

Universitätsklinik für Anästhesiologie und Operative Intensivmedizin  
an der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg  
( Direktor: Prof. Dr. med. J. Radke)



# **Aufmerksamkeit und Belastung von Notärzten während des Dienstes**

Dissertation  
zur Erlangung des akademischen Grades  
Doktor der Medizin (Dr.med.)

vorgelegt  
der Medizinischen Fakultät  
der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

von Eva König  
geboren am 04.11.1977 in Georgsmarienhütte

Gutachter: 1.Prof. Dr. S. Grond, Halle  
2.PD Dr. R. Sabatowski, Dresden  
18.06.2007

**urn:nbn:de:gbv:3-000012094**

[<http://nbn-resolving.de/urn/resolver.pl?urn=nbn%3Ade%3Agbv%3A3-000012094>]

Gewidmet meinen Eltern

## Kurzreferat

Die vorliegende Arbeit untersucht die Leistungsveränderung von Notärzten im Verlaufe eines Bereitschaftsdienstes mit einem Aufmerksamkeits-Belastungs-Test. Zahlreiche Studien zeigen, dass Ärzte durch viele Dienste und den damit verbundenen Schlafmangel während des Dienstes unsicherer werden und mehr Fehler machen. Es fehlen allerdings Studien, die sich mit der besonderen Situation von Notärzten beschäftigen. Ein Notarzt wird so häufig wie keine andere Berufsgruppe mit Extremsituationen konfrontiert, außerdem fehlt ihm während seiner Arbeit der schützende ‚Background‘ der Klinik. Daher ist es gerade in der momentanen Diskussion um das neue Arbeitszeitgesetz von hohem Interesse zu verfolgen, wie sich die Leistungen der Notärzte in einem Konzentrationstest während des Dienstes verändern.

Zur Erfassung der momentanen Konzentrationsleistung setzten wir den d2 Aufmerksamkeits-Belastungs-Test nach Brickenkamp ein. Auf diesem Testbogen befinden sich 14 Zeilen mit jeweils 47 Zeichen kombiniert aus den Buchstaben „d“ und „p“ mit ein, zwei, drei oder vier Strichen. Aus jeder Zeile musste der Notarzt unter Zeitdruck jedes „d“ mit zwei Strichen durchstreichen. Der Test wurde dreimal (Dienstbeginn, Dienstmitte und Dienstende) während eines Dienstes durchgeführt. Zu Beginn eines jeden Testes schätzten die Ärzte subjektiv ihre momentane Konzentrationsfähigkeit selbst ein.

Insgesamt nahmen 32 Notärzte der Universitätsklinik der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, die regelmäßig das Notarzteinsatzfahrzeug besetzen, an der Untersuchung teil, wobei nur 27 der 32 Ärzte dreimal getestet wurden, da nur diese 27 dreimal während des Dienstes angetroffen wurden.

Die Testleistungen zum Dienstbeginn um 15 Uhr waren verglichen mit einer Eichstichprobe, welche den Durchschnitt der Bevölkerung repräsentiert, leicht überdurchschnittlich und lagen zusammenfassend auf dem 54. Prozentrang. Je nach Auswertungsparameter nahmen die Leistungen im d2 Aufmerksamkeits-Belastungs-Test nach Brickenkamp vom ersten zum letzten Testzeitpunkt bei 23 bis 24 Ärzten insgesamt zu und bei 3 bis 4 Ärzten insgesamt ab. Die Fehlerzahl nahm bei 22 Ärzten ab und bei 5 Ärzten zu. 23 der 27 Ärzte (72%) schätzten subjektiv ihre eigene Konzentrationsfähigkeit als schlechter werdend und 4 Ärzte (28 %) als besser werdend ein. Eine Abhängigkeit der Testleistungen von Dienstbelastung, Alter oder Erfahrung des Arztes konnte nicht nachgewiesen werden.

Die überraschende Zunahme der Testleistung steht im Widerspruch zur Literatur. Sie kann jedoch auf verschiedene den Test beeinflussende Faktoren zurückgeführt werden. Ein eingetretener Lerneffekt bei der Testbearbeitung scheint dabei den stärksten Einfluss zu haben. Der in unserer Studie maximal erreichte Lerneffekt fällt dennoch verglichen mit in den in der Literatur beschriebenen Lerneffekten geringer aus, so dass durchaus eine versteckte Abnahme der Aufmerksamkeit vorliegen könnte. Ebenso wird eine mögliche Abhängigkeit zwischen Testleistungen und Dienstbelastung, Alter oder Erfahrung des Arztes durch den die negativen Einflüsse verschleiern den Lerneffekt verhindert. Interpretiert man die Leistung um 15 Uhr zum Dienstbeginn mit dem Wissen, dass in der Literatur ein positiver Zusammenhang zwischen Leistungen im d2 Test und Schulbildung beschrieben wurde, sind die Ausgangswerte der Ärzte nicht überzeugend und müssten bei voller Konzentrationsleistung zum Dienstbeginn deutlicher über dem Durchschnitt liegen. Die eigene Kompetenzerwartung, die ausschlaggebend für den Stress des Notarztes ist, lässt während des Dienstes unzweifelhaft nach. Dies spricht dann doch für eine Zunahme der Belastung. Insgesamt scheint es jedoch schwierig zu sein, diese Belastungszunahme objektiv zu erfassen.

# INHALT

<b>1.EINLEITUNG.....</b>	<b>1</b>
1.1 Auswirkungen von Schlafentzug auf die Leistung von Ärzten im Dienst.....	1
1.2 Die besonderen Belastungen eines Notarztes während seines Dienstes .....	3
1.3 Fragestellung .....	5
<b>2. MATERIAL UND METHODEN.....</b>	<b>6</b>
2.1 Probanden .....	6
2.2 Aufbau des Notarztdienstes am Universitätsklinikum der Martin-Luther-Universität .....	7
2.3 Der d2 Aufmerksamkeits-Belastungs-Test nach Brickenkamp .....	8
Bewährung des Verfahrens .....	8
Eignung des Tests für die Studie.....	8
2.4 Auswertung .....	9
Interkorrelation der Auswertungsvariablen.....	9
Reliabilität des Testes: .....	9
Validität des Testes: .....	9
2.5 Testdurchführung .....	11
2.6 Die Eichstichprobe .....	13
2.7 Statistik.....	14
<b>3. ERGEBNISSE .....</b>	<b>15</b>
3.1 Einordnung der Leistung des Notarztes zum Dienstbeginn.....	15
3.2 Verlauf der Leistungen im Aufmerksamkeits- Belastungstest während des Dienstes .....	19
Konzentrationsleistung .....	19
Gesamtzahl der bearbeiteten Zeichen.....	22
Gesamtzahl der bearbeiteten Zeichen minus der Fehlerzahl .....	24
Fehlertotalzahl .....	26
3.3 Verläufe der subjektiven Einschätzungen während des Dienstes.....	29

<b>3.4 Abhängigkeiten der Leistung von Alter und Dienstbelastung.....</b>	<b>31</b>
Konzentrationsleistung.....	32
Fehlersumme aus allen 3 Tests.....	34
<b>3.5 Subjektive Einschätzung der eigenen Konzentrationsfähigkeit nach dem Dienst.....</b>	<b>37</b>
<b>4. DISKUSSION .....</b>	<b>39</b>
<b>4.1 Vergleich der Leistungen des Arztes zum Dienstbeginn mit der Eichstichprobe .....</b>	<b>39</b>
<b>4.2 Verlauf der Leistungen im d2 Test während des Dienstes .....</b>	<b>41</b>
<b>4.3 Subjektive Einschätzung des Konzentrationsvermögens während des Dienstes .....</b>	<b>47</b>
<b>4.4 Abhängigkeiten der Leistungen von Dienstbelastung und Alter .....</b>	<b>49</b>
<b>4.5 Auswirkungen des Bereitschaftsdienstes.....</b>	<b>50</b>
<b>4.6 Einschränkungen der Studie .....</b>	<b>51</b>
<b>5. SCHLUSSFOLGERUNGEN .....</b>	<b>52</b>
<b>6. ZUSAMMENFASSUNG .....</b>	<b>53</b>
<b>LITERATUR.....</b>	<b>55</b>
<b>ANLAGEN.....</b>	<b>59</b>
<b>THESEN.....</b>	<b>60</b>
<b>LEBENS LAUF .....</b>	<b>62</b>
<b>ERKLÄRUNG .....</b>	<b>63</b>
<b>DANKSAGUNG .....</b>	<b>63</b>

## Verzeichnis der Abkürzungen und Symbole

Abb.	Abbildung
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
d.h.	das heißt
et al.	et alii
F	Fehleranzahl
ggf.	gegebenenfalls
GZ	Gesamtzahl der im Test bearbeiteten Zeichen
GZ-F	GZ minus der Fehlerzahl
h	Stunde
KL	Konzentrationsleistung
min	Minuten
n	Anzahl
o. g.	oben genannt
Tab.	Tabelle

## Abbildungsverzeichnis

Abb.1: Verteilung der Leistungen in der Gesamtzahl der bearbeiteten Zeichen (GZ) um 15 Uhr in die Normentabellen der Deutschen Eichstichprobe aus dem Testheft von Brickenkamp .....	16
Abb.2: Verteilung der Leistungen in der Gesamtzahl der bearbeiteten Zeichen minus den Fehlern (GZ-F) um 15 Uhr in die Normentabellen der Deutschen Eichstichprobe aus dem Testheft von Brickenkamp .....	17
Abb.3: Verteilung der 15 Uhr Leistungen in der Konzentrationsleistung (KL) in die Normentabellen der Deutschen Eichstichprobe aus dem Testheft von Brickenkamp .....	18
Abb.4: Bandbreite der Verläufe der Konzentrationsleistung (KL) jedes Arztes zu den 3 Testzeitpunkten um 15 Uhr (1), 0 Uhr (2) und 7 Uhr (3) .....	19
Abb.5: Darstellung der Verläufe der Konzentrationsleistung (KL) der Ärzte zu den genannten Testzeitpunkten, die im Verlauf zwischenzeitlich schlechtere Werte erreichten .....	20
Abb.6: Prozentuale Veränderungen der Konzentrationsleistungen (KL) der einzelnen Ärzte vom ersten zum letzten Testzeitpunkt .....	21
Abb.7: Darstellung der Verläufe der Gesamtzahl der bearbeiteten Zeichen (GZ) jedes Arztes zu den 3 Testzeitpunkten um 15 Uhr (1), 0 Uhr (2) und 7 Uhr (3) .....	22
Abb.8: Prozentuale Veränderungen in der Gesamtzahl der bearbeiteten Zeichen (GZ) der einzelnen Ärzte vom ersten zum letzten Testzeitpunkt .....	23
Abb.9: Darstellung der Verläufe der Gesamtleistung (GZ-F) jedes Arztes zu den 3 Testzeitpunkten um 15 Uhr (1), 0 Uhr (2) und 7 Uhr (3) .....	24
Abb.10: Prozentuale Veränderungen in der Gesamtzahl der bearbeiteten Zeichen minus der Fehler (GZ-F) der einzelnen Ärzte vom ersten zum letzten Testzeitpunkt .....	25
Abb.11: Darstellung der Verläufe der Fehlergesamtzahl (F) jedes Arztes zu den 3 Testzeitpunkten um 15 Uhr (1), 0 Uhr (2) und 7 Uhr (3) .....	26
Abb.12: Darstellung der Fehlergesamtzahl (F) der Ärzte zu den genannten Testzeitpunkten um 15 Uhr (1), um 0 Uhr (2) und um 7 Uhr (3) die im Verlauf zwischenzeitlich mehr Fehler machten .....	27
Abb.13: Prozentuale Veränderungen der Fehlergesamtzahl (F) der einzelnen	

Ärzte vom ersten zum letzten Testzeitpunkt .....	28
Abb.14-16: Einschätzungen der eigenen Aufmerksamkeit zum Dienstanfang, zur Dienstmitte und zum Dienstende auf einer Skala von 1- 6 ( 1= sehr gut, 6= ungenügend). .....	30
Abb.22: Lineare Regression zwischen der Summe aller Fehler aus 3 Tests und dem Alter .....	36
Abb.23: Darstellung der Einschätzung der Aufmerksamkeit um 7 Uhr nach dem Dienst von den während des Dienstes geschlafenen Stunden.....	37
Abb.24: Darstellung der Einschätzung der Aufmerksamkeit um 7 Uhr nach dem Dienst von der Einsatzzahl.....	38

## Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Tätigkeiten der Ärzte am Vormittag des Diensttages, d.h. vor Übernahme des Notarzt-Piepers.....	15
Tab.2: Übersicht über Alter, Einsatzzahl und den während des Dienstes geschlafenen Stunden .....	31

# 1. Einleitung

## 1.1 Auswirkungen von Schlafentzug auf die Leistung von Ärzten im Dienst

Ärzte arbeiten in Deutschland momentan überdurchschnittlich viel. Die negativen Auswirkungen dieser extremen Arbeitsbelastung bzw. des durch die häufigen Dienste entstehenden Schlafmangels auf sowohl die Stimmung als auch die Leistungs- und Konzentrationsfähigkeit der Ärzte sind unbestritten und in zahlreichen Studien belegt [5-8,15,16,17,21,26,35]. Dem wurde in jüngster Zeit mit der Anerkennung der Bereitschaftszeit als Arbeitszeit im neuen Arbeitszeitgesetz Rechnung getragen.

Wenig Schlaf bei gleichzeitig hohem Arbeitsaufwand hat Auswirkungen auf die Leistung des Arztes und damit auf die Patientenversorgung. Verschiedene Tests, darunter Konzentrations- und Gedächtnistests, sowie solche, die medizinisches Wissen abfragten, belegen eine signifikante Abnahme in den Leistungen der Ärzte nach dem Dienst im Vergleich zu Werten, die vor dem Dienst erreicht wurden [5,17,18-20,33,34]. Bei der Beobachtung eines Operationsteams, das unter Schlafmangel arbeitete, fiel auf, dass die Ärzte deutlich länger und weniger effektiv operierten [34]. Fehler in der Verordnung von Medikamenten, die zu Rückfragen des Apothekers führten, traten bei Ärzten in der zweiten Diensthälfte häufiger als bei ausgeruhten Ärzten auf [8]. Ebenso wurden mehr Fehler bei der EKG-Interpretation beschrieben [17].

Des Weiteren zeigte sich eine signifikante Abnahme der visuellen Gedächtnisleistung und des Reaktionsvermögens nach dem Dienst [34]. Inwieweit das Reaktionsvermögen eingeschränkt war, hing dabei besonders von der Länge des Testes ab, der angewandt wurde. In kurzen (3-11min langen) Tests waren die Werte nicht verändert, in längeren (0,5- 4h langen) Tests zeigte sich nach dem Dienst eine deutliche Abnahme [34]. Es wurde, um das Maß der Schläfrigkeit von Ärzten nach dem Dienst zu bestimmen, ein pupillographischer Schläfrigkeitstest aus Schlaflabors angewandt. Dieser ergab nach dem Dienst höhere Werte, die für eine stärkere Schläfrigkeit sprechen [39].

Außerdem hat das Arbeiten unter Schlafmangel Auswirkungen auf die Stimmung, Zufriedenheit und das Vertrauen der Ärzte in ihr medizinisches Wissen. Die Ärzte fühlten sich in ihren medizinischen Entscheidungen nach dem Dienst unsicherer als vorher [19].

Viele fühlten sich durch den Schlafmangel gestresst und waren unzufrieden mit ihrer Arbeit, die Angst vor Fehlentscheidungen nahm zu [18,19,20,29,33,34]. Im Verlaufe eines Dienstes äußerten einige Ärzte somatische Beschwerden wie Herzklopfen, Zittern und sogar das Auftreten von Rhythmusstörungen [16,25].

Allgemein scheinen Einschränkungen im Bereich der Stimmungslage der Ärzte dabei eher vom bestehenden Schlafmangel abhängig zu sein. Wohingegen Konzentrations- bzw. Leistungsdefizite mit dem Arbeitsaufwand während des Dienstes variieren [35]. Dies alles resultiert in einem schlechteren Arzt- Patientenverhältnis. Patienten, die von Ärzten behandelt wurden, die unter Schlafmangel litten, fühlten sich im Vergleich schlechter betreut und waren unzufriedener [15].

Von allen Ärzten sind gerade Notärzte während eines 24-Stunden-Dienstes besonderen Ansprüchen ausgesetzt.

## 1.2 Die besonderen Belastungen eines Notarztes während seines Dienstes

Die besonderen Ansprüche an den diensthabenden Notarzt lassen sich in 3 Gruppen einteilen [3,6,30].

Zunächst einmal findet man die Belastungen, die durch die eigentliche Tätigkeit eines Notarztes entstehen. Diese sind zuerst durch den Arbeitsplatz gegeben. Seine Arbeitsumgebung im Einsatz ist dem Notarzt nicht vertraut. Die Arbeit findet weitgehend in der Öffentlichkeit statt [6]. Meist sind zumindest Angehörige anwesend. Diese erwarten von ihm eine optimale Behandlung, so dass sich der Arzt bei seiner Arbeit kontrolliert fühlt und sich dadurch selbst vermehrt unter Druck setzt [3]. Viele Entscheidungen des Notarztes haben unmittelbare Auswirkungen auf den weiteren Krankheitsverlauf des Patienten [6]. Außerdem muss er oft unter technisch schwierigen Bedingungen arbeiten und bringt sich dabei z.B. durch Schadstoffemissionen manchmal selbst in Gefahr [6]. Er wird mit einem breiten Spektrum an Krankheiten konfrontiert, für die er - anders als der weiterbehandelnde Arzt im Krankenhaus - kein Spezialist ist. Außerdem fehlen ihm Diagnostikmöglichkeiten, die im Krankenhaus vorhanden sind. Besonders belastend sind Einsätze mit vielen Schwerverletzten, kranken Kindern oder Jugendlichen oder auch Einsätze bei von Menschen geplanten Gewalttaten, wie z.B. Suizide [30]. Der Notarzt wird so häufig wie keine andere Berufsgruppe mit Extremsituationen konfrontiert [6]. Ein weiterer psychologisch wichtiger Punkt sind neben den vorauszusehenden die nicht vorhersagbaren Belastungen [6]. Vorhersagbar ist für den Notarzt das durchschnittliche Arbeitsaufkommen während des Dienstes, auch auf den Schlafmangel kann er sich einstellen. Welche spezifischen Anforderungen aber an ihn gestellt werden, kann der Arzt vor Dienstbeginn nicht einschätzen [6]. Gerade diese nicht vorhersehbaren Belastungen führen zu Stressreaktionen des Körpers.

Als zweites findet man neben den spezifischen durch den Beruf als Notarzt entstehenden Belastungen solche Belastungen, die durch die allgemeinen Arbeitsbedingungen gegeben sind. Der Arzt arbeitet zu unphysiologischen Zeiten (nachts), Pausen können nicht regelmäßig eingehalten werden, Mahlzeiten müssen häufig unterbrochen werden. Auch zwischen zwei Einsätzen ist kein völliges Abschalten möglich, da der Arzt nie weiß, wann ein neuer Einsatz beginnt [30]. Zusätzlich ist die Arbeit oft körperlich anstrengend. Außerdem muss der Notarzt neben den Einsätzen noch viele bürokratische Aufgaben erledigen.

In der 3. Gruppe der Belastungen findet man die Belastungen die dadurch entstehen, dass der Arzt sowohl seiner Rolle als Privatmann als auch der des Notarztes gerecht werden

muss [3]. Konflikte entstehen dadurch, dass einerseits die Familie und andererseits die Arbeit Anforderungen stellt, die nicht leicht vereinbar sind [6]. Die Familie kommt bei vielen Diensten häufig zu kurz. Probleme im privaten Umfeld belasten den Arzt auch während seiner Arbeit. Fehlender familiärer Rückhalt führt dabei oft zu einer Einschränkung der Handlungsfähigkeit des Arztes [30].

Wie gut der Notarzt mit den verschiedenen an ihn gestellten Anforderungen umgehen kann, hängt von verschiedenen Faktoren ab. Zunächst einmal hilft bei hohem Arbeitsaufwand eine körperliche Fitness. Des Weiteren ist es wichtig, dass der Arzt von seiner eigenen Kompetenz überzeugt ist, d.h. eine hohe Kompetenzerwartung hat. Beim Umgang mit Problemen hilft außerdem eine gute soziale Unterstützung sowie die Berufserfahrung [6].

### 1.3 Fragestellung

Über die Konzentrationsfähigkeit von Notärzten während des Dienstes gibt es bislang noch keine Studien in Deutschland. Gerade dies ist aber in der gegenwärtigen Umbruchsituation aus den oben genannten Gründen interessant. Deshalb haben wir eine Studie über den Verlauf der Aufmerksamkeit von Notärzten während eines Dienstes durchgeführt.

Ziel dieser Studie ist es, erste Daten zur Konzentrationsfähigkeit von Notärzten zu erhalten. Folgende Fragestellungen sollten dabei beantwortet werden:

- Wie gut ist die Leistung der Notärzte in einem Aufmerksamkeits-Belastungs-Test zu Beginn des Dienstes, d.h. nach einem normalen Arbeitstag im Vergleich zum Bevölkerungsdurchschnitt einzuordnen?
- Wie verändert sich die Leistung im Aufmerksamkeits- Belastungs- Test m Verlauf des Dienstes?
- Wie schätzen die Ärzte ihr Konzentrationsvermögen im Verlauf des Dienstes subjektiv ein?
- Zeigt sich eine Abhängigkeit der Leistungen von der Zahl der Einsätze, von den während des Dienstes geschlafenen Stunden, bzw. vom Alter und von der Erfahrung des Arztes?

## 2. Material und Methoden

### 2.1 Probanden

In die vorliegende Studie konnte alle Ärzte eingeschlossen werden, die regelmäßig am Notarztdienst der Klinik für Anästhesie und operative Intensivmedizin im Universitätsklinikum der Martin- Luther- Universität Halle- Wittenberg teilnehmen. Voraussetzungen für die Teilnahme am Notarztdienst waren der Fachkundenachweis Notfallmedizin eine klinische Tätigkeit von 30 Monaten davon 6 Monate in der Intensivmedizin/ Anästhesie oder Notfallambulanz, sowie die Teilnahme an 5 Geburten und 50 Einsätzen.

Im Jahr 2002 wurden 32 von damals insgesamt 35 Notärzten in die Studie aufgenommen. 31 der Ärzte waren Anästhesisten, ein Arzt war Internist. Die Ärzte waren zwischen 30 und 53, im Durchschnitt 35 Jahre alt. 21 Männer und 11 Frauen nahmen an der Studie teil. 13 der Ärzte hatten Facharztstatus und 19 waren Weiterbildungsassistenten. Bei 27 der Ärzte konnte der Test dreimal zu den geplanten Zeiten durchgeführt werden. Einmal gelang es nur 2 Tests durchzuführen, von 4 Ärzten liegt nur 1 Test vor. Auch die Tests der Ärzte, die nur ein- beziehungsweise zweimal getestet wurden, wurden so weit möglich in die Auswertung mit aufgenommen. Bei den Ärzten, die gar nicht bzw. nur ein- oder zweimal getestet wurden, fehlte entweder das Einverständnis oder der Arzt war trotz mehrfacher Versuche zu den vorgegebenen Zeitpunkten nicht anzutreffen.

Die Probanden gaben eine schriftliche Einverständniserklärung. Das Studienprotokoll wurde der Ethik- Kommission der MLU vorgelegt, die ein zustimmendes Votum abgab.

## 2.2 Aufbau des Notarztdienstes am Universitätsklinikum der Martin-Luther-Universität

In der Stadt Halle sind tagsüber 3 Notarzwagen im Einsatz, 2 davon fahren 24 h lang, einer nur bis 19 Uhr. Es gibt 7 Rettungswachen mit insgesamt 10 Rettungswagen. Die Einsätze werden nach dem Rendezvous System gefahren. Ein Notarzwagen davon ist am Universitätsklinikum stationiert.

Während des Untersuchungszeitraumes begann der eigentliche Bereitschaftsdienst des diensthabenden Notarztes um 15 Uhr. Bis zu diesem Zeitpunkt ging der Arzt seiner täglichen Tätigkeit als Anästhesist im Operationssaal bzw. auf der Intensivstation nach. Der Dienst endete am nächsten Morgen um 7 Uhr mit der Übergabe an den Arzt, der dann bis 15 Uhr, das heißt bis zum Beginn des nächsten Dienstes als Notarzt tätig war. Am Wochenende dauerte der Bereitschaftsdienst 24h, das hieß von 8 bis 8 Uhr. Die durchschnittliche Einsatzzahl während eines 24h Dienstes lag damals bei 12- 15 Einsätzen.

Getestet wurde wie oben erläutert nur im Bereitschaftsdienst und am Wochenende, nicht während des normalen Vormittagsdienstes.

### 2.3 Der d2 Aufmerksamkeits-Belastungs-Test nach Brickenkamp

Beim d2 Aufmerksamkeits-Belastungs-Test nach Brickenkamp handelt es sich um einen Durchstreichtest. Auf dem Testbogen befinden sich 14 Zeilen, bestehend aus jeweils 47 Zeichen. Insgesamt gibt es 16 verschiedene Zeichen, die aus den Kombinationen der Buchstaben „d“ und „p“ mit einem, zwei, drei oder vier Strichen entstanden sind. Die Zeichen sind in beliebiger Reihenfolge angeordnet. Aus dieser Reihenfolge soll vom Probanden jedes „d“ mit zwei Strichen durchgestrichen werden. Diese Zeichen werden als relevant bezeichnet, alle anderen als irrelevant. Die Vorkommenshäufigkeit der relevanten Zeichen im Vergleich zu den irrelevanten beträgt 1:1,2 [9].

Der Durchstreichtest gehört zur Kategorie der allgemeinen Leistungstests, das heißt es wird keine spezielle Fähigkeit beim Probanden vorausgesetzt. Es handelt sich um eine Tätigkeit, die ein hohes Maß an Konzentration verlangt, aber keine speziellen Begabungen misst. Lediglich eine Kenntnis der verwendeten Zeichen muss gegeben sein.

#### Bewährung des Verfahrens

Der Test d2 gehört zu den am häufigsten eingesetzten psychodiagnostischen Verfahren [7]. Die weiteste Verbreitung findet er im Bereich der klinischen Psychologie, wird aber auch im Bereich der Arbeits-, Verkehrs- und pädagogischen Psychologie eingesetzt [9]. Er kann universell zur Diagnostik der Aufmerksamkeit und Konzentrationsfähigkeit genutzt werden [9].

#### Eignung des Tests für die Studie

Der d2 Test misst die Fähigkeit, sich unter Abschirmung irrelevanter Stimuli auf relevante konzentrieren zu können [9]. Diese Fähigkeit ist bei jedem Einsatz des Notarztes von Bedeutung. Beim Eintreffen an der Einsatzstelle erhält der Arzt eine Menge an Informationen über den Patienten. Er muss unter Zeitdruck selektieren, welche Informationen für die primäre Behandlung wichtig und welche unwichtig sind. Die Gesamtzahl der bearbeiteten Zeichen entspricht dabei der Gesamtheit an Informationen, die der Arzt momentan aufnehmen kann. Die Fehlerzahl entspricht den Informationen, die fälschlicherweise als relevant bzw. irrelevant eingestuft wurden. Casagrande et al. zeigen, dass Durchstreichtests geeignet sind die Vigilanz bei einer kleinen Gruppe an Probanden zu testen [10].

## 2.4 Auswertung

Es werden verschiedene Parameter ausgewertet:

GZ = Gesamtzahl der bearbeiteten Zeichen: Es werden alle Zeichen unabhängig ob relevant oder irrelevant gezählt

F = Fehlerrohwert: Summe aller Fehler setzt sich zusammen aus:

F1: Auslassungsfehler: Ein relevantes Zeichen wird nicht angestrichen

F2: Verwechslungsfehler: Ein irrelevantes Zeichen wird versehentlich angestrichen

GZ-F = Gesamtleistung: die Anzahl der bearbeiteten Zeichen minus des Fehlerrohwertes

KL = Konzentrationsleistung: Anzahl der relevanten durchgestrichenen Zeichen minus der Verwechslungsfehler (minus F2); so genannte Trefferquote

Der Auswertungsparameter KL ist dabei am verfälschungsresistentesten und kann nicht durch instruktionswidriges, oberflächliches, wahlloses Durchstreichen der Zeichen beeinflusst werden [9], weist also die höchste Stabilität und Validität auf. Daher wird in der Ergebnisauswertung der Konzentrationsleistung besondere Bedeutung geschenkt.

### Interkorrelation der Auswertungsvariablen

Beim Vergleich der erreichten Werte in GZ, GZ-F und KL in der Eichstichprobe zeigten sich hohe Zusammenhänge zwischen der GZ und GZ-F ( $r > 0,90$ ) [9]. Die KL korrelierte weniger hoch mit der GZ ( $r = 0,72$  bis  $0,86$ ). Eine höhere Korrelation zeigte sich zwischen KL und GZ-F ( $r = 0,93$  bis  $0,97$ )[9]. Alles in allem findet sich also eine hohe Übereinstimmung innerhalb der verschiedenen Auswertungsparameter, wodurch die Testqualität unterstrichen wird.

### Reliabilität des Testes:

Es liegen mehre Untersuchungen zur Reliabilität des d2-Testes vor. Unabhängig vom Autor oder der Stichprobe, an der die Reliabilitätsprüfung vorgenommen wurde, konnten fast immer Reliabilitätskoeffizienten über  $r = 0,90$  erreicht werden [9]. Besonders die Parameter GZ, GZ-F und KL wiesen sehr hohe Reliabilitätskoeffizienten vor. Diese Werte zeigten ebenfalls eine hohe Stabilität bei Test- und Retest [9]. Das heißt auch bei mehrfacher Anwendung des Testes können vergleichbare Werte erhoben werden.

### Validität des Testes:

Die Validität des Testes zeigt sich primär bei der Beobachtung der Probanden während des Testes. Die Testpersonen beschrieben nach Bearbeiten des Testes eindeutig, dass ein hohes Maß an Konzentration nötig war. Es findet sich also eine hohe Validität.

Außerdem ist der Test sehr situationssensitiv [24], er gibt die aktuelle Konzentrationsleistung des Probanden wieder.

## 2.5 Testdurchführung

Dieser Test wurde dreimal während eines Dienstes durchgeführt. Das erste Mal um 15.00 Uhr zum Dienstbeginn, das zweite Mal in einem Zeitfenster zwischen 23.30 und 0.30 Uhr in der Dienstmittle und das dritte Mal um 7.00 Uhr zum Dienstende. Getestet wurde jeweils unter den gleichen Bedingungen im Notarzzimmer an einem hellen, blendungsfreien Arbeitsplatz ohne äußere Störungen. Die Testdauer betrug inklusive Erläuterungen beim ersten Mal ca. 8 Minuten, jedes weitere Mal ohne Erläuterungen ca. 4 Minuten. Alle Tests wurden im Zeitraum Juli/August/September 2002 durchgeführt, um saisonale Verfälschungen auszuschließen.

Zum Testbeginn erhielten die Ärzte einen Aufklärungsbogen, eine Einverständniserklärung, sowie den Testbogen, der erst auf Kommando umgedreht werden durfte. Der Test wurde mit einem Kugelschreiber ausgefüllt. Zum Beginn des Testes wurde die Aufgabe in einer Übungszeile verdeutlicht.

Vor Testbeginn sollten die Ärzte ihre momentane subjektive Konzentrationsfähigkeit selbst einschätzen. Diese Einschätzung erfolgte analog den deutschen Schulnoten auf einer Skala von 1-6, wobei 1 sehr gut konzentriert, 6 ungenügend konzentriert bedeutete.

Wie bereits oben erläutert befanden sich auf dem Testbogen 14 Zeilen mit jeweils 47 Zeichen kombiniert aus den Buchstaben „d“ und „p“ mit ein, zwei, drei oder vier Strichen. Aus jeder Zeile sollte jeweils links beginnend jedes „d“ mit vier Strichen durchgestrichen werden. Pro Zeile standen 20 Sekunden zur Verfügung. Nach 20 Sekunden musste auf das Kommando „Stopp, nächste Zeile“ des Testleiters unverzüglich mit der Bearbeitung der nächsten Zeile begonnen werden. Die Zeit wurde vom Testleiter gestoppt.

Des Weiteren wurden folgende Angaben erfasst:

- Anzahl der Stunden, die der Arzt in der Nacht vor dem Dienst und während des Dienstes geschlafen hat,
- Einsatzzahl während des Dienstes,
- Alter, Geschlecht sowie der Weiterbildungsstand des Arztes,
- Tätigkeit, der der Arzt am Vormittag vor dem Dienst nachgegangen ist.

War der Notarzt zum Testzeitpunkt im Einsatz, wurde der Test zu einem anderen Zeitpunkt nachgeholt. War auch dies nicht möglich, wurden nur die bereits vorliegenden Testergebnisse ausgewertet, eine Verlaufsbeobachtung war dann nicht möglich.

## 2.6 Die Eichstichprobe

Um die Ausgangs- (15-Uhr-) werte der Notärzte mit repräsentativen Werten der Normalbevölkerung vergleichen zu können, wurde die Eichstichprobe aus dem Testheft von Rolf Brickenkamp [9] übernommen. Im Testmanual werden zur Auswertung des Aufmerksamkeits-Belastungs-Testes verschiedene Stichproben angeboten, die Deutsche Eichstichprobe ist dabei die umfangreichste und wird deshalb im Folgenden verwandt.

Die Daten dieser Stichprobe wurden im Jahre 1999 bis 2000 in den Bundesländern Berlin, Brandenburg, Sachsen und Bayern erhoben. Insgesamt flossen die Ergebnisse von 3251 Probanden in die Auswertung mit ein. Getestet wurde in Grund-, Haupt-, Real- und Gesamtschulen, an Gymnasien, an Universitätsinstituten sowie in öffentlichen Betrieben. Es wurden nur Deutsche getestet. Die Stichproben wurden zufallsgesteuert genommen. Die Eichstichprobe umfasste Daten im Altersbereich von 9 bis 60 Jahren. Bis zum 19. Lebensjahr erfolgte die Normierung in Abständen von 2-3 Jahren, im höheren Alter dann in 10-Jahres Abschnitten. Die Normen werden in Standardwerten und in Prozenträngen angegeben.

## 2.7 Statistik

Mit der Frage der statistischen Auswertung der Arbeit erfolgte die Beratung beim Institut für Medizinische Epidemiologie, Biometrie und Informatik. Ein statistischer Vergleich von Mittelwerten hätte keine relevante Aussagekraft, da deutliche Leistungsveränderungen einzelner Notärzte verloren gehen könnten. Nur sehr aufwendige Signifikanzberechnungen, die den Rahmen dieser Arbeit sprengen würden, könnten begründete Schlussfolgerungen erlauben. Daher erfolgte keine statistische Berechnung sondern nur eine beschreibende Darstellung der **Einzelleistungen** zu den drei verschiedenen Testzeitpunkten.

Um die Abhängigkeit zwischen der Einsatzzahl, dem Alter und den geschlafenen Stunden mit den erbrachten Leistungen zu ermitteln, erfolgte eine lineare Regressionsanalyse.

### 3. Ergebnisse

#### 3.1 Einordnung der Leistung des Notarztes zum Dienstbeginn

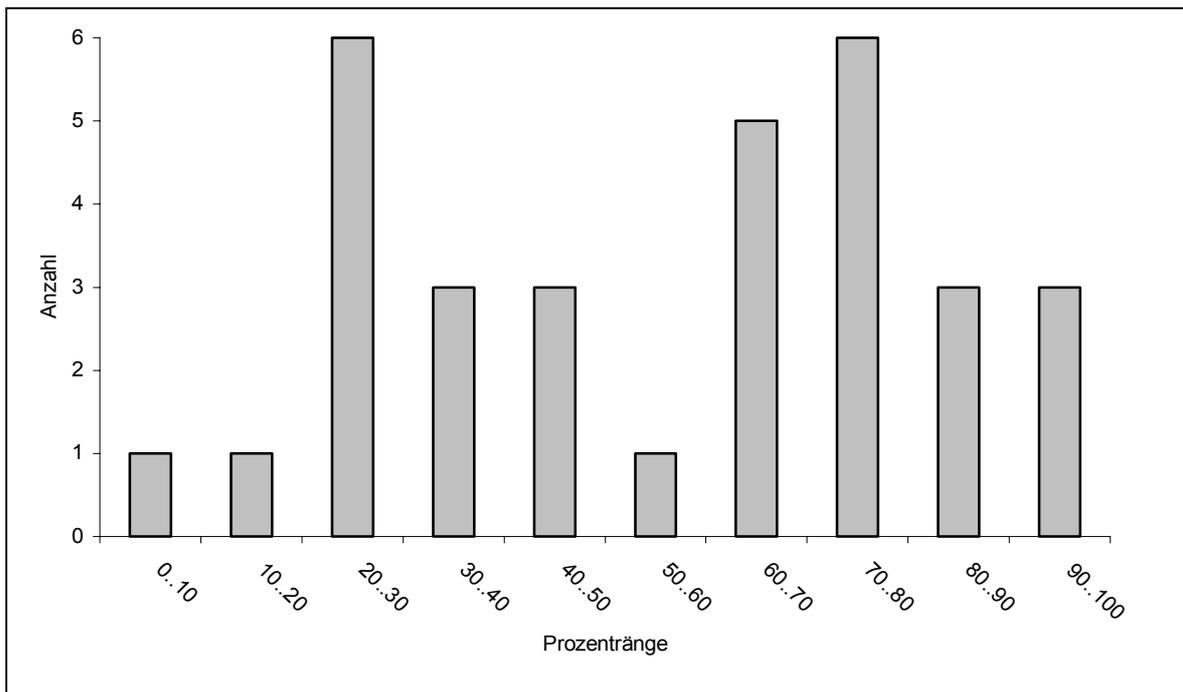
Zum Beginn seines Dienstes als Notarzt, hat jeder der getesteten Ärzte bereits 8h gearbeitet, meist als Anästhesist im Operationsaal (Tabelle1).

**Tab. 1: Tätigkeiten der Ärzte am Vormittag des Diensttages, d.h. vor Übernahme des Notarzt-Piepers**

	<b>n</b>	<b>%</b>
Gesamtzahl	32	100
Anästhesie im OP	13	40,6
Intensivstation	9	28,1
Büroarbeit	2	6,3
Notarzdienst	2	6,3
Dienst in der Druckkammer	1	3,1
Schmerzambulanz	1	3,1
keine Angaben	4	12,5

Um den Wert der Leistungen der Ärzte nach diesen 8h Arbeit, d.h. zu Beginn des Notarzdienstes, einschätzen zu können, wurden die Ausgangswerte (15 Uhr-Werte) mit den entsprechenden Werten der gleichen Altersklasse aus der Deutschen Eichstichprobe verglichen. Dies geschah nur mit den 15 Uhr-Werten, da nur diese die ungetrübten Leistungen widerspiegeln und deswegen einzig mit den ebenfalls ungetrübten Leistungen der Eichstichprobe vergleichbar sind.

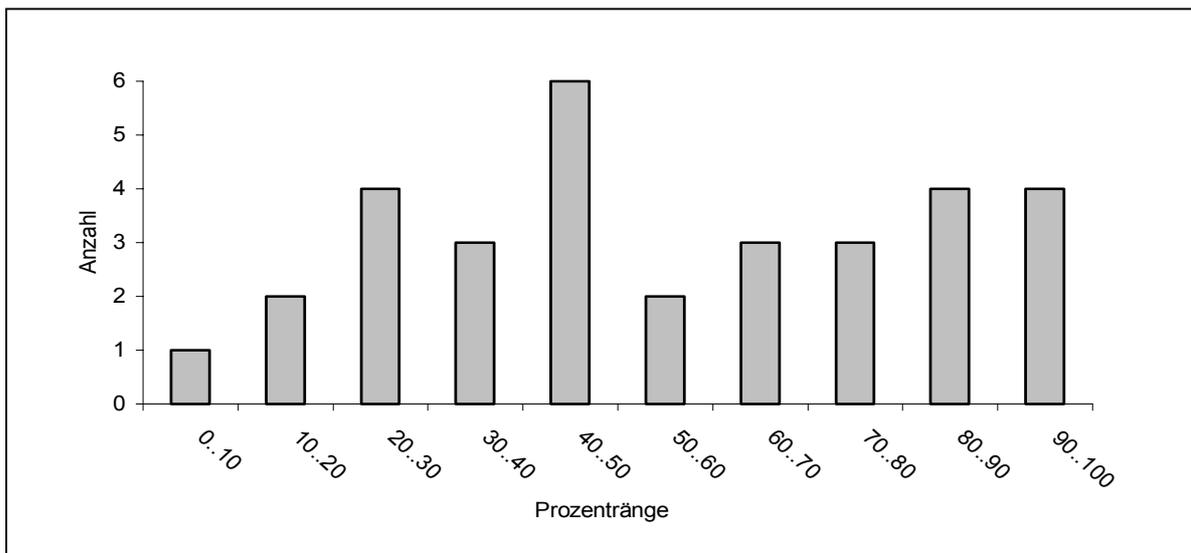
Im Mittel lagen die Leistungen der Ärzte in der **Gesamtzahl der bearbeiteten Zeichen (GZ)** auf dem 56. Prozentrang, d.h. 44 Prozent der Teilnehmer in der Eichstichprobe waren besser und 56. Prozent der Teilnehmer waren schlechter als die Notärzte um 15 Uhr. Es zeigt sich eine relativ gleichmäßige Verteilung der Werte, wobei sich ein Maximum jeweils zwischen dem 20. und 30. und dem 70. und 80. Prozentrang fand. 18 von 32 Ärzten lagen dabei über dem 50. Prozentrang, d.h. über dem Durchschnitt der Werte der Eichstichprobe (Abb.1).



**Abb.1: Verteilung der Leistungen in der Gesamtzahl der bearbeiteten Zeichen (GZ) um 15 Uhr in die Normentabellen der Deutschen Eichstichprobe aus dem Testheft von Brickenkamp**

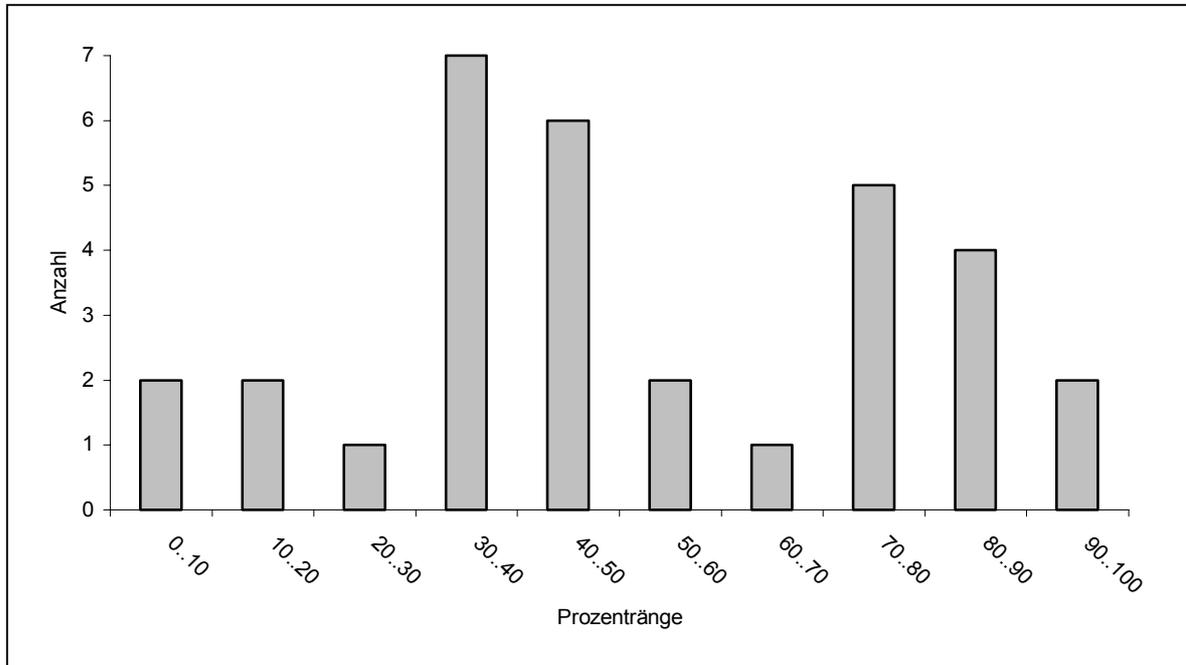
Beim Vergleich der Leistungen in der **Gesamtleistung** (Gesamtzahl der bearbeiteten Zeichen minus der Fehler (GZ-F)) mit der Eichstichprobe lagen die Werte der Ärzte im Mittel auf dem 54. Prozentrang.

Ein Maximum fand sich hier zwischen dem 40 und 50. Prozentrang. In der GZ-F lagen 16 von 32 Ärzten über dem 50. Prozentrang der Eichstichprobe (Abb.2).



**Abb.2: Verteilung der Leistungen in der Gesamtzahl der bearbeiteten Zeichen minus den Fehlern (GZ-F) um 15 Uhr in die Normentabellen der Deutschen Eichstichprobe aus dem Testheft von Brickenkamp**

In der **Konzentrationsleistung** (KL) lagen die Werte im Mittel auf dem 53. Prozentrang. Dabei erreichten 14 Ärzte Werte über dem Durchschnitt, d.h. über dem 50. Prozentrang der Eichstichprobe. Ein Maximum zeigte sich hier zwischen dem 30. und 40. Prozentrang (Abb.3).



**Abb.3: Verteilung der 15 Uhr Leistungen in der Konzentrationsleistung (KL) in die Normentabellen der Deutschen Eichstichprobe aus dem Testheft von Brickenkamp**

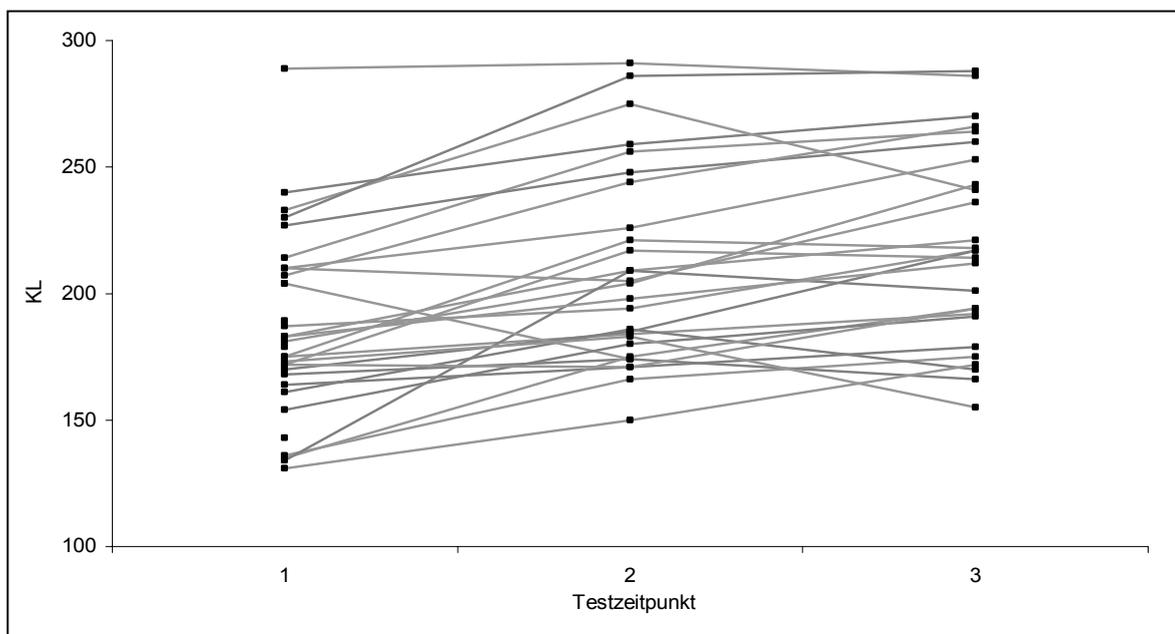
### 3.2 Verlauf der Leistungen im Aufmerksamkeits- Belastungstest während des Dienstes

Die einzelnen Leistungen in der KL, der GZ, der GZ-F und der Fehlerzahl wurden im Verlauf der 3 Testzeitpunkte verglichen. Da nur von 27 Ärzten Werte von allen 3 Testzeitpunkten vorliegen, sind nur bei diesen Verlaufsbeobachtungen möglich. Es zeigte sich dabei keine eindeutige Tendenz bezüglich einer Abnahme der Leistungen oder einer Zunahme der Fehlerzahl.

#### Konzentrationsleistung

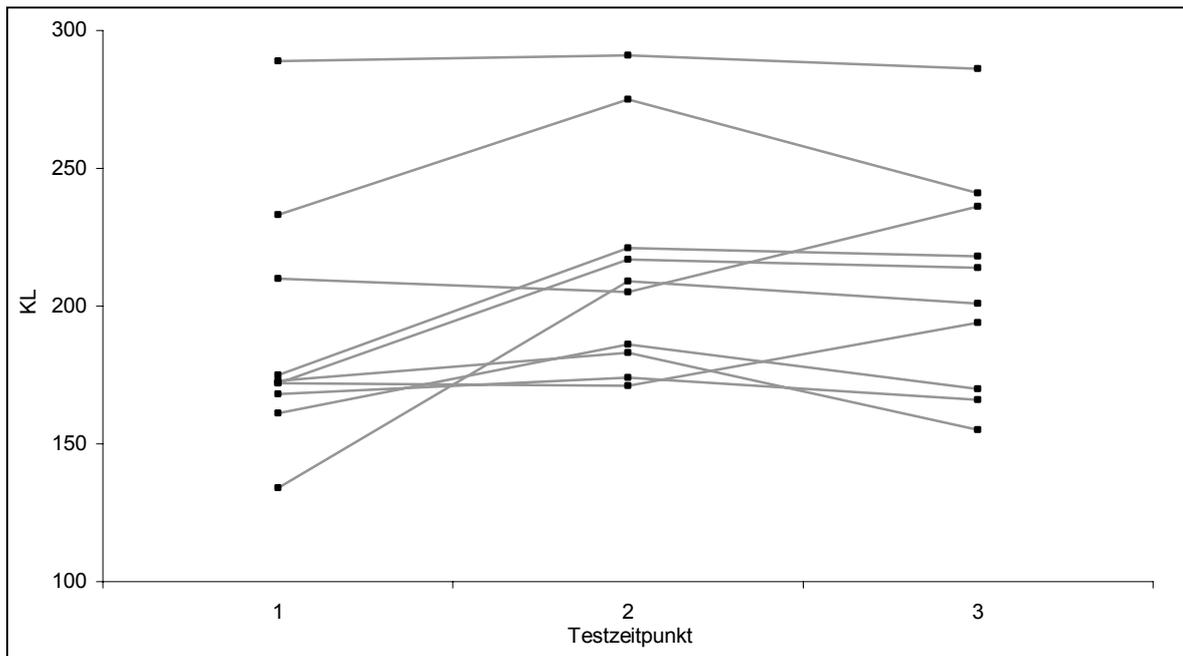
14 Notärzte zeigten in der Konzentrationsleistung (KL) eine kontinuierliche Zunahme der Leistungen. 10 Ärzten zeigten zwischen 2 Testzeitpunkten, also entweder zwischen 15 und 0 Uhr oder zwischen 0 und 7 Uhr oder zwischen 15 und 7 Uhr zwischenzeitliche Abnahmen der Leistungen in der KL, insgesamt nahm bei diesen Ärzten die Leistung aber doch zu. Bei 3 Ärzten nahm die Leistung insgesamt kontinuierlich ab.

In der KL lagen die Werte zwischen 120 und 300 Punkten. Der Mittelwert der Leistungen um 15 Uhr lag dabei bei 185 Zeichen, um 0 Uhr lag er bei 209 Zeichen und um 7 Uhr bei 218 Zeichen. Es zeigte sich also insgesamt eine Leistungszunahme im Verlauf des Dienstes (Abb.4)



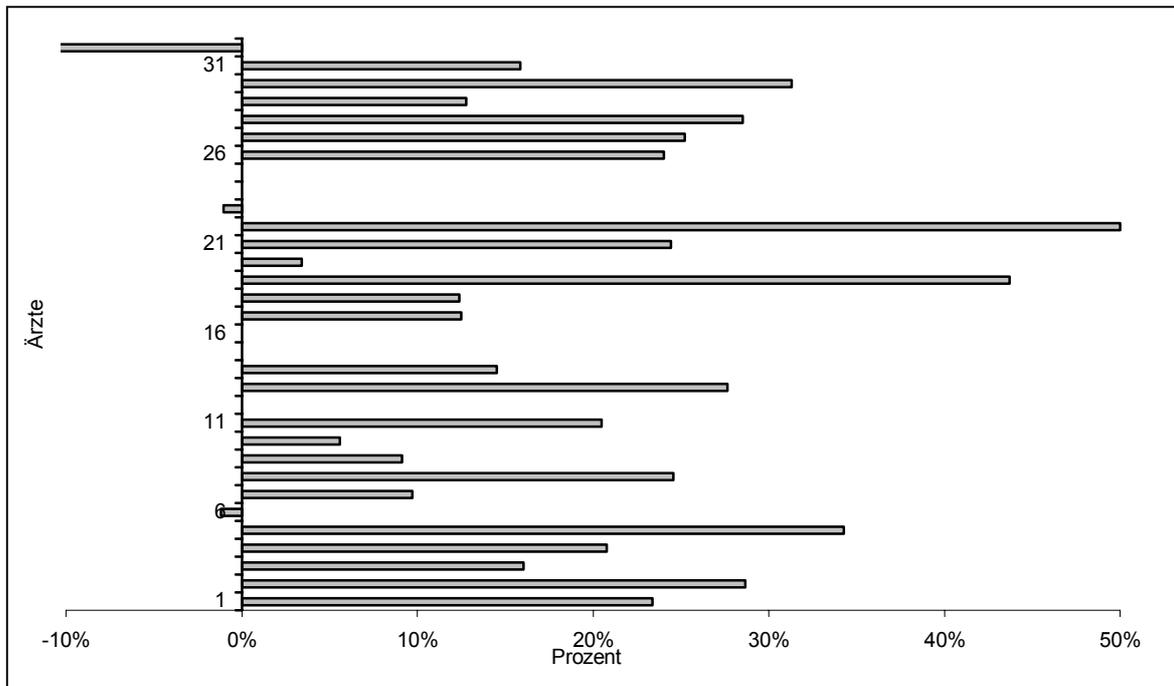
**Abb.4:** Bandbreite der Verläufe der Konzentrationsleistung (KL) jedes Arztes zu den 3 Testzeitpunkten um 15 Uhr (1), 0 Uhr (2) und 7 Uhr (3)

Da wie bereits oben erläutert, die Konzentrationsleistung (KL) am verfälschungsresistenten ist und damit nach momentaner Studienlage die größte Validität aufweist, wurden die Leistungen in der KL detaillierter ausgewertet. Bei den Ärzten, die zwischenzeitlich schlechtere Leistungen erzielten, zeigte sich, dass diese Verschlechterungen nicht stetig von Testzeitpunkt zu Testzeitpunkt sondern nur punktuell zwischen 2 Testzeitpunkten auftraten. Insgesamt zeigten 10 von 27 Ärzten zwischenzeitliche Verschlechterungen (Abb.5)



**Abb.5: Darstellung der Verläufe der Konzentrationsleistung (KL) der Ärzte zu den genannten Testzeitpunkten, die im Verlauf zwischenzeitlich schlechtere Werte erreichten**

Vom ersten zum letzten Testzeitpunkt nahmen dahingegen bei nur 3 Ärzten die Leistungen insgesamt ab. Die deutlichste Verschlechterung betrug 10 Prozent. Die Leistungszunahmen lagen dahingegen im Bereich von 5 bis 50 Prozent. Damit waren die nachgewiesenen Abnahmen weniger ausgeprägt als die Zunahmen. Die durchschnittliche Zunahme der Leistungen vom ersten zum letzten Testzeitpunkt lag dabei bei 19% (Abb.6).

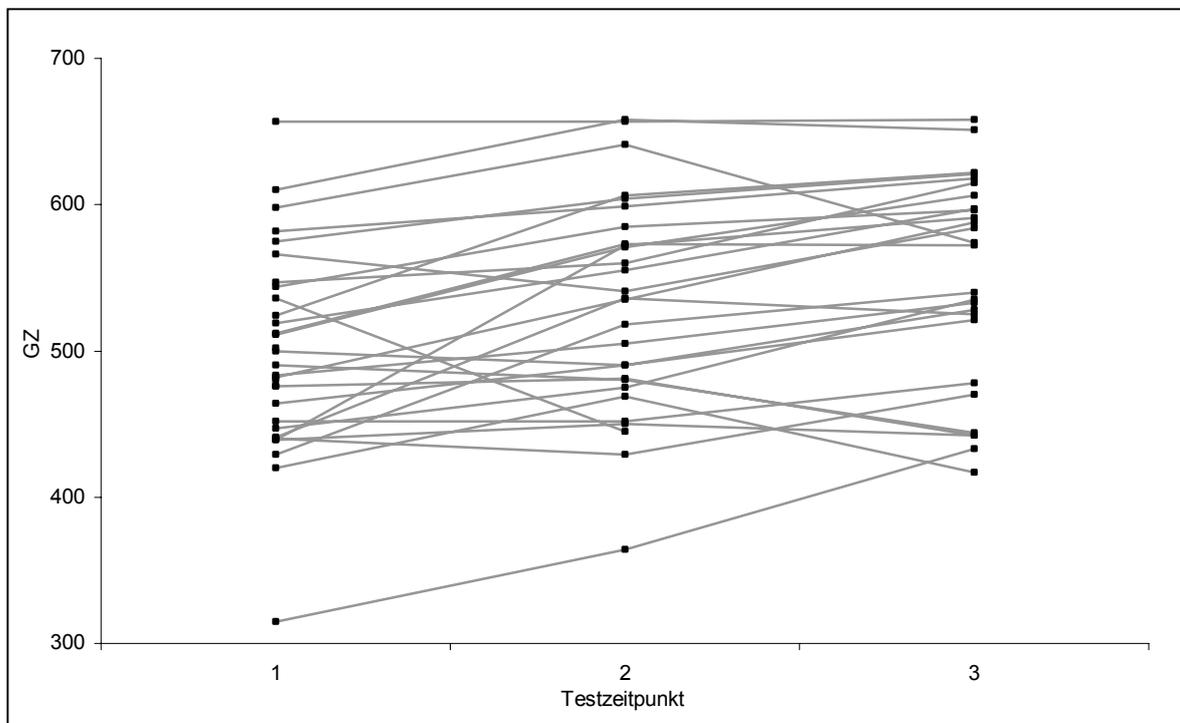


**Abb.6: Prozentuale Veränderungen der Konzentrationsleistungen (KL) der einzelnen Ärzte vom ersten zum letzten Testzeitpunkt**

### Gesamtzahl der bearbeiteten Zeichen

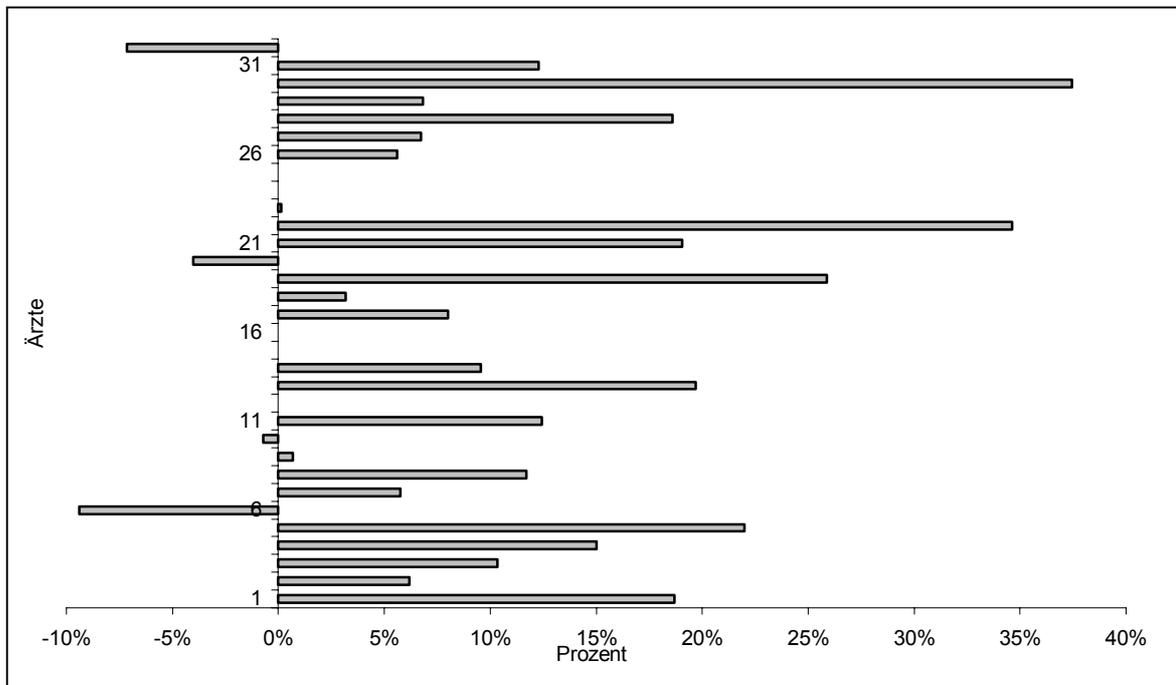
In der Gesamtzahl der bearbeiteten Zeichen lagen die erreichten Werte zwischen 300 und 700 Punkten. Um 15 Uhr lag hier der Mittelwert bei 495 Zeichen um 0 Uhr bei 530 Zeichen und um 7 Uhr bei 548 Zeichen. Der Mittelwert der GZ stieg also ebenfalls im Verlauf an.

In den einzelnen Leistungsverläufen zeigten sich bei 23 der 27 Notärzte vom ersten zum letzten Testzeitpunkt insgesamt Anstiege der Leistungen, bei 4 Ärzten insgesamt Abnahmen. Dabei waren bei 10 Notärzten die Leistungen in der GZ zwischen zwei Testzeitpunkten schlechter. Einzeln betrachtet nahmen vom ersten zum zweiten Testzeitpunkt bei 3 Ärzten die Leistungen ab, vom zweiten zum dritten Testzeitpunkt bei 7 Ärzten (Abb.7).



**Abb.7: Darstellung der Verläufe der Gesamtzahl der bearbeiteten Zeichen (GZ) jedes Arztes zu den 3 Testzeitpunkten um 15 Uhr (1), 0 Uhr (2) und 7 Uhr (3)**

Dabei zeigten vom 1. zum 3. Testzeitpunkt 4 Ärzte eine prozentuale Abnahme der Leistungen. Die Abnahmen lagen im Bereich von 0,7 bis 9 Prozent. Die Zunahmen waren deutlicher und lagen im Bereich von 0,1 bis 37 Prozent (Abb.8). Die durchschnittliche Steigerung in der GZ lag bei 10,7% vom ersten zum letzten Testzeitpunkt.

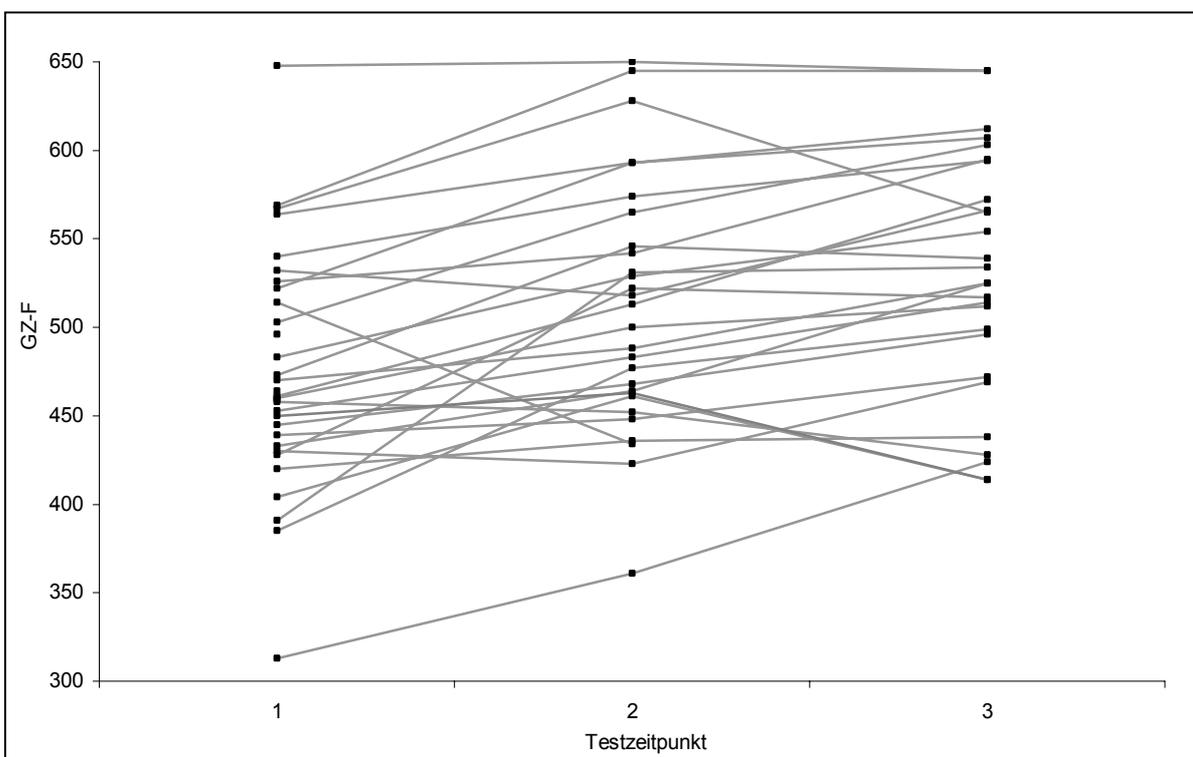


**Abb.8: Prozentuale Veränderungen in der Gesamtzahl der bearbeiteten Zeichen (GZ) der einzelnen Ärzte vom ersten zum letzten Testzeitpunkt**

Gesamtzahl der bearbeiteten Zeichen minus der Fehlerzahl

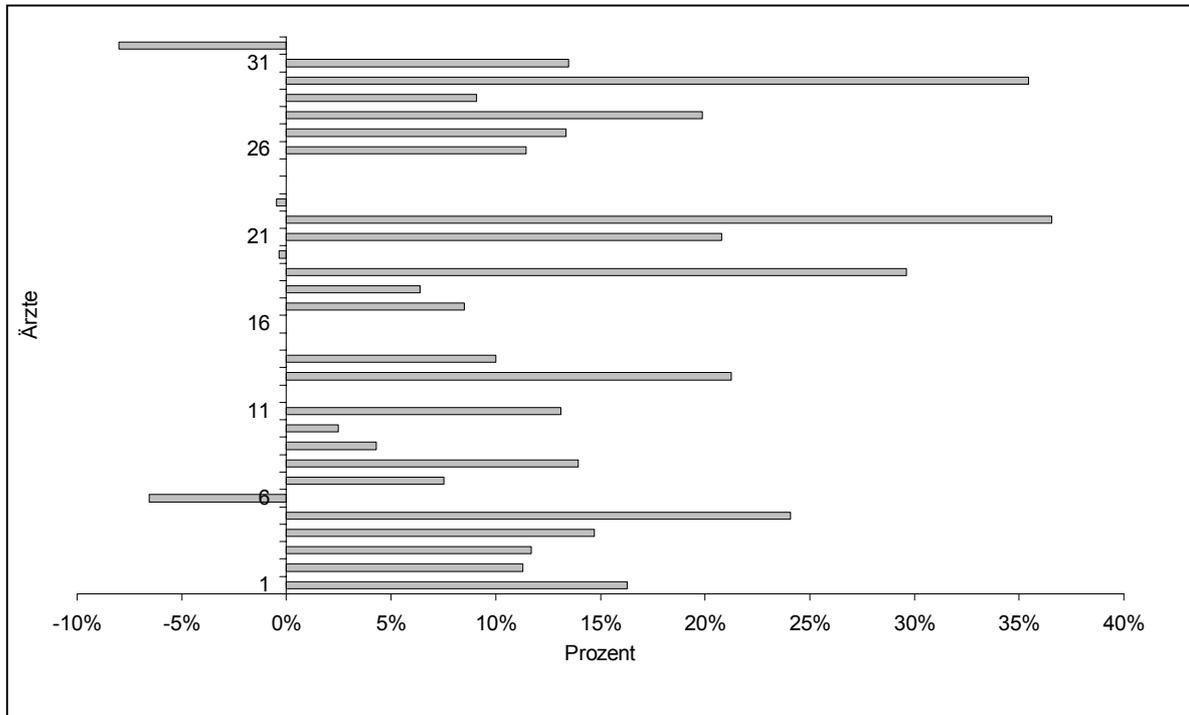
Die Werte der GZ-F lagen zwischen 300 und 650 Punkten. Der Mittelwert um 15 Uhr lag bei 471 Zeichen, um 0 Uhr lag er bei 511 Zeichen und um 7 Uhr bei 529 Zeichen. Auch in der GZ stieg der Mittelwert also während des Dienstes an.

Insgesamt vom ersten zum letzten Testzeitpunkt nahmen wiederum bei 23 Ärzten die Leistungen zu, bei 4 Ärzten ab. Zwischen zwei einzelnen Testzeitpunkten nahmen bei 10 Notärzten die Leistungen ab, dabei erzielten vom ersten zum zweiten Testzeitpunkt 3 Ärzte, vom zweiten zum dritten Testzeitpunkt 7 Ärzte schlechtere Testergebnisse (Abb.9).



**Abb.9: Darstellung der Verläufe der Gesamtleistung (GZ-F) jedes Arztes zu den 3 Testzeitpunkten um 15 Uhr (1), 0 Uhr (2) und 7 Uhr (3)**

In der GZ-F wurden bei 4 Ärzten die Leistungen insgesamt schlechter. Die Leistungsabnahmen lagen im Bereich von maximal 8 Prozent, wohingegen die Zunahmen mit maximal 36 Prozent deutlicher waren (Abb.10).

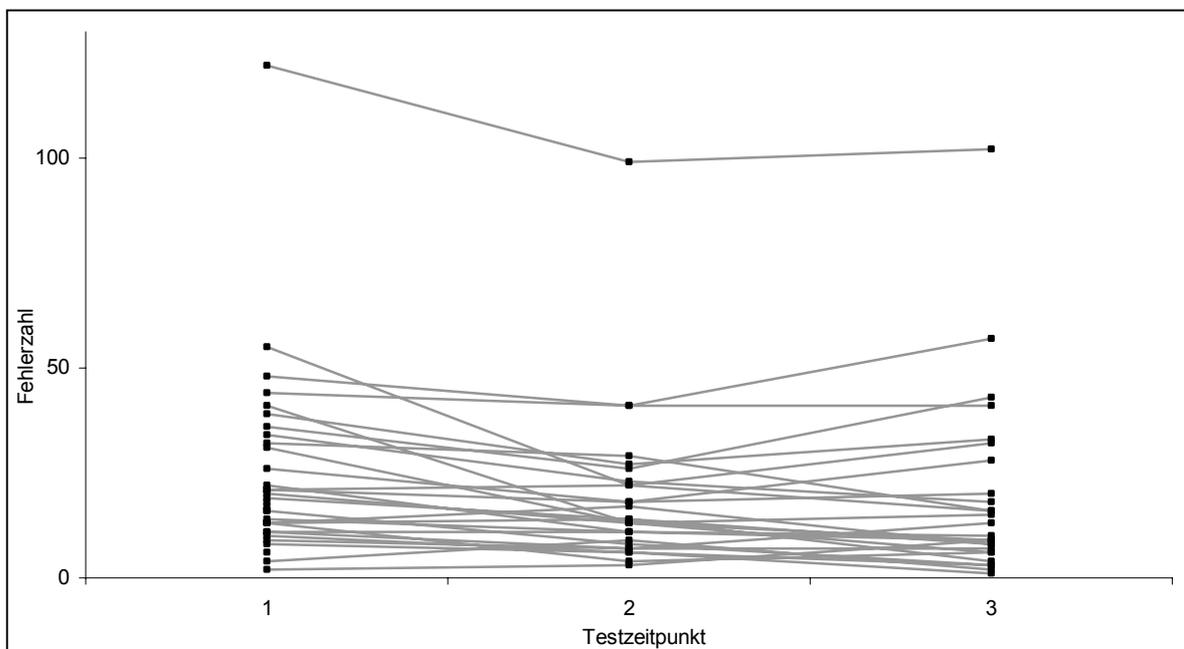


**Abb.10: Prozentuale Veränderungen in der Gesamtzahl der bearbeiteten Zeichen minus der Fehler (GZ-F) der einzelnen Ärzte vom ersten zum letzten Testzeitpunkt**

### Fehlergesamtzahl

Die Fehlergesamtzahl lag bei 26 der 27 Ärzte zwischen 0 und 60 Fehlern. Ein Arzt hatte mit 100 bis 120 Fehlern extrem hohe Fehlerwerte. Der Fehlermittelwert um 15 Uhr lag bei 25 Fehlern um 0 Uhr sowie um 7 Uhr lag er jeweils bei 19 Fehlern. Der Mittelwert nahm also insgesamt ab und blieb zwischen 0 und 7 Uhr konstant.

Im Verlauf der einzelnen Fehlerzahlen zu den verschiedenen Zeitpunkten zeigen sich die Ab- und Zunahmen. 22 Ärzte machten verglichen mit dem ersten Test insgesamt weniger, 5 Ärzte insgesamt mehr Fehler. Bei 13 Ärzten nahmen die Fehlerzahlen kontinuierlich von Test zu Test ab. 11 Notärzte machten beim dritten Test mehr Fehler als im zweiten, 3 Ärzte machten im zweiten Test mehr Fehler als im ersten (Abb.11).



**Abb.11:**Darstellung der Verläufe der Fehlergesamtzahl (F) jedes Arztes zu den 3 Testzeitpunkten um 15 Uhr (1), 0 Uhr (2) und 7 Uhr (3)

Auch bei der Fehlergesamtzahl wurden die Zunahmen der Fehler genauer betrachtet. Bei 16 Ärzten nahmen im Verlauf die Fehlerzahlen zwischen 2 Testzeitpunkten zu. Die Zunahmen waren dabei wiederum nicht kontinuierlich sondern immer auf den Zeitraum zwischen zwei Punkten beschränkt (Abb.12).

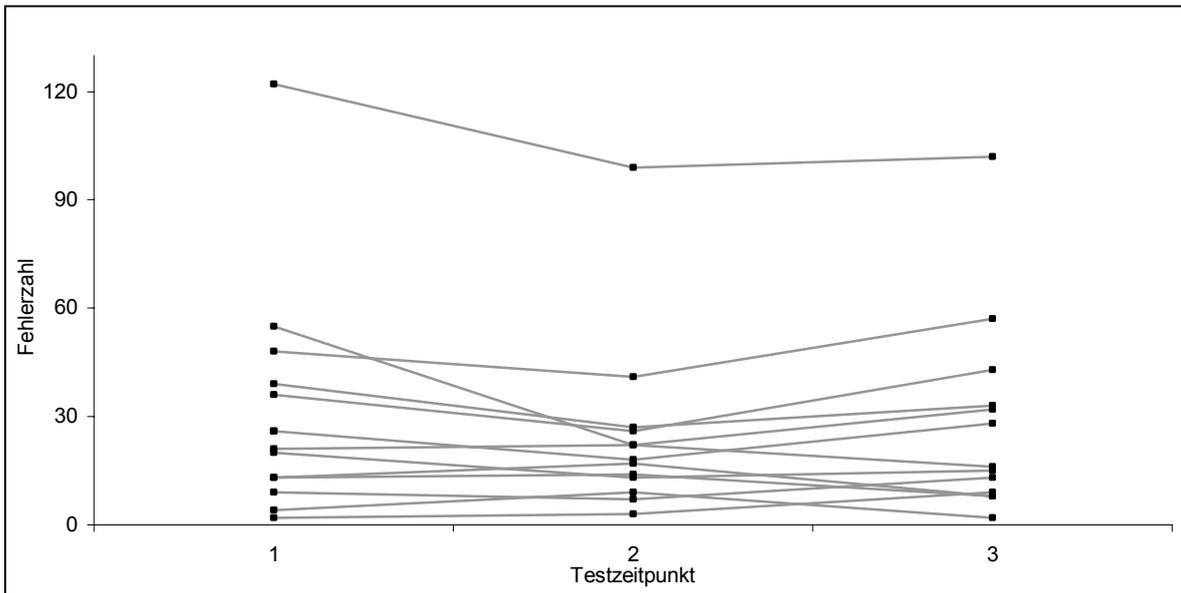


Abb.12: Darstellung der Fehlergesamtzahl (F) der Ärzte zu den genannten Testzeitpunkten um 15 Uhr (1), um 0 Uhr (2) und um 7 Uhr (3) die im Verlauf zwischenzeitlich mehr Fehler machten

Im Vergleich vom ersten zum letzten Testzeitpunkt, zeigten 22 Ärzte eine Abnahme der Fehlerzahl, nur bei 5 Ärzten nahm die Fehlerzahl prozentual insgesamt zu. Die Zunahmen lagen dabei zwischen 7 und 350 Prozent, die Abnahmen zwischen 14 und 90 Prozent (Abb.13).

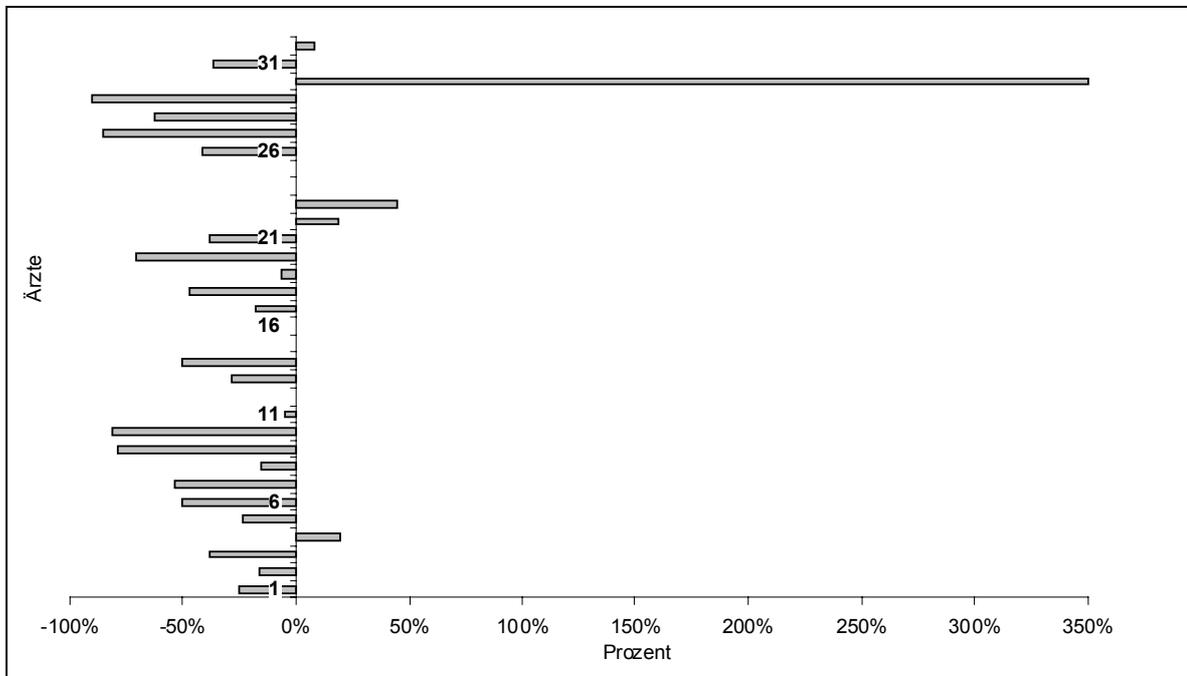


Abb.13: Prozentuale Veränderungen der Fehlergesamtzahl (F) der einzelnen Ärzte vom ersten zum letzten Testzeitpunkt

### 3.3 Verläufe der subjektiven Einschätzungen während des Dienstes

Zu den verschiedenen Testzeitpunkten wurde der Notarzt aufgefordert, seine momentane Konzentrationsfähigkeit selbst einzuschätzen. Die Einschätzung erfolgte auf einer Skala von 1-6, entsprechend den deutschen Schulnoten, d.h. 1 bedeut sehr gut, 6 ungenügend konzentriert. In diesen Einschätzungen wurde die Tendenz deutlich, dass die Ärzte das eigene Konzentrationsvermögen nachts bzw. morgens am Ende des Dienstes schlechter einschätzten.

Um 15 Uhr bewerteten sich von den insgesamt 32 Ärzten, die um 15 Uhr getestet werden konnten, einer mit einer 1, 10 Ärzte mit einer 2, 17 Ärzte mit einer 3 sowie 4 mit einer 4. Die meisten Ärzte meinten also, sie seien gut bis befriedigend konzentriert.

Nach 9h Dienst, d.h. um 0 Uhr gaben sich nur noch 4 Ärzte eine 2, 13 eine 3, 10 sogar nur eine 4 und ein Arzt schätze sein Konzentrationsvermögen nur noch mangelhaft (5) ein.

Zum Dienstenden um 7 Uhr waren die Ärzte noch weniger von sich selbst überzeugt. Nur noch 2 Ärzte schätzten sich gut (2) ein, 9 gaben sich eine 3, 14 Ärzte, also die Mehrheit eine 4, jeweils ein Arzt schätze sich mangelhaft (5), bzw. ungenügend (6) ein.

Insgesamt schätzten 19 der 27 Ärzte, die dreimal getestet wurden ihre Aufmerksamkeit und Belastbarkeit während des Dienstes vom ersten zum dritten Testzeitpunkt als schlechter werdend ein. 5 Notärzte schätzen ihre Aufmerksamkeit vom ersten zum letzten Testzeitpunkt gleich, 3 Notärzte schätzten Ihre Leistungsfähigkeit besser werdend ein (Abb. 14-16).

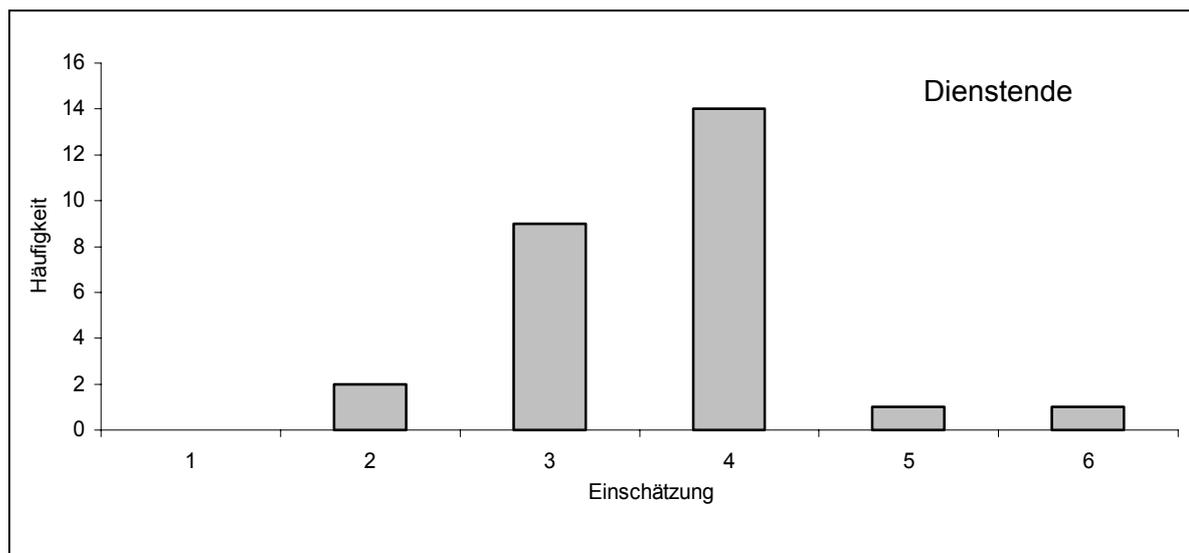
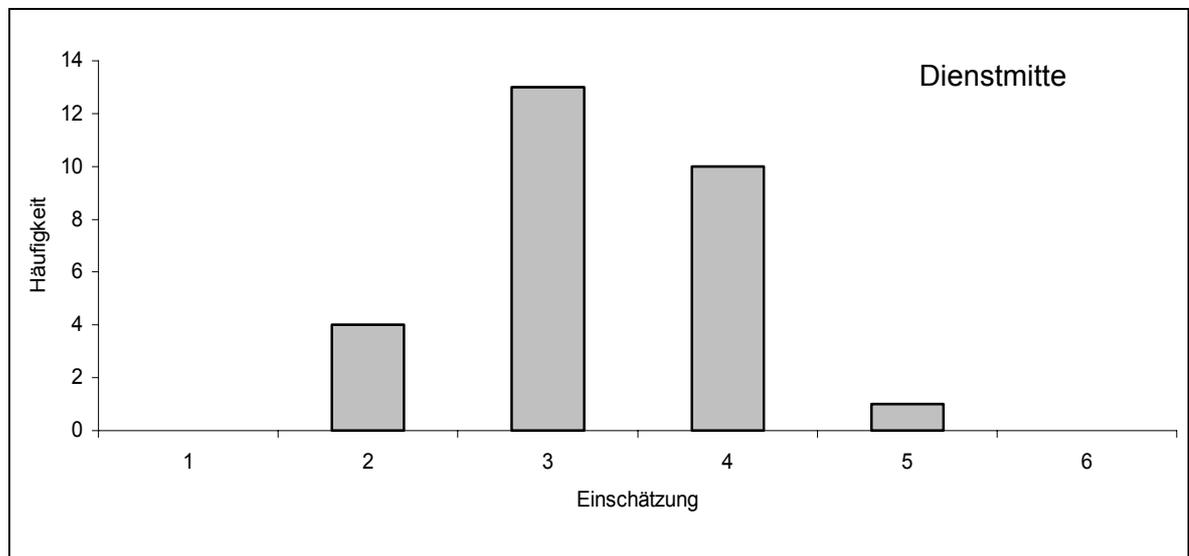
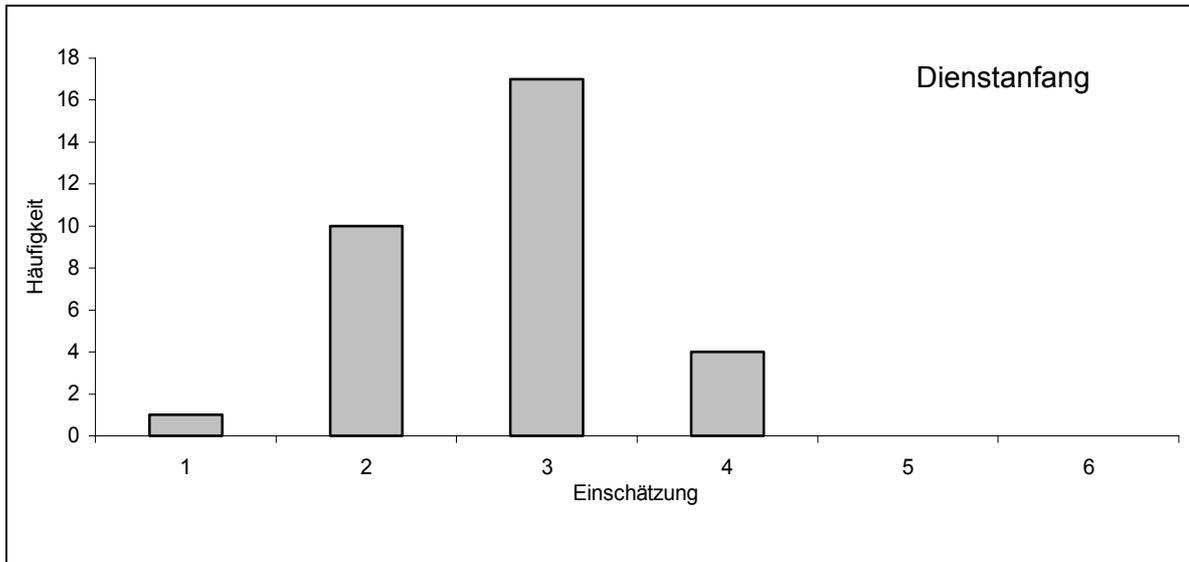


Abb.14-16: Einschätzungen der eigenen Aufmerksamkeit zum Dienstanzfang, zur Dienstmitte und zum Dienstende auf einer Skala von 1- 6 ( 1= sehr gut, 6= ungenügend).

### 3.4 Abhängigkeiten der Leistung von Alter und Dienstbelastung

Die Ärzte waren im Durchschnitt 35 Jahre alt, hatten durchschnittlich 9 Einsätze und haben im Mittel 2,7h während des Dienstes geschlafen (Tab.2).

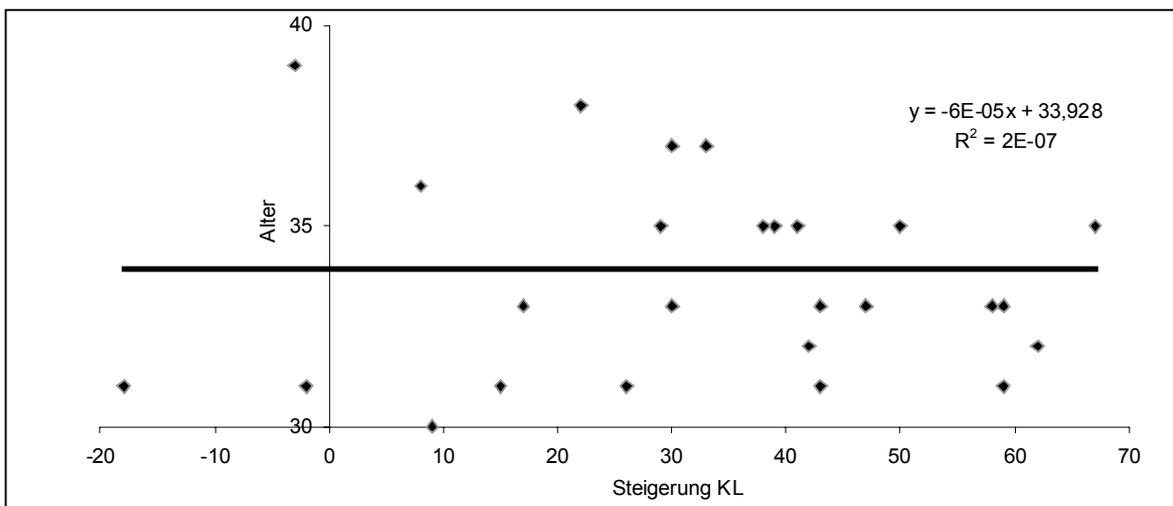
**Tab.2: Übersicht über Alter, Einsatzzahl und den während des Dienstes geschlafenen Stunden**

<b>Alter:</b>	<b>Gesamtzahl:32</b>	
	<b>n</b>	<b>%</b>
0..10	0	0
10..20	0	0
20..30	1	3,1
30..40	28	87,5
40..50	2	6,3
50..60	1	3,1
<b>Einsatzzahl:</b>	<b>Gesamtzahl: 27</b>	
0..2	0	0
2..4	0	0
4..6	5	18,5
6..8	6	22,2
8..10	7	25,9
10..12	5	18,5
12..14	3	11,1
14..16	1	3,7
<b>geschlafene Stunden:</b>	<b>Gesamtzahl: 27</b>	
0..1	4	14,8
1..2	7	25,9
2..3	5	18,5
3..4	6	22,2
4..5	5	18,5

Es soll nun veranschaulicht werden, ob es einen linearen Zusammenhang zwischen der Steigerung in der KL vom ersten zum letzten Testzeitpunkt bzw. der Fehlergesamtsumme und dem Alter, der Einsatzzahl oder den während des Dienstes geschlafenen Stunden gibt. Hierbei handelt es sich jeweils um eine asymmetrische Fragestellung. Es soll dargestellt werden, ob durch die Veränderungen der einen gemessenen Variabel die andere vorhergesagt werden kann. Die Steigung der Trendgeraden gibt dabei den Regressionskoeffizienten. Das Bestimmtheitsmaß  $R^2$  gibt an, zu wie viel Prozent die Trendfunktion die gemessenen Werte erklären kann.

### Konzentrationsleistung

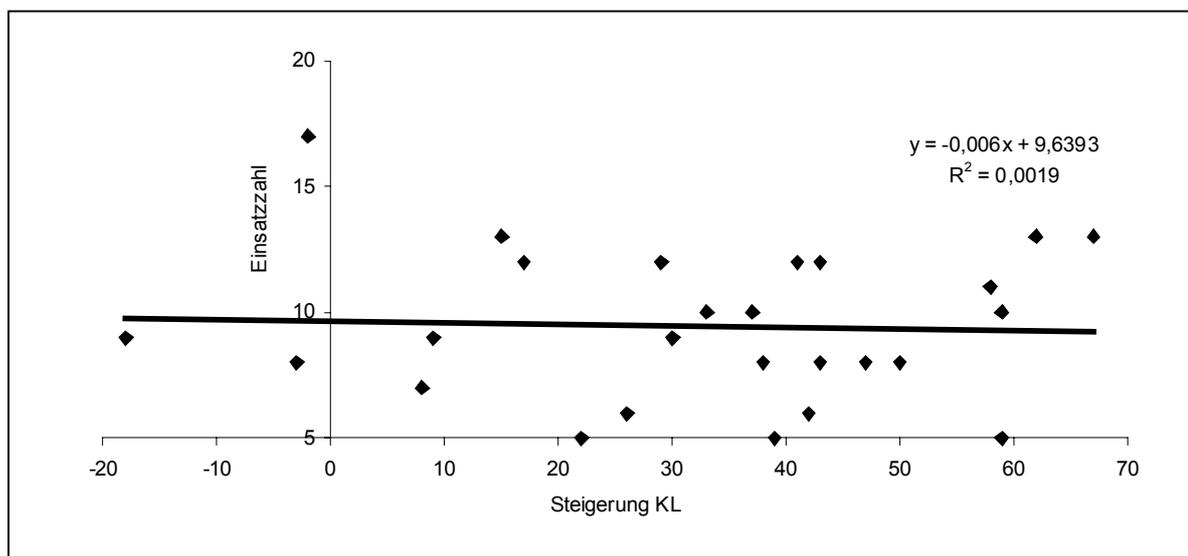
Da wie oben bereits mehrfach erwähnt, die KL die Variabel mit der größten Validität ist, erfolgt die Korrelationsrechnung zunächst im Vergleich mit der Steigerung in der Konzentrationsleistung vom ersten zum letzten Zeitpunkt. Die Steigerung der Konzentrationsleistung wird daher verwandt, da diese auch in der Literatur meist als Maßstab genommen wird. Fertigt man eine Punktwolke in einem Diagramm an, auf dessen x- Achse die Steigerung in der Konzentrationsleistung vom ersten zum letzten Test und auf dessen y- Achse das Alter aufgetragen wird, beträgt der Regressionskoeffizient, der die Steigung der Geraden bildet nahezu 0, d.h. durch eine Steigerung des Alters ist kein Anstieg in der Steigerung der KL vorhersagbar und umgekehrt. Das Bestimmtheitsmaß beträgt ebenfalls fast 0, d.h. kein Wert in der Steigerung der Konzentrationsleistung ist durch das Alter vorhersagbar. (Abb.17).



**Abb.17: Lineare Regression zwischen der Steigerung in der Konzentrationsleistung (KL) und dem Alter**

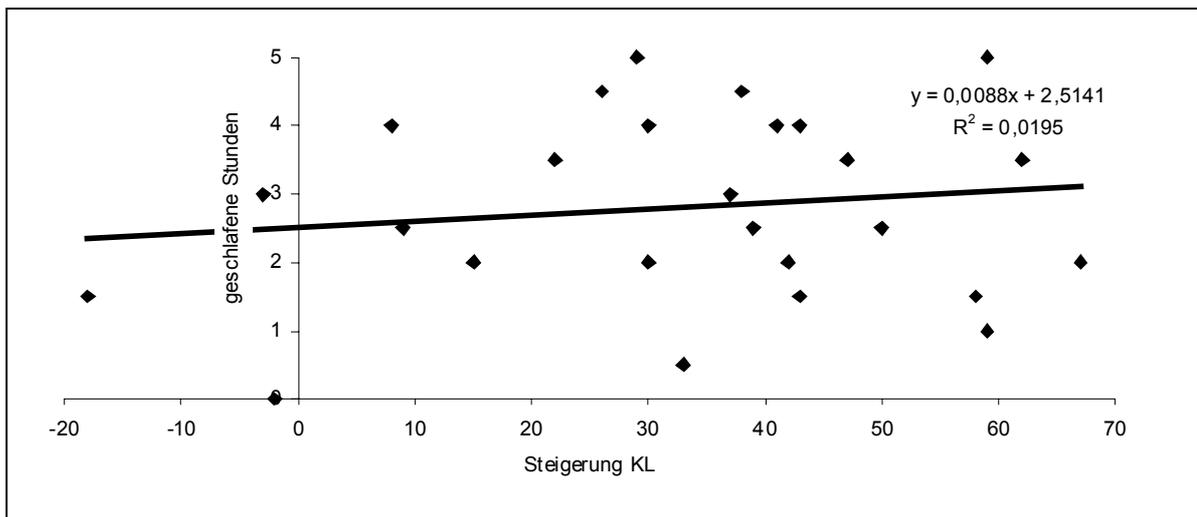
Ebenso verhält es sich mit einer Abhängigkeit zwischen der Einsatzzahl während des Dienstes und der Steigerung in der Konzentrationsleistung während des Dienstes. Hier ergibt sich ein Regressionskoeffizient von  $-0,006$ , d.h. es besteht keine gegenseitige Beziehung, durch eine höhere Einsatzzahl ist keine schlechtere Konzentrationsleistung zu erklären.  $R^2$  beträgt  $0,002$ , d.h. nur  $0,002$  Prozent der Werte sind durch diese Funktion zu erklären.

Es finden sich sowohl bei einer Einsatzzahl von 5 Einsätzen als auch bei einer Einsatzzahl von 12 Einsätzen ähnlich verteilte Steigerungen in der Konzentrationsleistung. Der Proband mit der höchsten Einsatzzahl verschlechterte sich während des Dienstes in seiner Konzentrationsleistung (Abb.18).



**Abb.18: Lineare Regression zwischen der Steigerung in der Konzentrationsleistung (KL) von der Einsatzzahl**

Auch zwischen den während des Dienstes geschlafenen Stunden und der Steigerung der Konzentrationsleistung ist kein linearer Zusammenhang erkennbar, hier ergibt sich ein Regressionskoeffizient von 0,008, das heißt durch eine Zunahme der während des Dienstes geschlafenen Stunden ist keine Steigerung in der KL erklärbar. Nur 0,02 Prozent der Werte werden durch diese Funktion erklärt. (Abb.19).



**Abb.19: Lineare Regression zwischen der Steigerung in der Konzentrationsleistung (KL) und den geschlafenen Stunden**

### Fehlersumme aus allen 3 Tests

Des Weiteren soll nun dargestellt werden, ob die Summe aller Fehler, die in den 3 Tests zusammen gemacht wurden durch eine höhere Einsatzzahl, das Alter des Probanden oder durch die während des Dienstes geschlafenen Stunden ableitbar ist. Die Fehlersumme ergibt sich aus der Addition aller Fehler, die in den drei Tests gemacht wurden. Dabei wird die Fehlerzahl des Arztes der insgesamt 324 Fehler machte aus der Wertung ausgeschlossen, da es bei diesem extremen Ausreißerwert zu einer Verfälschung kommen würde. Aus den übrigen Werten wird wiederum eine Punktwolke angefertigt, auf deren x- Achse die Fehlersumme und auf deren y- Achse die Einsatzzahl aufgetragen wird, anschließend erfolgt die Regressionsrechnung.

Zwischen Einsatzzahl und der Fehlersumme ergibt sich ein Regressionskoeffizient von 0,0001, d.h. durch eine Zu- oder Abnahme der Einsatzzahl ist keine Veränderung in der Fehlersumme interpretierbar.  $R^2$  beträgt hier ebenfalls wieder fast 0. (Abb.20).

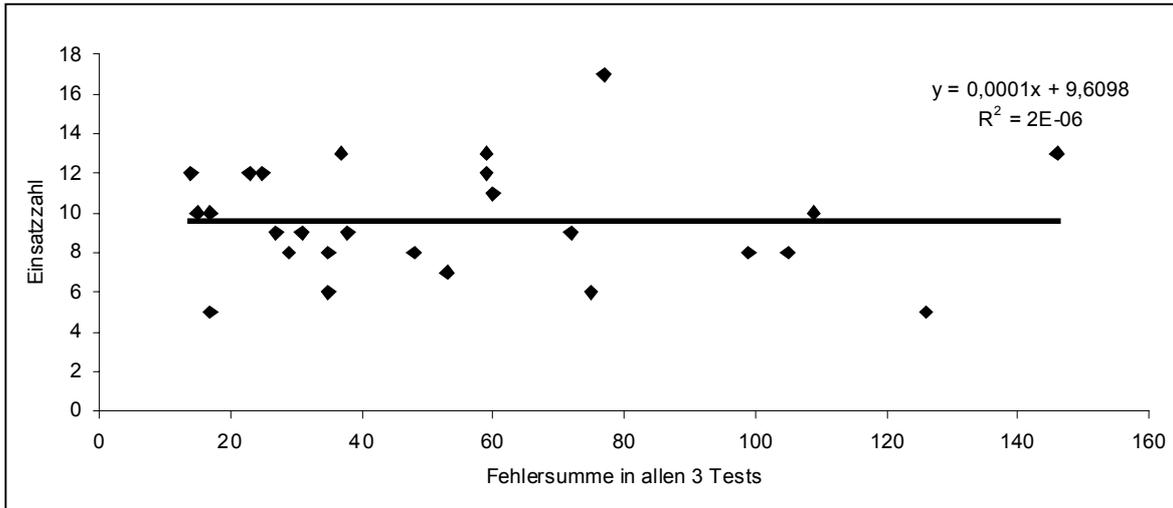


Abb.20: Lineare Regression zwischen der Summe aller Fehler aus 3 Tests und der Einsatzzahl

Ebenso verhält es sich mit einem Zusammenhang zwischen den während des Dienstes geschlafenen Stunden und der Fehlersumme, der Regressionskoeffizient beträgt hier 0,0065, d.h. unabhängig davon wie viel die Ärzte während des Dienstes geschlafen haben, verteilen sich die Fehleranzahl. Nur 0,03 Prozent der Fehlerwerte können durch die Schlafstunden vorhergesagt werden (Abb.21).

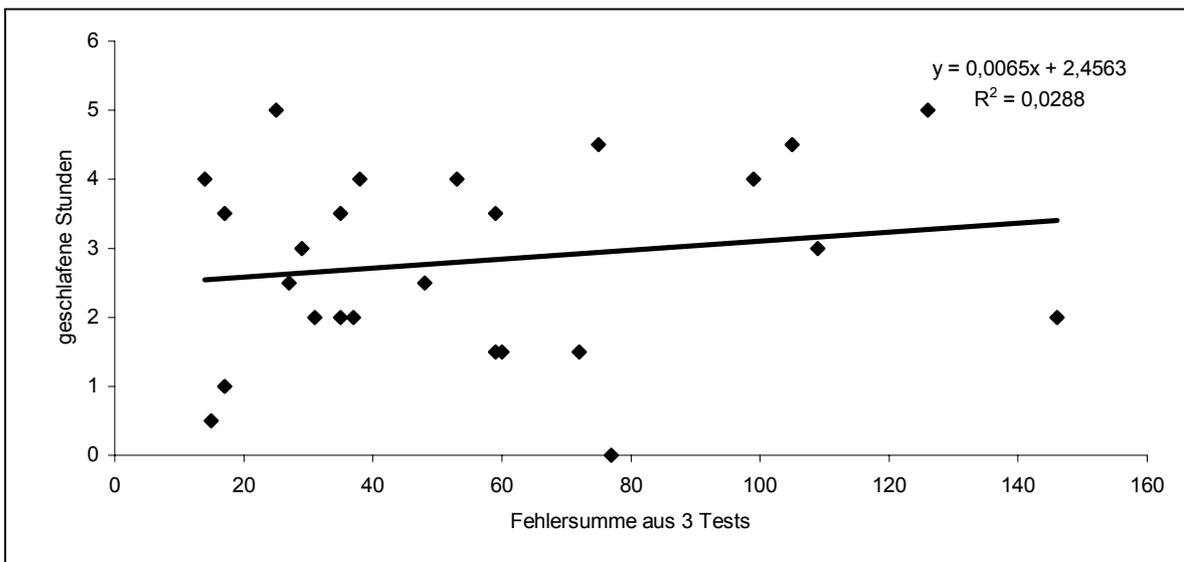


Abb.21: Lineare Regression zwischen der Summe aller Fehler aus 3 Tests und den während des Dienstes geschlafenen Stunden

Auch zwischen Alter und der Fehlersumme aus den 3 Tests ist bei einem Regressionskoeffizienten von  $-0,0005$  gegen- oder gleichläufige Beziehung gegeben.  $R^2$  beträgt auch hier wieder fast 0 (Abb.22).

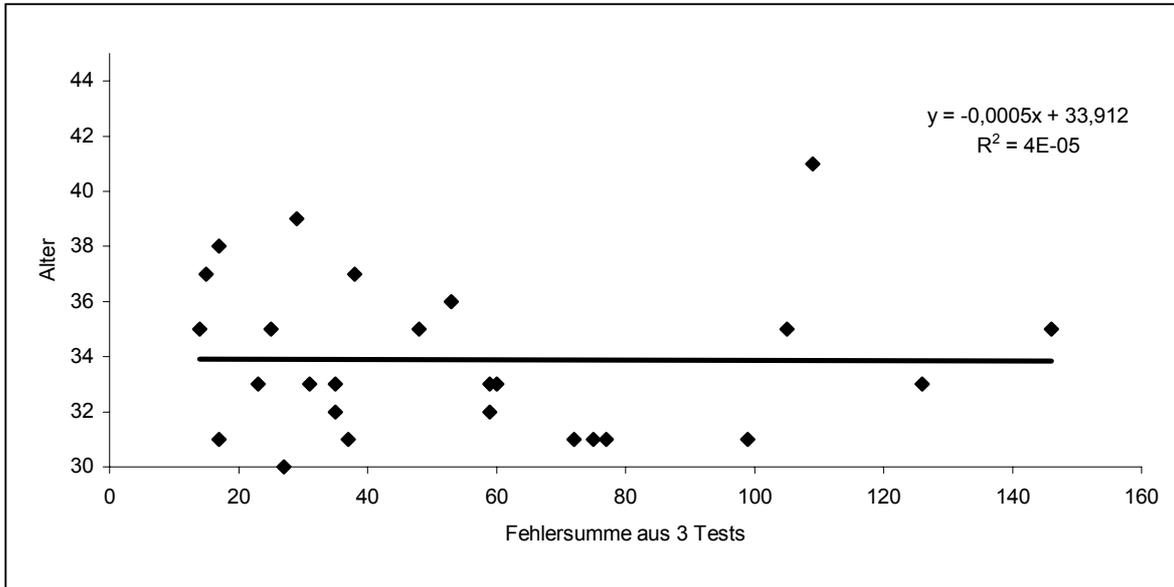
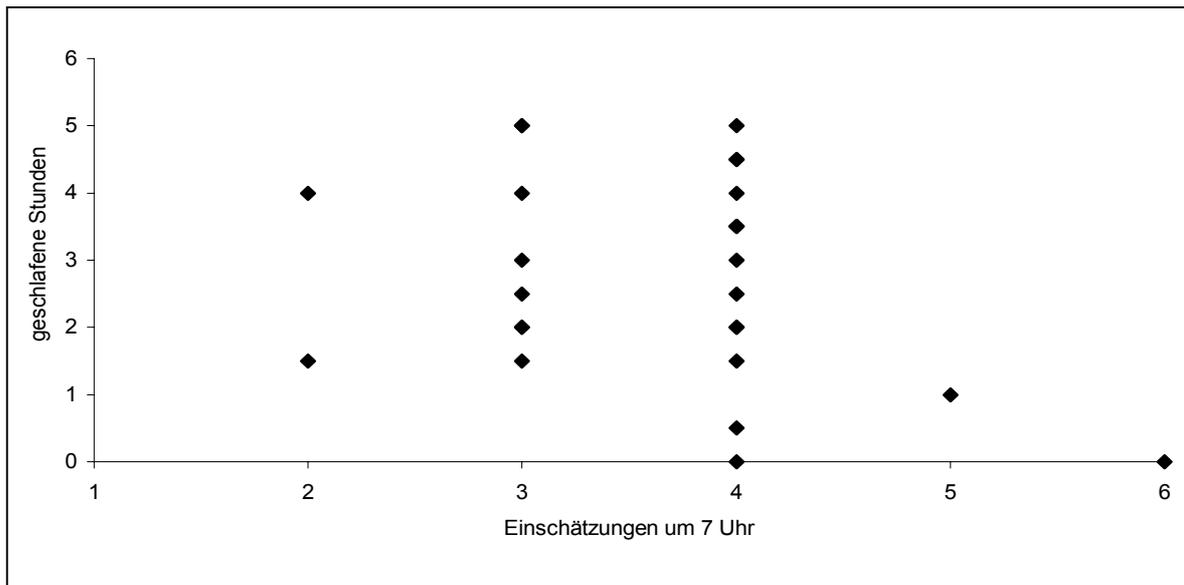


Abb.22: Lineare Regression zwischen der Summe aller Fehler aus 3 Tests und dem Alter

### 3.5 Subjektive Einschätzung der eigenen Konzentrationsfähigkeit nach dem Dienst

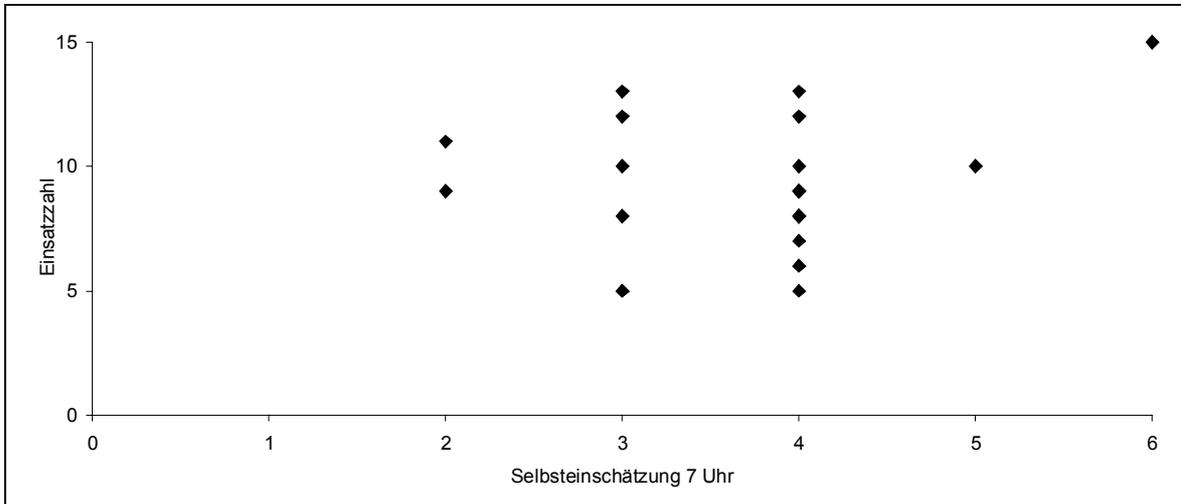
Während des Dienstverlaufes schätzten 19 der 27 Notärzte, die den Tests gemacht hatten ihre Konzentrationsfähigkeit als schlechter werdend ein. Daher soll nun dargestellt werden, ob die schlechtere Einschätzung um 7 Uhr von dem tatsächlichen Arbeitsaufwand während des Dienstes abhängt, hierbei handelt es sich um eine symmetrische Fragestellung, wobei der x- Wert fest vorgegeben ist (Abb.23).



**Abb.23: Darstellung der Einschätzung der Aufmerksamkeit um 7 Uhr nach dem Dienst von den während des Dienstes geschlafenen Stunden**

Hier ist zu erkennen, dass die beiden Ärzte, die ihre Konzentrationsfähigkeit am Morgen nach dem Dienst nur noch mit mangelhaft bzw. ungenügend einschätzten, tatsächlich nur eine bzw. gar keine Stunde geschlafen hatten. Die Ärzte die mehrere Stunden geschlafen hatten, nämlich vier maximal fünf Stunden schätzten die Leistungsfähigkeit am nächsten Morgen unterschiedlich zwischen gut bis ausreichend ein. Auch sonst findet sich eine relativ gleichmäßige Verteilung zwischen geschlafenen Stunden und der Leistungseinschätzung nach dem Dienst.

Es soll des Weiteren zur Vervollständigung der Darstellung des Arbeitsaufwandes die Einsatzzahl bezogen auf die Selbsteinschätzung nach dem Dienst dargestellt werden (Abb.24).



**Abb.24: Darstellung der Einschätzung der Aufmerksamkeit um 7 Uhr nach dem Dienst von der Einsatzzahl**

Auch hier erkennt man wieder, dass der Notarzt, der sein Konzentrationsvermögen nach dem Dienst als ungenügend einschätzt, die größte Einsatzzahl, nämlich 15 Einsätze hatte. Bei den übrigen Ärzten findet sich allerdings eine relativ gleichmäßige Verteilung zwischen der Selbsteinschätzung und der Einsatzzahl. Derjenige Arzt, der seine Aufmerksamkeit am nächsten Morgen als mangelhaft (5) einschätzt, hatte 10 Einsätze und liegt damit klar im Mittelfeld aller Ärzte.

Der Notarzt, der seine Aufmerksamkeit nach dem Dienst als ungenügend (6) einschätzt hat also tatsächlich die meisten Einsätze sowie gar keinen Schlaf während des Dienstes gehabt.

## 4. Diskussion

### 4.1 Vergleich der Leistungen des Arztes zum Dienstbeginn mit der Eichstichprobe

Die Notärzte, die am Universitätsklinikum der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg Dienst haben, gehen nicht ausgeruht in diesen Dienst. Bis zum Dienstbeginn haben sie bereits 8h gearbeitet (s. Tabelle1). Somit stellt sich die Frage, ob der Arzt zum Dienstbeginn in einem gut konzentrierten Zustand ist oder ob er bereits durch die Tätigkeit am Vormittag ermüdet ist.

In der Nacht vor dem Dienstag haben die Ärzte durchschnittlich 6,1h geschlafen. Damit liegen sie unter dem Durchschnitt der deutschen Bevölkerung, die nachts im Schnitt 7h schläft [40]. Somit könnte man mutmaßen, dass die Ärzte bereits mit einem Schlafdefizit in den Dienst gehen. Die Werte, die die Notärzte im d2 Test um 15 Uhr also zum Dienstbeginn im Vergleich mit der Eichstichprobe erreichten, lagen zwischen dem 53. und dem 56. Prozentrang. Im Mittel lagen die Werte auf dem 54,8. Prozentrang. Damit sind die erreichten Werte im Vergleich zur Eichstichprobe überdurchschnittlich.

Allerdings gab es bei den verschiedenen ausgewerteten Parametern jeweils eine Anzahl von Ärzten, die unter dem Durchschnitt der Eichstichprobe lag. In der GZ erreichten 14 Ärzte nur Werte unter dem 50. Prozentrang, in der GZ-F sogar 16 und in der KL lagen 18 Ärzte unter dem Durchschnitt. In dem auswertungsrelevantesten Parameter der KL sind also im Vergleich mit der Eichstichprobe zum Dienstbeginn bereits im Mittel 18 Ärzte nur unterdurchschnittlich konzentriert.

Die Eichstichprobe wird gebildet aus einer repräsentativen Stichprobe bestehend aus Haupt- und Realschülern, Gymnasiasten, Studenten und Arbeitern. Westhoff wies 1983 nach, dass die Leistungen im Aufmerksamkeits- Belastungs- Test mit steigender Intelligenz zunehmen und widerlegte damit Brickenkamps Behauptung, „die Leistungen seien von intelligenten Faktoren weitgehend unabhängig“ [38]. Er zeigte, dass ein positiver Zusammenhang zwischen den Variablen Intelligenz und Leistung im d2 Test besteht [38]. Westhoff ging weiter davon aus, dass unterschiedliche Schulbildung mit Intelligenzunterschieden zusammenhängt und wies daraufhin nach, dass auch die Schulbildung positiv mit besseren Leistungen im d2 Test korreliert [38].

Die Notärzte, die ja alle einen Hochschulabschluss haben, müssten demzufolge deutlich bessere Leistungen im d2 Test als die Eichstichprobe erreichen, dies ist allerdings bislang noch nicht in Studien belegt worden.

Die 15 Uhr Leistungen der Ärzte liegen also im Mittel knapp über dem Durchschnitt der Eichstichprobe. 18 der 32 Ärzte erreichten allerdings in der KL nur Werte unter dem Durchschnitt. Geht man davon aus, dass die Intelligenz verbunden mit der Schulbildung bei den Ärzten höher als in der Eichstichprobe ist, würde man bessere Werte im Aufmerksamkeits- Belastungs- Test erwarten.

Die 15 Uhr Leistungen der Ärzte sind also nicht wirklich überzeugend und lassen die These zu, dass die Ärzte nicht mit ihrer vollen Konzentrationskraft in den Dienst gehen. Die 8h Arbeit am Vormittag ermüden die Ärzte bereits. Um diese These zu hinterlegen, müsste man z.B. im Vergleich Untersuchungen mit den Ärzten machen, die morgens ausgeschlafen zur Arbeit kommen.

## 4.2 Verlauf der Leistungen im d2 Test während des Dienstes

Im Verlauf eines Dienstes von 15 Uhr nachmittags bis 7 Uhr am nächsten Morgen gibt es physiologische Leistungstiefs und -hochs [11]. Zwischen 6 und 8 Uhr also zum Beginn des normalen Arbeitstags steigt der Blutdruck und Adrenalin Spiegel. Im Verlauf des Vormittags erreicht der Körper sein Leistungsmaximum. Zwischen 12 und 15 Uhr, also zum Dienstbeginn und Zeitpunkt des ersten Tests, fällt die Leistungskurve wieder. Am späten Nachmittag erreicht der Körper ein zweites Leistungshoch. Mit Beginn der Dunkelheit zwischen 21 und 23 Uhr sinkt der Adrenalin Spiegel wieder, die Melatoninproduktion setzt ein. Um 24 Uhr zum Zeitpunkt des zweiten Tests ist die Reaktionsfähigkeit an ihrem Tiefpunkt. Zum 3. Testzeitpunkt um 7 Uhr steigen dann die Herzfrequenz, der Blutdruck und Adrenalin Spiegel erneut an [11].

Es konnte gezeigt werden, dass bei 4 oder 6 -Buchstaben-Durchstreich-Tests die Testleistung diesen tageszeitlichen Schwankungen folgt [10]. Brickenkamp zitiert im Testmanual [9] zum Aufmerksamkeits- Belastungs- Test allerdings eine Studie, in der keine tageszeitlichen Schwankungen der Leistungen im d2- Test nachgewiesen werden konnten. Geht man dennoch von tageszeitlichen Schwankungen aus, müssten die besten Werte im d2 Test um 7 Uhr erreicht werden, da dann das Leistungsniveau am höchsten ist. Die schlechtesten Werte würde man um 24 Uhr am Tiefpunkt des Reaktionsvermögens erwarten. Um 15 Uhr würde man ebenfalls mit schlechteren Werten rechnen, da um diesen Zeitpunkt das Leistungstief während des Tages liegt.

Nicht berücksichtigt ist in dieser Leistungskurve der Schlafmangel während des Dienstes, der wie in vielen Studien [17,18,21,32,34,35] gezeigt werden konnte, zu einer Leistungsabnahme führt. Danach müsste man erwarten, dass durch das Schlafdefizit die Werte um 24 Uhr und um 7 Uhr am nächsten Morgen negativ beeinflusst werden und damit schlechter ausfallen. Chronischer Schlafmangel führt zur Abnahme der Lebensqualität und zu Einschränkungen der physischen Leistungsfähigkeit, Aufmerksamkeit und Konzentration [16]. Akuter Schlafentzug während eines Dienstes führt unter anderem zu einer Abnahme des visuellen Gedächtnisses [33]. Des Weiteren wurde eine Abnahme des Reaktionsvermögens sowie der Genauigkeit bei der Ausführung von Aufgaben nach dem Dienst beschrieben [5]. Auch die Konzentration bei der Ausführung einfacher Aufgaben lässt nach dem Dienst nach [18,35]. Egal wie die interindividuellen Unterschiede der Leistungen in verschiedenen Tests waren, die Veränderungen nach dem Dienst gingen immer in die gleiche, in die schlechtere Richtung [21].

Bei der zusammenfassenden Beurteilung von 143 Studien, die sich mit Veränderungen in der Leistung und Konzentration durch Schlafentzug beschäftigten, zeigte sich insgesamt eine Verschlechterung der Leistungen durch den Schlafmangel [26]. Auch in objektiven Tests wurde eine höhere Schläfrigkeit nach dem Dienst nachgewiesen [39]. Legt man diese Studien zu Grunde, erwartet man schlechtere Leistungen im d2 Test während und nach dem Dienst. Daher erstaunt es, dass in unserer Studie diese Leistungsabnahmen nicht bestätigt werden konnten.

Um 15 Uhr im ersten Test lag der Mittelwert der erreichten Leistungen in der KL bei 185, in der GZ bei 495 und in der GZ-F bei 471. Um 0 Uhr erreichten die Ärzte in der KL durchschnittlich Werte um 209, in der GZ Werte um 530 und in der GZ-F Werte um 511 Zeichen. Am letzten Testzeitpunkt um 7 Uhr zeigte sich eine erneute Zunahme der Leistungen. Der Durchschnitt der Leistungen in der KL lag jetzt bei 218, in der GZ lag er bei 548 und in der GZ-F bei 529 Zeichen. Entsprechend der Leistungszunahme zeigte sich eine Abnahme der Fehlerzahlen. Um 15 Uhr wurden durchschnittlich 25 Fehler gemacht um 0 und 7 Uhr dahingegen jeweils nur noch durchschnittlich 19 Fehler. Auch wenn einige Ärzte zwischen zweien der drei Testzeitpunkten sich in ihren Leistungen verschlechterten, wurden insgesamt nur wenige Ärzte schlechter. In der KL wurden insgesamt nur 3 Ärzte schlechter, in der GZ und GZ-F waren es jeweils 4 Ärzte, die insgesamt eine Leistungsabnahme aufwiesen. In der Gesamtzahl der Fehler nahm ebenfalls nur bei 5 Ärzten die Fehlerzahl gesamt gesehen zu. Auch prozentual gesehen überwogen die Leistungszunahmen. Die durchschnittliche prozentuale Veränderung in der KL lag bei + 18,75 %, in der GZ bei + 10,71 % und in der GZ-F bei +12,59 %. Die Fehlergesamtzahl veränderte sich prozentual um – 19,39 %.

Es zeigt sich also nicht wie in den vorliegenden Studien [5,8,14,15,17-22,26-29,34} eine Leistungsverschlechterung durch den Schlafentzug während des Dienstes, sondern sogar eine Leistungssteigerung. Wie kann man diese Steigerung erklären?

Eine verlängerte Phase ohne Schlaf um nur 3h kann zu den gleichen Veränderungen in Reaktions- und Fahrsimulationstests wie ein Alkoholspiegel von 0,08% führen [4,5]. Brickenkamp beschreibt im Testmanual zum d2 Test, dass ein hoher Alkoholspiegel zur Abnahme der Leistungen führt [9]. Die Leistungseinbußen korrelieren dabei mit dem Alkoholspiegel [9]. Demnach müsste man ebenfalls mit einer Leistungsverschlechterung durch den Schlafmangel während und nach dem Dienst rechnen. Umso erstaunlicher ist die beschriebene Leistungssteigerung.

Verschiedene Faktoren können die Testergebnisse beeinflussen und müssen deswegen bei deren Interpretation berücksichtigt werden [10]. Dazu gehören unter anderem die Motivation, die Testmethoden, die Schwierigkeit und Länge der Aufgaben sowie eventuelle Lerneffekte [10].

Die Motivation der Ärzte an den 3 Testzeitpunkten ist subjektiv nicht zu beurteilen. Es ist vielleicht davon auszugehen, dass diese um 15 Uhr zu Dienstbeginn, zu dem Zeitpunkt, an dem die Ärzte normalerweise nach Hause gehen könnten, nicht so hoch war. Entsprechend der Leistungskurve befindet sich der Körper nun im Leistungstief. Die meisten Ärzte wollten um diese Zeit lieber kurz ausruhen und nicht noch einen Belastungstest ausfüllen. Um 0 Uhr und um 7 Uhr könnte man von einer größeren Motivation ausgehen. Um 0 Uhr hat der Arzt sich mit seinem „Schicksal“ Dienst zu haben und nicht viel schlafen zu können abgefunden. Wenn er gerade keinen Einsatz hat, ist weniger Ablenkung als nachmittags vorhanden. Um 7 Uhr ist der Dienst dann geschafft, der Arzt kann nach Hause und ist deswegen motivierter.

Die äußeren Testbedingungen (Arbeitsplatz, Testblatt) waren zu allen Zeitpunkten gleich und dürften eigentlich keinen Einfluss auf das Ergebnis haben.

Bezüglich der Länge und Komplexität eines Testes, die nötig sind, um Leistungsverlechterungen durch Schlafmangel nachweisen zu können, gibt es kontroverse Meinungen. Samkoff et al. [34] werteten mehrere Studien, die sich mit Veränderungen durch Schlafmangel befassten im Zeitraum von 1980-1991 aus. Dabei zeigten sich negative Einflüsse des Schlafmangels auf Leistungen in langen 0,5- 4stündigen Tests. Auf die Leistungen in kurzen 3- 11minütigen Tests hatte der Schlafmangel keine negativen Einflüsse. Auch Dorrian [12] vermutete, dass kurze, einfache Aufgaben wenig sensitiv auf Schlafentzug sind.

Mak et al. [22] beschrieben, dass Ärzte unter Schlafmangel zwar noch in der Lage sind schnell zu reagieren, aber Probleme haben, komplexe Entscheidungen zu fällen. Mit 4 Minuten Testdauer ist der d2 Test von Brickenkamp sehr kurz, außerdem ist er recht einfach strukturiert und fordert keine komplexen Denkvorgänge. So gesehen war er für diese Studie vielleicht zu einfach und kurz und konnte deswegen den Schlafmangel nicht sensitiv genug wiedergeben.

Diesen Beobachtungen widerspricht die Studie von Casagrande et al. [10]. Sie unterschied zwischen Durchstreichtests, die einen oder mehrere Zielbuchstaben haben. Bei Tests mit nur einem Zielbuchstaben konnten Leistungsdefizite durch Schlafmangel nur bei älteren Probanden nachgewiesen werden. Je mehr Zielbuchstaben ein Test hatte, desto sensitiver war er bezüglich des Schlafmangels. Geht man davon, dass es im Aufmerksamkeits- Belastungs- Test 3 Kombinationsmöglichkeiten für ein d mit 2 Strichen (ein Strich oben und unten, zwei Striche oben oder unten) gibt, ist der d2 Test ein Test mit 3 Zielbuchstaben. Daher eigentlich geeignet zum Nachweis von Konzentrationsstörungen. Grundsätzlich stellen Casagrande et al. [10] fest, dass Durchstreichtests geeignet sind, durch Schlafmangel bedingte Konzentrationsdefizite an kleinen Probandengruppen nachzuweisen. So gesehen wäre der Aufmerksamkeits- Belastungs- Test durchaus geeignet.

Insgesamt überwiegen allerdings wohl die Studien, die nachweisen, dass Schlafdefizite besser mit komplexen, längeren Tests gezeigt werden können. Daher ist ein Grund für die erstaunlichen Leistungszunahmen während des Dienstes vielleicht in der Testauswahl zu suchen.

Ein weiterer Aspekt ist, dass der Schlafmangel nicht sehr ausgeprägt war. Während des Dienstes war Schlaf noch möglich. Im Schnitt wurde 2,75 h geschlafen, das ist nur durchschnittlich 3,35 h weniger als außerhalb des Dienstes. Die Ärzte litten also nicht unter völligem Schlafentzug wie in vielen der vorliegenden Studien. Außerdem sind die Ärzte an die häufigen Dienste und den damit verbundenen Schlafmangel gewöhnt und empfinden ihn vielleicht nicht mehr so ausgeprägt. Auch außerhalb Ihres Dienstes schlafen sie ca. 1h weniger als die restliche deutsche Bevölkerung. Gewöhnung an chronischen Schlafmangel ist prinzipiell möglich [12]. Andererseits führt chronischer Schlafmangel auch zu Einschränkungen in der physischen Leistungsfähigkeit, der Aufmerksamkeit und Konzentration [16]. Vielleicht ist der Schlafmangel bei den untersuchten Ärzten nicht chronisch genug gewesen, da er außerhalb des Dienstes nachgeholt werden konnte. Hierzu passt die Beobachtung, dass bei extremen Dienstbedingungen, nämlich gar kein Schlaf und extrem viele Einsätze durchaus eine Leistungsverschlechterung gezeigt werden konnte.

Dazu kommt, dass die Ärzte schon vergleichsweise schlechte Ausgangswerte hatten, die unter ihrem eigentlichen Leistungsniveau lagen. Man könnte also behaupten, dass sie kaum noch schlechter werden konnten.

Ein anderer Punkt, der die Ergebnisse im d2 Test positiv beeinflussen könnte, ist der Genuss von Koffein. Koffein führt zu einer dosis- und zeitabhängigen Verbesserung der Konzentrationsleistungen im Aufmerksamkeits- Belastungs- Test [9]. Wie viel Kaffee während des Dienstes getrunken wurde, ist in der Auswertung der Daten nicht berücksichtigt worden. Prinzipiell ist allerdings von einem hohen Kaffeekonsum, der zu besseren Leistungen führen könnte, auszugehen.

Der letzte Parameter, der bis jetzt noch nicht betrachtet wurde ist der Lerneffekt. Es gibt bei wiederholter Anwendung des Aufmerksamkeits- Belastungs-Tests Lerneffekte [13,36,37]. Der Leistungszugewinn durch den Lerneffekt wird unterschiedlich stark angegeben und liegt zwischen 25 und 33,3 Prozent Leistungszuwachs vom ersten zum zweiten Test [13,36,37]. Der Lerneffekt ist bei weiterer Wiederholung des Tests nicht mehr so ausgeprägt aber immer noch vorhanden. Ein Übungsplateau wird je nach Studie erst nach dem 5. [13] oder nach dem 10. Test [36] erreicht. Vom ersten zum neunten Test waren Steigerungen um 60 Prozent möglich [36]. Diese Lerneffekte sind auch nach 6wöchiger Pause noch erhalten [37]. Bei 3maliger Testwiederholung in unserer Studie ist also jedes Mal von einem Lerneffekt auszugehen, wobei vom ersten zum zweiten Test auch bei uns der weit- aus deutlichere Leistungszuwachs erkennbar ist. Hier ist wohl der Hauptaspekt für die unerwartete Leistungsverbesserung zu sehen.

Vergleicht man allerdings die Steigerungen in unserer Studie mit den beschriebenen Steigerungen, erkennt man, dass die Steigerungen der Ärzte vergleichsweise gering sind. Westhoff [36] verwendet in seiner Studie den Auswertungsparameter GZ als Vergleichsgröße und beschreibt allein vom ersten zum zweiten Test eine Leistungsverbesserung von 25 Prozent in der GZ. In unserer Studie wurde vom ersten zum dritten Test nur eine Steigerung um 10,71% in der GZ erreicht. In anderen Studien [13] wurden Leistungsgewinne von einem Drittel beschrieben. Bei uns war der Leistungszuwachs in der KL am deutlichsten, lag aber auch hier nur bei 18,75%.

Nimmt man diese Zahlen als Grundlage, kann man behaupten, dass eine versteckte Leistungsminderung durch den Schlafmangel durchaus nachweisbar ist. Es scheint möglich, dass die Ärzte auf Grund der schlechteren Konzentrationsfähigkeit bedingt durch den Schlafentzug keinen so deutlichen Lerneffekt erreichen konnten. Diese Beobachtung wird unterstützt durch die Feststellung, dass das Kurzzeitgedächtnis durch den Schlafmangel beeinflusst wird [33]. Bilder, die unter Schlafmangel gesehen werden, werden nicht so gut

erinnert wie ohne Schlafmangel [33]. Dementsprechend kann vielleicht auch das Testblatt nicht so gut erinnert werden.

Fasst man die Leistungen, die zu den drei Testzeitpunkten gemacht wurden zusammen lässt sich Folgendes feststellen: Es findet sich eine stetige Leistungssteigerung in den Parametern GZ, GZ-F und KL verbunden mit einer Abnahme der Fehlerzahl. Die Leistungen um 15 Uhr sind verglichen mit der Eichstichprobe zwar überdurchschnittlich aber doch nicht überzeugend gut. Dies ließe sich durch ein physiologisches Leistungstief am frühen Nachmittag verbunden mit einer eventuell geringen Motivation erklären. Die verglichen mit anderen Studien überraschenden Leistungssteigerungen um 0 und 7 Uhr sind durch die Kürze des Tests, den nicht sehr ausgeprägten Schlafmangel, den Einfluss von Koffein und hauptsächlich durch den vorhandenen Lerneffekt erklärbar. Vergleicht man die vorhandenen Lerneffekte mit denen aus anderen Studien, sind die Lerneffekte in unserer Studie deutlich geringer. Daher ließe sich behaupten, dass ein Leistungsdefizit durch den Schlafmangel erkennbar ist, dieses allerdings durch den Lerneffekt überdeckt wird.

Die Ärzte selbst schätzen ihr Konzentrationsvermögen im Verlauf des Dienstes schlechter ein. Man kann davon ausgehen, dass die Ärzte wie in Studien belegt [19] auch nach dem Dienst in der Lage sind, ihre Leistung richtig einzuschätzen. Diese Beobachtung unterstreicht die Behauptung, dass die Leistungsverminderung vorhanden ist und nur durch andere oben genannte Einflüsse verdeckt wird.

### 4.3 Subjektive Einschätzung des Konzentrationsvermögens während des Dienstes

Von besonderer Bedeutung für die Stressbewältigung während eines Notarzteinsatzes ist das Vertrauen in die eigene Kompetenz. Ob der Arzt einen Einsatz als angenehm, herausfordernd oder bedrohlich wahrnimmt, hängt von der subjektiven Einschätzung der eigenen Kompetenz ab [6]. Diese Einschätzung wird als Kompetenzerwartung bezeichnet [6].

Entscheidend für die Kompetenzerwartung ist unter anderem die Konzentrationsfähigkeit. Wie in anderen Studien [12,16,18,19,35] wurden die Selbsteinschätzungen der eigenen Konzentrationsleistung während des Dienstes in unserer Studie schlechter. Geht man davon aus, dass die Einschätzung der eigenen Konzentration bis zur Note 4 noch ausreichend ist, so schätzten immerhin insgesamt 3 Ärzte um 0 und um 7 Uhr ihre mögliche Konzentrationsleistung als nicht mehr ausreichend ein. Diese Abnahme der eigenen Kompetenzerwartung, während des nachfolgenden Einsatzes bedeutet für die Ärzte einen größeren Stress. Das Stressniveau nimmt also während des Dienstes zu.

Zu dem erhöhten Stressfaktor passt die Beobachtung von Frey et al. [16], der in seiner Studie beschreibt, dass alle getesteten am Bereitschaftsdienst teilnehmenden Ärzte morgens nach dem Dienst verkrampfter, angespannter und signifikant weniger wach waren. Die Herzfrequenz der Ärzte nahm während des Dienstes signifikant zu [16], auch das korreliert mit dem größeren Stress. Auch Leonard et al. [18] wiesen nach, dass sich die untersuchten Bereitschaftsärzte zum Ende des Dienstes psychisch angespannter fühlten. Bei diesen Studien handelte es sich allerdings nicht um Notärzte. Es scheint dabei das nachlassende Wohlbefinden der Ärzte mehr mit dem verpassten Schlaf als mit der angefallenen Arbeit zu korrelieren [35].

Positiv sind die schlechteren Einschätzungen nur in der Hinsicht zu bewerten, dass die Ärzte sich zwar schlechter konzentriert fühlen, aber noch in der Lage sind dieses Defizit zu erkennen. Ärzte sind unter Schlafentzug weniger überzeugt von Ihrem medizinischen Wissen, erkennen diese Unsicherheit aber und hinterfragen ihre Entscheidungen mehr [19]. Unter diesem Aspekt nimmt die Kompetenzerwartung der Ärzte zwar ab, sie nimmt aber vielleicht der momentanen Leistung entsprechend ab. Dorrian et al. zeigten, dass selbst nach Schlafentzug von bis zu 28h die Selbsteinschätzung der Konzentrationsfähigkeit noch erhalten bleibt [12].

In unserer Studie nimmt die Leistung der Ärzte im Aufmerksamkeits-Belastungs-Test während des Dienstes nicht eindeutig ab, somit sind die schlechteren Einschätzungen bei uns nicht als gerechtfertigt anzusehen. Allerdings misst unser Test nur einen kleinen Faktor der Konzentrationsfähigkeit und kann nicht die Gesamtheit der Kompetenz des Arztes im jeweiligen Moment erfassen, so dass die Gesamtkompetenz durchaus entsprechend der Selbsteinschätzung abnehmen kann. Lewis et al. [19] testeten in ihrer Studie das medizinische Wissen an Hand von Fragen aus Studentenexamen. Nach dem Dienst wurden weniger Fragen korrekt beantwortet, die Ärzte waren in diesen Fragen aber auch unsicherer in ihrer Antwort. Insofern kann man argumentieren, dass durch den Schlafmangel während des Dienstes die korrekte Einschätzung der eigenen Leistungsfähigkeit nicht verloren geht. Die abnehmende Kompetenzerwartung während des Dienstes bedeutet also einerseits einen höheren Stress für die Ärzte während des Einsatzes, schützt sie aber andererseits vor Selbstüberschätzungen der eigenen Leistung.

Nur bei einem der Ärzte in unserer Studie, die ihre Konzentrationsleistung als nicht mehr ausreichend einschätzten, wurde die Leistung tatsächlich schlechter. Deswegen ist es möglich, dass allein die Erwartung, die Leistungen müssten durch den Schlafmangel schlechter werden, die Ärzte dazu bringt, sich schlechter einzuschätzen [12]. Auch ist der Effekt, dass die Probanden sich einfach schlechter einschätzen, um sich bei tatsächlich schlechteren Leistungen nicht zu blamieren, nicht auszuschließen. Gerade bei kleinen Fallzahlen, wie in unserer Studie, können solche Verfälschungen vorkommen. Dennoch wird vielleicht eine Tendenz bezüglich einer schlechteren Einschätzung sichtbar und diese deckt sich mit den Ergebnissen aus anderen Studien.

#### 4.4 Abhängigkeiten der Leistungen von Dienstbelastung und Alter

Ältere Arbeiter können sich schlechter an die Arbeit im Schichtsystem anpassen und bringen im Schichtdienst schlechtere Leistungen [29]. Die Berufserfahrung und das Alter spielen bei der Bewältigung von Nachtarbeit eine Rolle [16]. Mit zunehmendem Alter beobachtet man nach dem Dienst eine höhere Anspannung und Verkrampfung [16].

Die Leistungen der Ärzte in unserer Studie zeigten keine Abhängigkeit vom Alter. Die Steigerung in der Konzentrationsleistung vom ersten zum dritten Test nahm altersabhängig weder zu noch ab. Ebenso korrelierte auch die Fehlergesamtzahl aus allen drei Tests nicht mit dem Alter der Ärzte.

Die Stimmungsschwankungen der Ärzte nach dem Dienst korreliert mehr mit dem Mangel an Schlaf, die kognitive Leistungsabnahme korreliert dahingegen eher mit der Menge der angefallenen Arbeit [35]. Wir konnten in unserer Studie keine lineare Abhängigkeit zwischen der Einsatzzahl also der angefallenen Arbeit und den Leistungen im Aufmerksamkeits- Belastungs- Test nachweisen. Es zeigte sich weder eine Korrelation zwischen der Steigerung in der KL oder der Fehlergesamtmenge und der Einsatzzahl.

Der Arzt, der sein Konzentrationsvermögen am nächsten Morgen mit 6 also nicht mehr ausreichend einschätzte, hatte gar nicht geschlafen. Somit bestätigt sich auch in unserer Studie zumindest ansatzweise die Beobachtung, dass die schlechte Stimmung nach dem Dienst mit dem Schlafmangel verbunden ist.

Dass keine Korrelationen zwischen den Leistungen und der Arbeitsbelastung oder dem Alter nachweisbar ist, wird wieder an dem oben beschriebenen Lerneffekt liegen. Allein schon durch den Lerneffekt werden die Leistungen so deutlich besser, dass kein negativer Einfluss des Alter oder der Arbeitsbelastung mehr nachweisbar ist.

#### 4.5 Auswirkungen des Bereitschaftsdienstes

Die Tatsache, dass in unserer Studie kein Leistungsdefizit durch den Dienst nachgewiesen werden konnte, legt die Vermutung nahe, dass die Ärzte durch den Dienst keine Nachteile haben. In einer Studie, die die postoperativen Komplikationen von Patienten überwachte, wurden keine statistisch signifikanten Unterschiede in der Komplikationshäufigkeit von Patienten, die von ausgeruhten Ärzten operiert wurden im Vergleich zu denen, die von Ärzten unter Schlafmangel operiert wurden, gezeigt [2], obwohl in anderen Studien [34] beschrieben wurde, dass Ärzte unter Schlafmangel vergleichsweise länger für gleiche Operationen brauchen. Demnach täuschen diese und teilweise wie erläutert auch unsere Studie den Effekt vor, dass im Gegenteil zu den Ergebnissen aus anderen Studien [8,34] keine Nachteile für Ärzte oder Patienten durch den Bereitschaftsdienst entstehen.

Positiv am Dienst ist eventuell gerade für den jungen Arzt die Möglichkeit, viel praktische Erfahrung zu sammeln und selbständiges Arbeiten zu lernen [2]. Auf Grund der geringeren Berufserfahrung bedeutet der Dienst gerade für junge Ärzte aber auch mehr Stress [6]. In einigen Studien wurde gezeigt, dass Ärzte durch die Dienste keine langfristigen Stimmungsschwankungen haben. Aber immerhin liegt die Prävalenz von Depressionen bei jungen „residents“ in den USA zwischen 15 und 50 Prozent [2]. Auch wenn es einige Vorteile für das Dienstsysteem gibt, überwiegen die Studien, die Nachteile bzw. Leistungsminderungen bei Ärzten im Dienstsysteem beschreiben.

Um diesen Nachteilen entgegenzuwirken, wurde im neuen Arbeitszeitgesetz die Bereitschaftszeit als Arbeitszeit anerkannt und die wöchentliche maximale Arbeitszeit auf 48h begrenzt. Auch der Notarzdienst am Universitätsklinikum der Martin- Luther- Universität wurde auf Grund dieses Gesetzes so geändert, dass der in der Nacht diensthabende Arzt am nächsten Morgen nach Hause gehen kann.

Insgesamt scheint es schwierig zu sein, Konzentrations- bzw. Leistungsdefizite durch Schlafmangel während des Dienstes nachzuweisen. In vielen Studien zeigen sich widersprüchliche Ergebnisse. Das größte Problem dabei ist wohl einen geeigneten Test zu finden, der sensitiv genug auf Leistungseinschränkungen reagiert und trotzdem während des Dienstes ohne viel Aufwand durchführbar ist. Außerdem gibt es eine große individuelle Breite in den Reaktionen auf die Dienste, so dass allgemeine Aussagen nur schwer gemacht werden können.

#### 4.6 Einschränkungen der Studie

Ein möglicher Lerneffekt wurde beim Studiendesign nicht bedacht. Bei wiederholter Anwendung des Aufmerksamkeits- Belastungs- Test sind wie oben beschrieben Lerneffekte von bis zu einem Drittel möglich [13]. Dadurch kommt es zu einer Verfälschung der Werte, so dass Leistungsverschlechterungen nach und während des Dienstes nicht mehr nachweisbar sind. Durch die verfälschten Werte ist es ebenfalls nicht mehr möglich, eine Korrelation zwischen Alter oder Arbeitsbelastung und den Leistungen zu zeigen.

Eine Möglichkeit, dies zu verhindern wäre, dass man den d2 Test mit den Ärzten geübt hätte. Je nach Studie wird ein Übungsplateau nach 5 [13] oder 10 [37] Tests erreicht. Ab diesem Punkt sind keine Leistungsverbesserungen durch Lerneffekte mehr nachweisbar. Dies wird auch bei uns deutlich, da schon vom zweiten zum dritten Test kein so großer Leistungsgewinn wie vom ersten zum zweiten Test mehr erreicht wurde. Außerdem kommen in den geübten Leistungen die individuellen Leistungsunterschiede mehr zum Tragen [37]. Die Validität des d2 Tests steigt mit der Geübtheit der Probanden [36]. Demnach ist davon auszugehen, dass in den geübten Leistungen auch die Leistungsschwankungen durch den Dienst deutlich würden. Dazu ist allerdings anzumerken, dass diese Übungsphase nur schwer durchführbar gewesen wäre. Man hätte dazu mit jedem Arzt vor dem eigentlichen Studienbeginn 5- 10 Tests durchführen müssen, wozu wahrscheinlich die Bereitschaft nicht vorhanden gewesen wäre.

Mit längeren, komplexeren Tests hätten auftretende Ermüdungserscheinungen besser nachgewiesen werden können. Aber auch dies wäre organisatorisch wohl nur schwer durchführbar gewesen. Gerade nachts, wo der Arzt häufig im Einsatz war, wäre kein ein- oder mehrstündiger Test durchführbar gewesen. Somit bleibt eigentlich nur ein kurzer Papier-Bleistift-Test, der nach Casagrande et al. [10] durchaus geeignet scheint. Bessere Ergebnisse hätte man dann durch eine vorgeschaltete Übungsphase erreicht.

Betrachtet man allerdings die im Vergleich zu in Studien nur schwach ausfallenden Lerneffekte und die schlechter werdenden subjektiven Einschätzungen der Ärzte, scheinen Konzentrationsdefizite bedingt durch den Schlafmangel im Dienst durchaus vorhanden zu sein.

Auch wenn sich die Situation durch das neue Arbeitszeitgesetz eventuell verändern wird, gibt es auf Grund vieler kontroverser Daten und mangelnder Untersuchungen gerade im Bereich der Notfallmedizin hier viele Anhaltspunkte für weitere Studien.

## 5. Schlussfolgerungen

Auf Grund der selbst erhobenen Daten und vor dem Hintergrund der angeführten Literatur, lassen sich die zu Beginn der Arbeit aufgeworfenen Fragestellungen wie folgt zusammenfassen:

Im Vergleich mit der Eichstichprobe sind die Leistungen der Ärzte um 15 Uhr zum Dienstbeginn als leicht überdurchschnittlich einzuordnen. Geht man aber davon aus, dass die Eichstichprobe gemischt aus Probandengruppen, der unterschiedlichsten Bildungsniveaus zusammengesetzt ist und die Ärzte dabei das höchste Bildungsniveau haben, wäre ein weit überdurchschnittliche Leistung der Ärzte zu erwarten.

Während des Dienstes werden die Leistungen der einzelnen Probanden im Großteil besser, dies ist durch die Kürze des Testes, die Gewöhnung an wenig Schlaf, durch den Genuss von Koffein und hauptsächlich durch den nicht berücksichtigten Lerneffekt zu erklären. Die Steigerung der Leistungen steht im Widerspruch zur Literatur, in der in fast allen Studien, schlechter werdende Leistungen durch den Schlafentzug beschrieben werden.

Der Lernerfolg fällt verglichen mit der Literatur geringer aus, so dass von einem versteckten Nachlassen der Konzentrationsleistung ausgegangen werden kann

Im Verlauf des Dienstes schätzen die Ärzte Ihr Konzentrationsvermögen als schlechter werdend ein. Dies ist bezogen auf unseren Test nicht als gerechtfertigt anzusehen, die Gesamtheit ihrer Leistungsfähigkeit betreffend, kann diese Einschätzung dennoch durchaus gerechtfertigt zu sein.

Es zeigt sich keine Abhängigkeit zwischen Alter, Einsatzzahl, geschlafenen Stunden und den Leistungen während des Dienstes. Auch diese Beobachtung widerspricht der Literatur und lässt sich ebenfalls hauptsächlich durch den verfälschenden Lerneffekt erklären.

Auf Grund vieler teilweise kontroverser Daten sowie einer objektiv nur schwer fassbaren Abnahme der Konzentrations- und Leistungsfähigkeit während des Dienstes bietet sich gerade in der momentanen Umbruchsituation hier ein Anhaltspunkt für weitere Studien.

## 6. Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit soll die Zu- oder Abnahme der Leistungen von Notärzten einer Universitätsklinik in einem Aufmerksamkeits-Belastungs-Test im Verlaufe eines Bereitschaftsdienstes untersucht werden. Über die Auswirkungen der vielen Dienste und den damit verbundenen Schlafmangel gibt es bereits zahlreiche Studien, in denen beschrieben ist, dass die Ärzte während des Dienstes unsicherer werden und mehr Fehler machen. Es fehlen allerdings Studien, die sich mit der besonderen Situation von Notärzten beschäftigen. Ein Notarzt wird so häufig wie keine andere Berufsgruppe mit Extremsituationen konfrontiert, außerdem fehlt ihm während seiner Arbeit der schützende ‚Background‘ der Klinik. Daher ist es gerade in der momentanen Diskussion um das neue Arbeitszeitgesetz von hohem Interesse zu verfolgen, wie die Leistungen der Notärzte in einem Konzentrationstest während des Dienstes variieren.

Zur Erfassung der momentanen Konzentrationsleistung wurde der d2 Aufmerksamkeits-Belastungs-Test nach Brickenkamp eingesetzt. Dieser Test misst die Fähigkeit, sich unter Abschirmung irrelevanter Stimuli auf relevante konzentrieren zu können. Auf dem Testbogen befinden sich 14 Zeilen mit jeweils 47 Zeichen kombiniert aus den Buchstaben „d“ und „p“ mit ein, zwei, drei oder vier Strichen. Aus jeder Zeile musste der Notarzt unter Zeitdruck jedes „d“ mit zwei Strichen durchstreichen. Der Test wurde dreimal während eines Dienstes durchgeführt. Das erste Mal um 15.00 Uhr zum Dienstbeginn, das zweite Mal in einem Zeitfenster zwischen 23.30 und 0.30 Uhr in der Dienstmittle und das dritte Mal um 7.00 Uhr zum Dienstende.

Zu Beginn eines jeden Testes wurde von den Ärzten ihre momentane Konzentrationsfähigkeit subjektiv selbst eingeschätzt.

Dem Test unterzogen sich insgesamt 32 Notärzte, die regelmäßig am Notarzdienst der Universitätsklinik der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg teilnehmen. Die Ärzte waren zwischen 30 und 53, im Durchschnitt 35 Jahre alt. 13 der Ärzte hatten Facharztstatus und 19 waren Weiterbildungsassistenten. Von 27 der 32 Ärzte konnten alle drei Teste ausgewertet werden, da nur diese 27 dreimal während des Dienstes angetroffen wurden.

Die Testleistungen zum Dienstbeginn um 15 Uhr waren verglichen mit einer, die Normalbevölkerung repräsentierenden Eichstichprobe überdurchschnittlich und lagen zusammenfassend auf dem 54. Prozentrang. Je nach Auswertungsart nahmen bei 23 bis 24 Ärzten die

Leistungen im d2 Aufmerksamkeits-Belastungs-Test nach Brickenkamp vom ersten zum letzten Testzeitpunkt insgesamt zu, bei 3 bis 4 Ärzten insgesamt ab. Die Fehlerzahl nahm bei 22 Ärzten ab und bei 5 Ärzten zu. 23 der 27 Ärzte, dies entspricht 72 % schätzten subjektiv ihre eigene Konzentrationsfähigkeit als schlechter werdend ein, 4 Ärzte (28 %) als besser werdend. Eine Abhängigkeit der Testleistungen von Dienstbelastung, Alter oder Erfahrung des Arztes konnte nicht nachgewiesen werden.

Diese Zunahme der Testleistung ist zunächst überraschend und steht im Widerspruch zur Literatur. Sie kann jedoch auf verschiedene den Test beeinflussende Faktoren zurückgeführt werden. Ein eingetretener Lerneffekt bei der Testbearbeitung scheint dabei den stärksten Einfluss zu haben. Der in unserer Studie maximal erreichte Lerneffekt fällt dennoch verglichen mit in der Literatur beschriebenen Lerneffekten geringer aus, so dass man behaupten kann, dass durchaus eine versteckte Abnahme der Aufmerksamkeit vorliegt. Ebenso wird eine mögliche Abhängigkeit zwischen Testleistungen und Dienstbelastung, Alter oder Erfahrung des Arztes durch den die negativen Einflüsse verschleiern den Lerneffekt verhindert. Interpretiert man die Leistung um 15 Uhr zum Dienstbeginn mit dem Wissen, dass in der Literatur ein positiver Zusammenhang zwischen Leistungen im d2 Test und Schulbildung beschrieben wurde, sind die Ausgangswerte der Ärzte nicht überzeugend und müssten bei voller Konzentrationsleistung zum Dienstbeginn deutlicher über dem Durchschnitt liegen. Die eigene Kompetenzerwartung, die ausschlaggebend für den Stress des Notarztes ist, lässt während des Dienstes unzweifelhaft nach. Dies spricht doch für eine Zunahme der Belastung. Insgesamt scheint es jedoch schwierig zu sein, diese Belastungszunahme objektiv zu erfassen.

## Literatur

- [1] Alexander D et al.: Ambulance personnel and critical incidents; *The British Journal of Psychiatry* 178 (2001) 76-81
- [2] Alexander D, Bushell IW: Coping with night call: part 1: understanding the benefits and challenges of traditional call; *Hosp Physician* 35 (1999) 53-69
- [3] Appel-Schumacher: Stressmanagement nach traumatischen Ereignissen. In: Bengel J (Hrsg.): *Psychologie in Notfallmedizin und Rettungsdienst*; Springer Verlag, 1997 Kapitel 18
- [4] Arnedt JT et al.: How do prolonged wakefulness and alcohol compare in the decrements they produce on a simulated driving task? *Accid Anal Prev*; 33 (2001)
- [5] Bartel P et al.: Attention and working memory in resident anaesthetists after night duty: group and individual effects; *Occup Environ Med*, 61 (2004) 67-70
- [6] Bengel J et al.: Psychische Belastungen des Rettungspersonals. In: Bengel J (Hrsg.): *Psychologie in Notfallmedizin und Rettungsdienst*; Springer Verlag, 1997 Kapitel 3
- [7] Binks P et al.: Short- term total sleep deprivations does not selectively impair higher cortical functioning; *Sleep*; 22 (1999) 328- 334
- [8] Bradley B et al.: Errors in post-call medication orders; *Acad Emerg Med* 8 (2001) 468-469
- [9] Brickenkamp R: *Test d2 Aufmerksamkeits- Belastungs- Test Manual*; 9. Auflage; Hogrefe Verlag, Göttingen usw., 2002
- [10] Casagrande M et al.: Assessing vigilance through a brief pencil and paper letter cancellation task (LCT): effects of one night of sleep deprivation and of the time of day; *Ergonomics* 40 (1997); 613-630
- [11] Die biologische Uhr II; *ego-net*; 4 (2001)
- [12] Dorrian J: The ability to self- monitor performance when fatigued; *J Sleep Res* 9 (2000) 137

- [13] Fay E: Über die Übbarkeit der Leistung in einem Durchstreichverfahren zur Messung der Konzentrationsfähigkeit; *Diagnostica*; 38 (1992) 301-311
- [14] Firth- Cozens J: Hours, sleep, teamwork, and stress; *BMJ* 317 (1998) 1335- 1336
- [15] French DP et al.: GP stress and patient dissatisfaction with nights on call: an exploratory study. GP stress and patient satisfaction; *Scand J Prim Health Care*; 19 (2001) 170-173
- [16] Frey R. et al. : Müdigkeit und Stressempfinden der Ärzte nach 16 Stunden Dienstzeit an der Notaufnahme; *Wien Klin Wochenschr*; 113/7-8 (2001) 254- 258
- [17] Halbach MM et al.: Effect of sleep deprivation on medical resident and student cognitive function: A prospective study; *Am J Obstet Gynecol*; 188 (2003) 1198- 201
- [18] Leonard C et al.: The effect of fatigue, sleep deprivation and onerous working hours on the physical and mental wellbeing of pre-registratio house officers; *Ir J Med Sci* 167 (1998) 22-25
- [19] Lewis KE et al.: Sleep deprivation and junior doctors' performance and confidence; *Postgrad Med J*, 78 (2002) 85-87
- [20] Linde L, Bergström M: The effect of one night without sleep on problem- solving and immediate recall; *Psychol Res* 54 (1992) 127- 136
- [21] Lingenfelser T et al.: Young hospital doctors after night duty: their task- specific cognitive status and emotional condition; *Med Educ*; 28 (1994) 566-572
- [22] Mak SK, Spurgeon P: The effect of acute sleep deprivation on performance of medical residents in regional hospital: prospective study; *Hong Kong Med J*; 10 (2004) 14-20
- [23] Meyer W: Notärzte im Umgang mit psychisch belastenden Einsatzsituationen; *Notfall & Rettungsmedizin* 5 (2004) 89-95
- [24] Oswald WD, Hagen B: Testrezension zu Test d2- Aufmerksamkeits- Belastungs- Test; *Zeitschrift für Differentielle und Diagnostische Psychologie*; 18 (1997) 87-89
- [25] Parshuram CS et al.: Fellowship training, workload, fatigue and physical stress: a prospective observational study; *CMAJ*; 170 (2004) 965- 970

- [26] Pilcher J, Huffcutt A: Effects of sleep deprivation on performance: a Meta- Analysis; *Sleep*; 19 (1996) 318- 326
- [27] Polzella DJ: Effects of sleep deprivation on short- term recognition memory; *J Exp Psychol [Hum Learn]* 104 (1975) 194-200
- [28] Ravens T: *Wissenschaftlich mit Excel arbeiten*, Pearson Studium, München, 2003
- [29] Reid K, Dawson D: Comparing performance on a simulated 12 hour shift rotation in younger and older Subjects; *Occup Environ Med*, 58 (2001) 58- 62
- [30] Remke S: Erhöhung der psychologischen Handlungskompetenz von medizinischen Rettungskräften- eine Möglichkeit zur Verringerung der Belastung bei Helfern und Unfallpatienten In: Schröder H., Reschke K. (Hrsg.): *Interventionen zur Gesundheitsförderung für Klinik und Alltag*; Roderer, Regensburg 145-167
- [31] Rising J: American medical student association; National Summit on medical errors and patient safety research, additional statement
- [32] Robbins J, Gottlieb F: Sleep deprivation and cognitive testing in internal medicine house staff; *West J Med*, 152 (1) 1990 82-86
- [33] Rollinson DC et al.: The effect of consecutive night shifts on neuropsychological performance of interns in the emergency department: a pilot study; *Ann Emerg Med.*; 41 (2003) 400- 406
- [34] Samkoff JS et al.: A review of studies concerning effects of sleep deprivation and fatigue on residents' performance; *Acad Med* 66 (1991) 687- 693
- [35] Wesnes KA et al.: Cognitive performance and mood after a weekend on call in a surgical unit; *British J Surgery*; 84 (1997) 493-495
- [36] Westhoff K: Übungsabhängigkeit von Leistungen in Konzentrationstests, *Diagnostica*; 35 (1989) 122- 130
- [37] Westhoff K, Dewald D: Effekte der Übung in der Bearbeitung von Konzentrationstests; *Diagnostica*; 36 (1990) 1-15

- [38] Westhoff K, Kluck M: Zusammenhang zwischen Intelligenz und Konzentration; Diagnostica 14 (1983) 310- 319
- [39] Wilhelm B et al.: Macht Nachtdienst müde? Physiologische Parameter bei Ärzten nach dem Bereitschaftsdienst; Arbeitsmedizin- Sozialmedizin- Umweltmedizin; 4 (2004) 191
- [40] Zimmer DE: Wie man in Deutschland schläft und träumt; Die Zeit; 11 (2004)



## Thesen

Hoher Arbeitsaufwand und wenig Schlaf während des Dienstes beeinflussen die Konzentrationsfähigkeit und Sicherheit des diensthabenden Arztes.

Durch die hohe Arbeitsbelastung bei gleichzeitigem Schlafmangel unterlaufen dem Arzt mehr Fehler, wie in vielen Studien belegt werden konnte.

Der Patient spürt die Unsicherheit des Arztes, dieses resultiert in einem schlechteren Arzt-Patienten-Verhältnis.

Der Notarzt wird so häufig wie keine andere Berufsgruppe mit Extremsituationen konfrontiert. Um damit zu Recht zu kommen, braucht er eine hohe Kompetenzerwartung, d.h. den Glauben in die eigene Leistungsfähigkeit. Diese leidet unter dem Schlafentzug während des Dienstes.

Gerade durch die Diskussion um das neue Arbeitszeitgesetz und den Arbeitsbedingungen von Klinikärzten wird die Frage nach den negativen Auswirkungen des Bereitschaftsdienstes wieder aktuell.

Wenn der Arzt vor Dienstbeginn bereits einen normalen Arbeitstag hinter sich hat, ist davon auszugehen, dass er bereits mit einer niedrigen Konzentrationsfähigkeit den Dienst beginnt, d.h. für den kommenden Bereitschaftsdienst schlechte Grundvoraussetzungen hat.

Während des Dienstverlaufes schätzt der Arzt auf Grund des Schlafentzuges und Arbeitsaufkommens seine eigene Konzentrationsfähigkeit als schlechter werdend ein, damit nimmt die Kompetenzerwartung, d.h. auch die Fähigkeit schwierige Situationen zu meistern ab.

Es ist davon auszugehen, dass entsprechend der abnehmenden Kompetenzerwartung auch die tatsächlichen Konzentrationsleistungen abnehmen, da wie in Studien belegt wurde, Ärzte auch unter Schlafmangel ihre schlechter werdende Konzentrationsfähigkeit richtig einschätzen konnten.

Ob ältere Ärzte auf Grund der vorhandenen Erfahrung oder eher jüngere Ärzte auf Grund der besseren Belastbarkeit mit häufigen Diensten besser zu Recht kommen, müsste in weiteren Studien untersucht werden.

Zumindest können sich jüngere Ärzte schneller an neue Arbeitsbedingungen anpassen.

Im d2 Aufmerksamkeits- Belastungs- Test nehmen die Leistungen der Notärzte während des Dienstes zu. Diese Beobachtung widerspricht den Beobachtungen aus der vorliegenden Literatur.

Diese Leistungszunahme ist hauptsächlich durch den Lerneffekt im d2 Test zu erklären.

Bei extrem anstrengenden Diensten mit vielen Einsätzen und gar keinem Schlaf ist der d2 Aufmerksamkeits-Belastungs-Test von Brickenkamp geeignet, Konzentrationsdefizite zu zeigen.

Während einer normalen Dienstbelastung werden diese Defizite durch den Lerneffekt verwischt.

## Lebenslauf

Name: Eva König

Geburtsdatum: 04. November 1977

Geburtsort: Georgsmarienhütte

Familienstand: ledig

Schulbildung: 1984-1988 Overbergschule Oesede  
1988-1990 Orientierungsstufe Oesede  
1990-1997 Gymnasium Oesede, Abitur

Hochschulstudium: Oktober 1997- Mai 2004 Studium der Humanmedizin  
Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg  
18.05.2004 Teilapprobation  
01.10.2004 Approbation als Ärztin

Berufsausbildung: seit 01.09.2004  
Assistenzärztin an der Klinik für Allgemein-Visceral-und  
Gefäßchirurgie am Carl-von-Basedow Klinikum Merseburg

## **Erklärung**

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig verfasst und keine anderen als die darin angegebenen Hilfsmittel verwendet habe.

Außer der vorliegenden Arbeit habe ich keine weiteren Arbeiten zur Begutachtung als Dissertation an der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg oder an anderen Universitäten eingereicht.

Halle,

## **Danksagung**

Mein besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr. med. S. Grond und Dipl.-Psych. A. Liedtke für die Überlassung des Themas und für die freundliche Unterstützung und Beratung während der Fertigstellung dieser Arbeit.

Danken möchte ich allen Notärzten, die an dieser Studie teilgenommen haben.

Weiterhin danke ich unserem Freund Herrn Dr. Thomas Koschitzki für seine Hilfe bei der formalen Gestaltung dieser Arbeit.