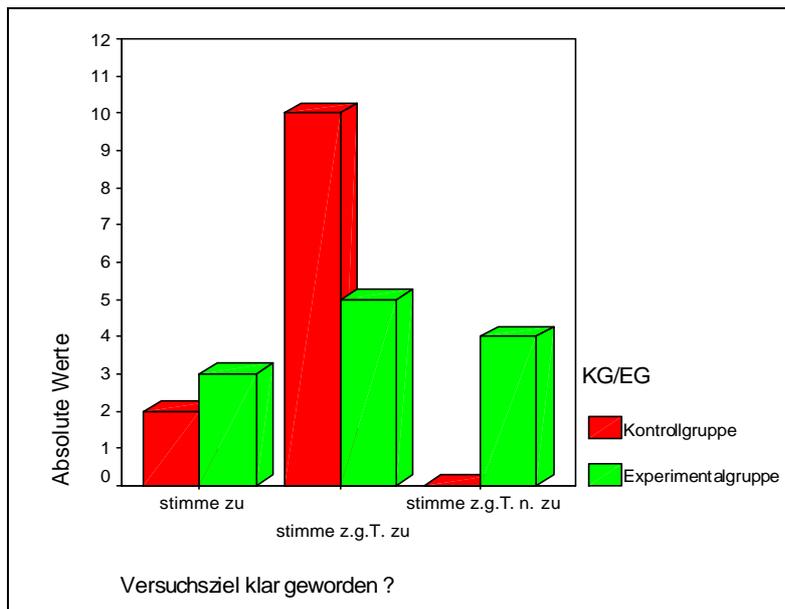
Der Gruppe ist das Versuchsziel klar geworden:

Stimme zu	Stimme zum großen Teil zu	Stimme zum großen Teil nicht zu	Stimme nicht zu
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Ergebnisse zu Frage 2

**IBUS:**

Graphische Darstellung:



**Abbildung 6-26: Gruppieretes Balkendiagramm zur Frage IBUS 2 (Beobachtungsbogen)**

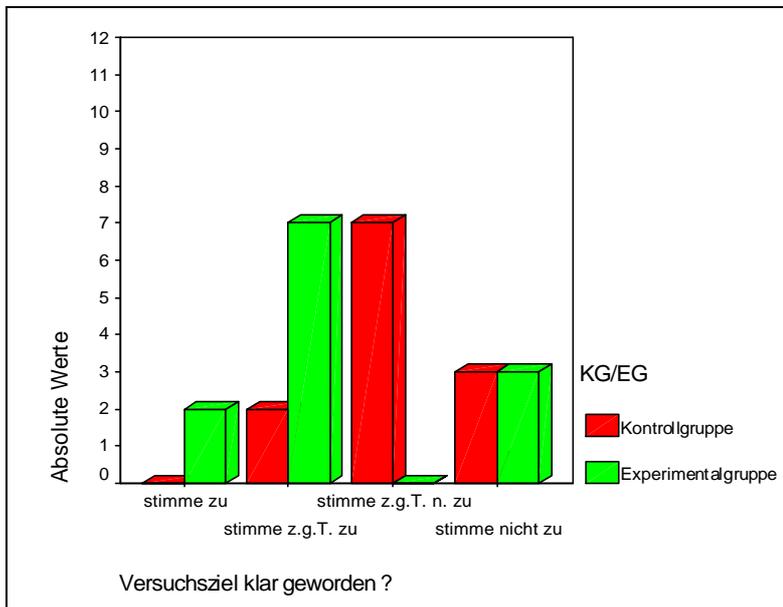
Häufigkeitsverteilung in Zahlen:

**Tabelle 6-67: Statistische Häufigkeitsverteilung IBUS 2 (Beobachtungsbogen)**

	Kontrollgruppe	Experimentalgruppe	Gesamt
stimme zu	2	3	5
stimme zum großen Teil zu	10	5	15
stimme zum großen Teil nicht zu	-	4	4
stimme nicht zu	-	-	-
<b>Gesamt</b>	12	12	24

**PROFI:**

Graphische Darstellung:

**Abbildung 6-27:** Gruppierendes Balkendiagramm zur Frage PROF I 2 (Beobachtungsbogen)

Häufigkeitsverteilung in Zahlen:

**Tabelle 6-68:** Statistische Häufigkeitsverteilung PROF I 2 (Beobachtungsbogen)

	Kontrollgruppe	Experimentalgruppe	Gesamt
stimme zu	-	2	2
stimme zum großen Teil zu	2	7	9
stimme zum großen Teil nicht zu	7	-	7
stimme nicht zu	3	3	6
Gesamt	12	12	24

Frage 4

Konnte die Gruppe eine Strategie zum Bearbeiten des Laborversuchs IBUS entwickeln?

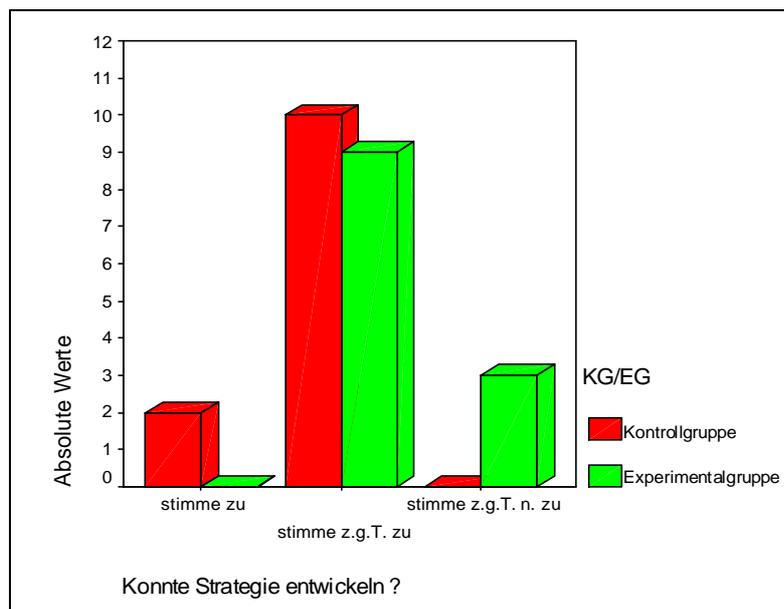
Konnte Strategie entwickeln:

Stimme zu	Stimme zum großen Teil zu	Stimme zum großen Teil nicht zu	Stimme nicht zu
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Ergebnisse zu Frage 4

**IBUS:**

Graphische Darstellung:



**Abbildung 6-28: Gruppieretes Balkendiagramm zur Frage IBUS 4 (Beobachtungsbogen)**

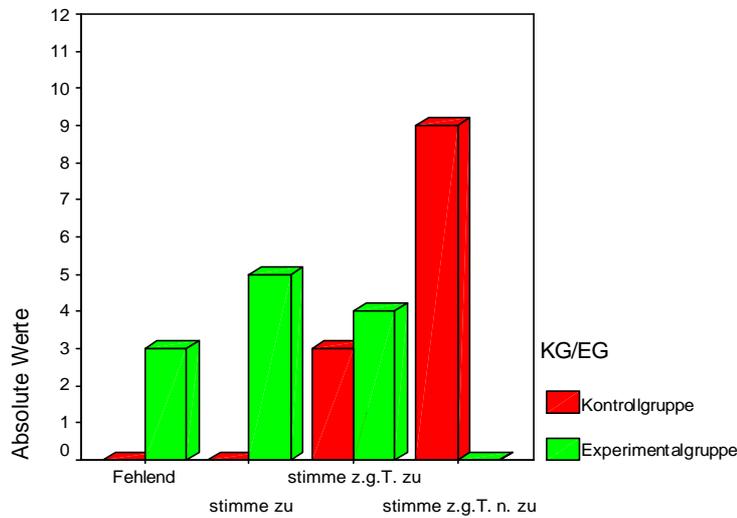
Häufigkeitsverteilung in Zahlen:

**Tabelle 6-69: Statistische Häufigkeitsverteilung IBUS 4 (Beobachtungsbogen)**

	Kontrollgruppe	Experimentalgruppe	Gesamt
stimme zu	2	-	2
stimme zum großen Teil zu	10	9	19
stimme zum großen Teil nicht zu	-	3	3
stimme nicht zu	-	-	-
<b>Gesamt</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>24</b>

**PROFI:**

Graphische Darstellung:



Konnte Strategie entwickeln ?

**Abbildung 6-29: Gruppierendes Balkendiagramm zur Frage PROF I 4 (Beobachtungsbogen)**

Häufigkeitsverteilung in Zahlen:

**Tabelle 6-70: Statistische Häufigkeitsverteilung PROF I 4 (Beobachtungsbogen)**

	Kontrollgruppe	Experimentalgruppe	Gesamt
<b>Fehrend</b>	-	3	3
<b>stimme zu</b>	-	5	5
<b>stimme zum großen Teil zu</b>	3	4	7
<b>stimme zum großen Teil zu</b>	9	-	9
<b>stimme nicht zu</b>	-	-	-
<b>Gesamt</b>	12	12	24

**Ergebnisse aus den Fragen 1, 2 und 4 der Beobachtungsbögen**

Bei den Beurteilungen des Beobachters zu einer "**problemlosen Bedienung**" der Gruppen sind deutliche Unterschiede zwischen KG und EG zu erkennen.

Beim *IBUS* war es jeder Kontrollgruppe möglich, die Geräte größtenteils problemlos zu bedienen ( $\Sigma$ : 100%, stimme zu: 66,7%, stimme zum großen Teil zu: 33,3%). Bei den einzelnen Experimentalgruppen war nur bei 33,3% (stimme zum großen Teil zu) eine

problemlose Bedienung möglich. Beim Großteil der einzelnen Experimentalgruppen ( $\Sigma$ : 66,7%, stimme zum großen Teil nicht zu: 50%, stimme nicht zu: 16,7%) war eine problemlose Bedienung nicht möglich.

Beim PROFI ergibt sich eine entgegengesetzte Verschiebung: dem Großteil der Experimentalgruppen ( $\Sigma$ : 75%, stimme zu: 41,7 %, stimme zum großen Teil zu: 33,3%) gelang eine problemlose Bedienung; dem Großteil der Kontrollgruppen (stimme zum großen Teil nicht zu: 83,3%) gelang keine problemlose Bedienung.

Bei den Beurteilungen des Beobachters, ob den Versuchsgruppen das "**Versuchsziel klar geworden**" ist, unterscheiden sich KG und EG lediglich beim PROF I merklich. Beim IBUS ist sowohl den einzelnen Kontrollgruppen ( $\Sigma$ : 100%, stimme zu: 16,7%, stimme zum großen Teil zu: 83,3%) als auch den einzelnen Experimentalgruppen ( $\Sigma$ : 66,7%, stimme zu: 25%, stimme zum großen Teil zu: 41,7%) das Versuchsziel größtenteils klar geworden.

Beim PROFI ergeben sich unterschiedliche Verteilungen für die KG und EG: dem überwiegenden Teil der Experimentalgruppen ( $\Sigma$ : 75%, stimme zu: 16,7 %, stimme zum großen Teil zu: 58,3%) ist das Versuchsziel klar geworden; bei den Kontrollgruppen ist nur 16,7% das Versuchsziel klar geworden (stimme zum großen Teil zu).

Bei den Beurteilungen des Beobachters, ob die Versuchsgruppen "**eine Strategie zum Bearbeiten des Laborversuchs entwickeln**" konnten, unterscheiden sich KG und EG ebenso wie bei Frage 2 lediglich beim PROF I deutlich.

Beim IBUS konnten sowohl die einzelnen Kontrollgruppen ( $\Sigma$ : 100%, stimme zu: 16,7%, stimme zum großen Teil zu: 83,3%) als auch die einzelnen

Experimentalgruppen (stimme zum großen Teil zu: 75%) eine Strategie entwickeln.

Beim PROFI ergeben sich wiederum unterschiedliche Verteilungen für die KG und EG: dem Großteil der Experimentalgruppen ( $\Sigma$ : 75%, stimme zu: 41,7%, stimme zum großen Teil zu: 33,3%) ist es gelungen, eine Strategie zu entwickeln (25% der Experimentalgruppen wurden aus Unachtsamkeit nicht beurteilt); bei den Kontrollgruppen ist dies nur 25% gelungen (stimme zum großen Teil zu).

### 6.2.2.2 Beobachtungen in offener Form

Im Rahmen der Beobachtungen, die nicht durch geschlossene Fragestellungen erfasst wurden, entstanden zahlreiche und teilweise auch sehr ausführliche Aufzeichnungen.

Nur als bedingt praktikabel hat sich bei der Aufzeichnung der Beobachtungen der Bereich (3) der Beobachtungsbögen (vgl. Kapitel 5.4.2.2 Beobachtungen) herausgestellt. Das Beobachten von einzelnen, klar zu erkennenden *Fehlern*, positiven *Einfällen* oder *Informationsbeschaffungen* anhand von Strichlisten war unter den gegebenen Umständen (u.a. nur sporadisches "lautes Denken") nur eingeschränkt möglich; wesentlich aussagekräftiger waren vielmehr die angefertigten, ausführlichen Beobachtungsprotokolle. Daher wurde eine gemeinsame Auswertung der Daten vorgenommen, die sowohl durch die Beobachtungsbögen als auch durch die Beobachtungsprotokolle gewonnen wurden.

Die Auswertung der Daten erforderte einen - im Vergleich zu einer statistischen Auswertung - hohen Aufwand und generierte eine Vielzahl von Informationen und Einschätzungen. Um diese "Informationsflut" in Bezug auf die Arbeitshypothese anschaulich darzustellen, war es notwendig, eine systematische Ordnung innerhalb der Aufzeichnungen herzustellen.

Dazu wurde eine Grobsortierung der Beobachtungen in die Bereiche IBUS und PROFI vorgenommen. Diese Bereiche wurden wiederum nach den einzelnen Kontrollgruppen (KG 1, 2, 1\*, 2\*) bzw. Experimentalgruppen (EG 3, 4, 3\*, 4\*) gruppiert (die mit \* versehen Gruppen sind Teil der Untersuchung im Wintersemester 1998/99).

Weiterhin wurden zwei Hauptkategorien definiert, die sich in ihrem Bezug zur Arbeitshypothese unterscheiden:

*Kategorie 1:* In dieser Kategorie sind die Aufzeichnungen des Beobachters zusammengefasst, die als *thesenrelevant* bezeichnet werden können: Beobachtungen, Einschätzungen, Zitate, die auf selbstorganisiertes Lernen, vernetztes Denken, Lernen aus Fehlern (usw.) hindeuten, werden hier summiert. Innerhalb dieser Kategorie werden die Aufzeichnungen nochmals differenziert:

***Kategorie 1P:*** Aufzeichnungen mit positiver Ausprägung in Bezug auf Schlüsselqualifikationen (gekennzeichnet mit +).

***Kategorie 1N:*** Aufzeichnungen mit negativer Ausprägung in Bezug auf Schlüsselqualifikationen (gekennzeichnet mit =).

*Kategorie 2:* In dieser Kategorie sind die Aufzeichnungen des Beobachters zusammengefasst, die als *nicht thesenrelevant* bezeichnet werden können: Individuelle Einschätzungen z.B. zum Arbeitsstil, einzelne fachliche Defizite (usw.) werden hier summiert. Innerhalb dieser Kategorie werden die Aufzeichnungen wiederum nochmals differenziert:

***Kategorie 2P:*** Aufzeichnungen mit allgemein positiver Ausprägung (gekennzeichnet mit +).

***Kategorie 2N:*** Aufzeichnungen mit allgemein negativer Ausprägung (gekennzeichnet mit -).

Aufgeführt sind lediglich Kurzformen der Beobachtungen und Einschätzungen des Beobachters oder auch Kurzzitate der Versuchsteilnehmer (vgl. Tabelle 6-71 und Tabelle 6-72).

Tabelle 6-71: Kernbeobachtungen und Einschätzungen des Beobachters und Zitate der Teilnehmer zu den Kontrollgruppen

	IBUS (geschlossen)	PROFI (geöffnet)
KG 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ gute Zusammenarbeit</li> <li>+ Eigeninitiative</li> <li>+ mehr getan, als angegeben</li> <li>+ sehr gute Vorbereitung (am Vortag)</li> <li>+ bei Bedarf Fragen gestellt</li> <li>+ vielfältige Leitungsunterbrechungen getestet</li> <li>+ leistungsstarke Gruppe</li> </ul> <hr/> <ul style="list-style-type: none"> <li>⊖ relativ stark an Anleitung orientiert</li> <li>- SPS-Meldungen nicht erkannt</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ fleißig</li> <li>+ Vergleiche zum IBUS wurden geäußert</li> <li>+ sehr detaillierte Untersuchung</li> <li>+ Fehler im OP7 gefunden</li> </ul> <hr/> <ul style="list-style-type: none"> <li>⊖ Teilbearbeitungen übersehen</li> <li>⊖ etwas unsicher, was gemacht werden soll</li> <li>⊖ "Rätseln" im Menüablauf</li> </ul>
KG 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ sehr strukturiert und sorgfältig vorgegangen</li> <li>+ Kopien <i>Gelbe Seiten</i> als Vorbereitung</li> <li>+ Leitungsunterbrechungen vielfach getestet</li> </ul> <hr/> <ul style="list-style-type: none"> <li>- unterschiedliche Leistungsstärken in der Gruppe</li> <li>⊖ z.T. unmotiviert</li> <li>⊖ zurückhaltend beim Stellen von Fragen</li> <li>- BOOST erst vergessen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Durchgehen der einzelnen Geräte</li> <li>+ Gelb ist Sensor/Aktor-Ebene</li> <li>+ "Kühlmittelpumpe läuft nur in einer Richtung"</li> </ul> <hr/> <ul style="list-style-type: none"> <li>⊖ "Durchhangeln durch eine nicht optimale Laboranleitung"</li> <li>⊖ insgesamt etwas unsicher</li> <li>⊖ "war nicht so toll"</li> </ul>
KG 1*	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ interessierte Begutachtung der Anlage</li> <li>+ ruhiger Arbeitsstil</li> <li>+ homogene Gruppe</li> <li>+ "Spielen" an der Anlage</li> <li>+ BOOST untersucht</li> </ul> <hr/> <ul style="list-style-type: none"> <li>⊖ kein Überblick verschafft</li> <li>- Datenfenster nicht beachtet</li> <li>- SPS-Meldungen nicht beachtet</li> <li>⊖ wenig interne Kommunikation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Leitungsunterbrechung gut bearbeitet</li> </ul> <hr/> <ul style="list-style-type: none"> <li>⊖ kaum Kommunikation</li> <li>⊖ starke Verunsicherung</li> <li>⊖ Lernhelfer nicht kontaktiert</li> <li>⊖ "Blättern in der Anleitung"</li> <li>⊖ allgemeine Ratlosigkeit</li> <li>⊖ relativ unstrukturiert</li> <li>- keine Parametrierung vorgenommen</li> <li>⊖ nicht motiviert?</li> </ul>
KG 2*	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ sehr konzentriert</li> <li>+ sehr motiviert</li> <li>+ genauen Überblick verschafft</li> <li>+ gute interne Kommunikation</li> <li>+ sehr genaue Untersuchung</li> <li>+ Erklärungen vom Lernhelfer gefordert</li> </ul> <hr/>	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Fehler im OP7 gefunden</li> <li>+ sehr gut vorbereitet</li> <li>+ Unterstützung durch den Lernhelfer angefordert</li> </ul> <hr/> <ul style="list-style-type: none"> <li>⊖ fehlende graphische Übersicht bemängelt</li> </ul>

+ = direkt thesenrelevant (positiv)

⊖ = direkt thesenrelevant (negativ)

+ = nicht thesenrelevant (positiv)

- = nicht thesenrelevant (negativ)

"..." = Zitate



### ***Ergebnisse aus den Beobachtungsprotokollen und den freien Notizen auf den Beobachtungsbögen***

Betrachtet man die tabellarische Gegenüberstellung der Aufzeichnungen des Beobachters, so sind deutliche Häufungen bestimmter Kategorien zu erkennen.

Obwohl sich die einzelnen Aufzeichnungen nicht direkt miteinander vergleichen lassen, da sie z.T. sehr unterschiedlichen Kategorien zuzuordnen sind, kann Folgendes zusammengefasst werden:

1. Feststellung: Bei der Bearbeitung des IBUS durch die *Kontrollgruppen* überwiegen die positiven Aufzeichnungen des Beobachters.
2. Feststellung: Bei der Bearbeitung des PROFI durch die *Kontrollgruppen* überwiegen die negativen Aufzeichnungen des Beobachters.
3. Feststellung: Bei der Bearbeitung des IBUS durch die *Experimentalgruppe* überwiegen die negativen Aufzeichnungen des Beobachters.
4. Feststellung: Bei der Bearbeitung des PROFI durch die *Experimentalgruppe* überwiegen die positiven Aufzeichnungen des Beobachters.

#### Zur 1. Feststellung:

Bei drei der vier Kontrollgruppen (KG 1, 2 und 2\*) überwiegen die positiven thesenrelevanten Aufzeichnungen des Beobachters während der Durchführung des Versuchs IBUS. Bei der KG 1\* ist die Anzahl der positiven und negativen thesenrelevanten Aufzeichnungen gleich. Insgesamt ist festzustellen, dass bei der Durchführung mit der geschlossenen Variante der Laboranleitung IBUS die Kontrollgruppen "sehr genau" und "sorgfältig" vorgegangen sind. Es entstanden nur wenige Problemsituationen, die zu bewältigen waren. Eine Verunsicherung bei der Durchführung wurde nicht festgestellt. Wenige fachliche Fehler wurden gemacht.

#### Zur 2. Feststellung:

Abgesehen von der KG 2\* überwiegen bei allen Kontrollgruppen bei der Durchführung des Versuchs PROFI die negativen thesenrelevanten Aufzeichnungen. In den Aufzeichnungen des Beobachters zu den Kontrollgruppen bei der Durchführung des Versuchs PROFI (geöffnete Laboranleitung) sind Unsicherheiten und z.T. auch

Ratlosigkeit bei den Teilnehmern festzustellen. Lediglich der KG 2\* ist es gelungen, diesen Laborversuch ohne eine erkennbare Unsicherheit durchzuführen. Die Arbeitsweise dieser Gruppe war gekennzeichnet durch eine sehr gute Vorbereitung und eine effektive "Nutzung" des Lernhelfers.

### Zur 3. Feststellung:

Bei allen Experimentalgruppen überwiegen die negativen thesenrelevanten Aufzeichnungen während der Durchführung des Laborversuchs IBUS mit der geöffneten Variante der Laboranleitung, bei drei Gruppen sogar sehr deutlich. Bei allen Gruppen ist eine merkliche Verunsicherung ("was sollen wir machen?", wissen nicht so recht, was sie tun) während der Durchführung durch den Beobachter festgestellt worden.

### Zur 4. Feststellung:

Bei drei der vier Experimentalgruppen (EG 3, 4 und 4\*) überwiegen die positiven thesenrelevanten Aufzeichnungen des Beobachters während der Durchführung des Versuchs PROFİ. Bei der EG 3\* ist die Anzahl der positiven und negativen thesenrelevanten Aufzeichnungen gleich. Insgesamt ist festzustellen, dass bei der Durchführung des Versuchs PROFİ (geöffnete Laboranleitung) die Experimentalgruppen sehr "strukturiert" vorgegangen sind. Eine Verunsicherung bei der Durchführung wurde nicht festgestellt. Es wurden keine offensichtlichen fachlichen Fehler gemacht.

Insgesamt konnte bei allen Gruppen festgestellt werden, dass sowohl die Intensität beim Kontaktieren des Lernhelfers als auch die interne Kommunikation in erster Linie von den Arbeitsweisen der einzelnen Gruppen abhängig war. Ein direkter Zusammenhang zu den unterschiedlichen Lernumgebungen kann nicht festgestellt werden.

### 6.3 Zusammenfassung der Auswertung und Interpretation in Bezug auf die Arbeitshypothese

Im Folgenden sollen die Auswertungsergebnisse der Untersuchung zusammengefasst und interpretiert werden. Die Zusammenfassung besteht aus zwei Teilen:

- indirekt thesenrelevante Erkenntnisse,
- direkt thesenrelevante Erkenntnisse.

#### Indirekt thesenrelevante Erkenntnisse

Alle gewonnenen Ergebnisse der einzelnen Auswertungen sprechen für eine hohe Validität der Untersuchung und für eine weitgehende Akzeptanz unter den Teilnehmern.

So sind die **Erwartungen der Teilnehmer** nach einem Praxisbezug, die vor den Versuchsdurchführungen geäußert wurden, zu über 90% erfüllt worden. Die Frage, ob auch Erwartungen bestehen, "vermitteltes Wissen" anwenden zu können, wurde hingegen sehr unterschiedlich beantwortet. Durch Nachfragen des Beobachters kann das Ergebnis folgendermaßen interpretiert werden: ein Teil der Probanden schätzte ihr eigenes Vorwissen auf dem Gebiet der Feldbussysteme als zu gering oder nicht vorhanden ein, um es im Laborversuch anwenden zu können. Auf die Frage, wie die Teilnehmer die beiden Laborversuche IBUS und PROFI im **Vergleich zu anderen** an der Fachhochschule Hannover absolvierten Laborversuchen beurteilen, wurden überdurchschnittlich viele positive Antworten in Bezug auf inhaltliche und methodische Aspekte gegeben. Dies läßt vermuten, dass die Teilnehmer die Versuchsaufbauten und Lernumgebungen als mindestens gleichwertig zu anderen als Teil des Ingenieurstudiums akzeptierten. Analog dazu wurde auch die **Komplexität** der Versuchsaufbauten von den Teilnehmern beurteilt. Keiner der Probanden fühlte sich durch die Komplexität der Aufbauten überfordert; nur ein geringer Teil fühlte sich unterfordert. Die Antworten auf die Frage, wie sich die Teilnehmer auf die Laborversuche vorbereitet haben, zeigen deutlich, dass das wesentliche **Vorbereitungsinstrument** die Laboranleitung ist. Nur etwa die Hälfte der Probanden hat das LEK-Skript oder zusätzliche Literatur als Vorbereitung benutzt. Vorerfahrungen mit Bussystemen hatte nur ein sehr geringer Teil der Versuchspersonen. Die Tatsache, dass die Laboranleitung als wichtigstes Vorbereitungsinstrument eingesetzt wird,

unterstreicht die Entscheidung, den Öffnungsgrad der Laborumgebungen anhand unterschiedlicher Laboranleitungen zu verändern. In den Ergebnissen zum **Anknüpfen an Vorwissen** spiegelt sich ein positiver Lernaspekt wider: sowohl im Bereich EMA als auch im Bereich Frequenzumrichter konnten die Probanden nach eigenen Einschätzungen "problemlos" Verknüpfungen mit ihrem Wissen herstellen. Kumulativ organisiertes Wissen konnte somit erreicht werden. Die praxisorientierte Ausrichtung der Fachhochschulen wird durch die Auswertung der Frage nach dem **Ausbildungsprofil** vor Beginn des Studiums unterstrichen: Über 90% der Untersuchungsteilnehmer hatten eine abgeschlossene Ausbildung, der Großteil davon das Fachabitur. Betrachtet man die **Bearbeitungszeiten**, die die einzelnen Gruppen benötigten, zeigt sich eine erhebliche Spannweite von 60 bis 132 Minuten. Zu erklären ist dies dadurch, dass die in den Laboranleitungen angegebenen Zeiten keinen direkten Einfluss auf den Versuchsverlauf genommen haben. Die Gruppen waren in ihrem Zeitmanagement (Pausen etc.) ledig an die Maximalzeit von 140 Minuten gebunden.

#### Direkt thesenrelevante Erkenntnisse

Betrachtet man die Gesamtheit der Auswertungsergebnisse, sind zahlreiche und unterschiedliche Indizien zu finden, die die aufgestellte Arbeitshypothese bestätigen. Sowohl bestimmte Selbsteinschätzungen der Teilnehmer als auch bestimmte Fremdeinschätzungen des Beobachters bestätigen die Arbeitshypothese. Andere Ergebnisse, die nicht direkt die Arbeitshypothese stützen, lassen sich bei genauerer Betrachtung so relativieren, dass sie nicht in Opposition dazu stehen.

Analysiert man die Ergebnisse z.B. im Hinblick auf eine **problemlose Bedienung** der Geräte, ergeben sich zwei Aspekte: zum einen ergaben die Selbsteinschätzungen der Teilnehmer weder nach der I. Phase noch nach der II. Phase einen signifikanten Unterschied zwischen KG und EG, zum anderen beschreiben die Fremdeinschätzungen des Beobachters erhebliche Unterschiede bei der Bedienung. Bei genauerer Betrachtung der statistischen Werte wird deutlich, dass über 95% der Probanden sich selbst eine überwiegend problemlose Bedienung attestierten. Grund für diese Einschätzung kann die Art der Fragestellung sein: zum einen fehlt es ihr an Präzision, zum anderen kann sie aus Sicht der Teilnehmer als eine Art "Selbstbewertung" der eigenen Leistung fehlinterpretiert werden. Beides führt oftmals zu Verschiebungen bei den Antworten. Die Fremdeinschätzungen des Beobachters sprechen hingegen deutlich für eine

Bestätigung der Arbeitshypothese. Während noch in der I. Phase bei der EG in der noch ungewohnten offenen Lernumgebung eine erhebliche Verunsicherung bei der Bedienung zu beobachten war, ist diese in der II. Phase einer strukturierten Arbeitsweise gewichen. Die KG, obwohl sie in der I. Phase in der gewohnten geschlossenen Lernumgebung sehr genau, sorgfältig und nahezu problemlos gearbeitet hat, konnte in der II. Phase nur bedingt problemlos die Geräte bedienen. Nur eine Teilgruppe konnte auf Grund ihrer sehr guten Vorbereitung und dem effektiven Einbeziehen des Lernhelfers auch in der offenen Umgebung eine fast problemlose Bedienung zeigen.

Ein schlüssiges Bild ergibt sich, wenn man die Ergebnisse der Selbsteinschätzungen in Bezug auf die **Aufgabenstellungen** betrachtet. Nach der I. Phase war sowohl die KG als auch die EG überwiegend der Meinung, dass die "Anweisungen" innerhalb der Aufgabenstellung in Bezug auf das fachliche Verstehen, auf die Klarheit und Eindeutigkeit der Formulierungen und auf den Konkretisierungsgrad ausreichend sind. Diese Selbsteinschätzung wird zusätzlich durch die Auswertung der Alternativhypothese 17 bestätigt: beide Gruppen sind gleichermaßen der Meinung, die Aufgabenstellung solle nicht konkreter sein. Erst in der II. Phase zeigte sich ein signifikanter Unterschied zwischen KG und EG. Nach dieser Phase war nur noch die EG mit den Anweisungen der Aufgabenstellung "einverstanden"; die KG verlangte dementsprechend nach einer konkreteren Aufgabenstellung. In allen drei Teilantworten ergab sich ein signifikantes Ergebnis und damit eine geringe Irrtumswahrscheinlichkeit (=Bestätigung) der jeweiligen Alternativhypothesen (6, 7, 8, 18). Aus der Blickrichtung des Beobachters werden diese Alternativhypothesen durch seine Fremdeinschätzungen eindeutig unterstützt.

Betrachtet man die Ergebnisse im Hinblick auf das vorgegebene **Versuchsziel**, zeigt sich das gleiche Bild wie bei der *Aufgabenstellung*. In der Selbsteinschätzung nach der I. Phase waren alle Probanden, sowohl aus der KG als auch aus der EG der Auffassung, dass ihnen das Versuchsziel überwiegend klar geworden ist. Statistisch werden diese Ergebnisse auch durch die Fremdeinschätzung des Beobachters belegt. Wiederum zeigt sich erst nach der II. Phase ein signifikanter Unterschied zwischen KG und EG. Die Selbsteinschätzungen der Probanden bestätigen die Alternativhypothese, dass der EG das Versuchsziel klarer geworden ist als der KG. Die Fremdeinschätzung verfehlt nur

statistisch sehr knapp ein signifikantes Ergebnis; die freien Aufzeichnungen im Beobachtungsprotokoll wiederum bestätigen die Arbeitshypothese 10 eindeutig.

Ein weiteres signifikantes Ergebnis ergibt sich bei der Auswertung zu dem **Vorwissen** der Probanden. Nach der I. Phase waren die Teilnehmer beider Gruppen der Meinung, an ihr Vorwissen aus den Bereichen "EMA" und "FU" problemlos anknüpfen zu können. Hingegen war nach der II. Phase nur noch die EG der Meinung, an ihr Vorwissen im Bereich FU problemlos anknüpfen zu können. Der signifikante Unterschied zur KG führt somit zur Bestätigung der Alternativhypothese 15. Auch im Bereich "Feldbussysteme" gab die EG, die ihr Vorwissen in der I. Phase in der geöffneten Lernumgebung erarbeitet haben, an, in der II. Phase "signifikant" weniger Probleme beim Anknüpfen an dieses Vorwissen gehabt zu haben. Statistisch ist somit auch die Alternativhypothese 16 der Untersuchung bestätigt.

Die Analyse der Ergebnisse der Selbsteinschätzung, ob die Untersuchungsteilnehmer bei der Bearbeitung der Laborversuche eine **Strategie** entwickeln konnten, lässt keine eindeutigen Aussagen zu einem signifikanten Unterschied zwischen KG und EG zu. Über 80% aller Probanden waren der Meinung, dass sie in beiden Phasen im Wesentlichen eine Strategie entwickeln konnten. Die Fremdeinschätzungen des Beobachters bestätigen dies in der I. Phase; hingegen zeigen sie nach der II. Phase einen deutlichen Unterschied: nach der Beurteilung des Beobachters ist es der EG besser gelungen eine Strategie zu entwickeln als der KG.

Ein weiteres wichtiges Indiz für die Annahme der Arbeitshypothese sind die Ergebnisse der Selbsteinschätzung der Probanden, inwieweit sich die gewonnenen Erfahrungen während der I. Phase auf die **Versuchsdurchführung in der II. Phase** ausgewirkt haben. Nach Aussage der Probanden führten die Erfahrungen aus der I. Phase bei der EG zu einer signifikant besseren Orientierung in der II. Phase (statistische Bestätigung der Alternativhypothese 21). Hingegen hat die KG nach ihrer eigenen Einschätzung nur einen sehr geringen Einfluss auf die II. Phase wahrgenommen.

Die Fremdeinschätzungen des Beobachters decken sich mit diesen Selbsteinschätzungen der Probanden.

