**Aus der Klinik und Poliklinik für Radiologie**

**des**

**Universitäts-Krankenhauses Hamburg-Eppendorf**

**(Direktor: Prof. Dr. med. E. Bücheler)**

# „Klinische Relevanz der cranialen Computertomographie unter Notfallbedingungen“

**Dissertation zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin im Fachbereich Medizin der Universität Hamburg**

**Eicke-Michael Lehner**

**Hamburg 2000**

Angenommen vom Fachbereich Medizin der Universität Hamburg

Am 23. Mai 2000

Gedruckt mit Genehmigung des Fachbereichs Medizin der Universität Hamburg.

Dekan: Professor Dr. H.-P. Leichtweiß

Referent: Professor Dr. E. Bücheler

Koreferent: ———————————

Inhaltsverzeichnis Seite

**1 Einleitung und Problemstellung** 1

**2 Methodik** 4

2.1 Arbeitsanleitung zur Durchführung der Computertomographien 4
2.2 Definition und Art der Studie 5
2.3 Definition der Notdienstdiagnostik 6
2.4 Retrospektive Durchführung der Datenerfassung 6
2.5 Einverständniserklärung 7
2.6 Definition des Goldstandards 7
2.7 Definition der Sensitivität und Spezifität 8
2.8 Kriterien zur Auswertung und Beurteilung 9
2.9 Statistische Analyse 11

**3 Ergebnisse** 12

3.1 Datenmaterial im Untersuchungszeitraum 12
3.2 Demographische Daten 12
3.3 Neurologische Initialuntersuchung 13
3.4 CCT-Verdachtsdiagnosen 15
3.5 CCT-Indikation 16
3.6 Lokalisation der CT-Untersuchungen 17
3.7 Klassifikation der computertomographischen Diagnosen 17
3.8 Konventionelle Röntgenuntersuchung, MRT-Untersuchung oder Angiographie 20
3.9 Die konventionelle Röntgenuntersuchung und die Computertomographie 21
3.10 Schädelfrakturen und intracranielle Komplikationen 23
3.11 MRT-Untersuchung und Computertomographie 24
3.12 Korrelation der Angiographie mit der CT 27
3.13 Korrelation der konventionellen Röntgendiagnostik, Angiographie und MRT mit der CT 28
3.14 Ergebnisse zu operativen Eingriffen 28
3.15 Korrelation der intraoperativen Diagnosen mit der Computertomographie 30
3.16 Todesursachen 32
3.17 Korrelation der Entlassungsdiagnosen mit der Computertomographie 33
3.18 Korrelation der neurologischen Initialuntersuchung mit Entlassungsdiagnosen 38
3.19 Korrelation, Sensitivität und Spezifität der Computertomographie mit den Entlassungsdiagnosen 43

**4 Diskussion** 49

4.1 Vergleich der Ergebnisse mit der Literatur 49

**5 Zusammenfassung** 60

**6 Literaturverzeichnis** 61

**7 Anhang** 64

# 1 Einleitung und Problemstellung

Die Umstrukturierungen im Gesundheitswesen stellen an die Kliniken in verstärktem Maße die Anforderung, in der Diagnostik und der Therapie effizient und kostenbewusst zu arbeiten. Röntgendiagnostische Abteilungen verzeichnen eine beständig steigende Anzahl an kostenintensiven Computertomographien im Notdienst. Im Rahmen einer retrospektiven Untersuchung zur Wertigkeit der im Notdienst angefertigten CT-Untersuchungen im Bereich des Schädels, wurden sowohl die stationären als auch die ambulanten CT-Untersuchungen des Schädels des Universitäts-Krankenhauses Hamburg-Eppendorf (UKE) der Abteilung für Röntgendiagnostik im Zeitraum vom 1. Juli 1993 bis zum 30. September 1994 nachbetrachtet. Hierzu wurde zunächst das schriftliche Einverständnis aller ärztlichen Klinik-Direktoren eingeholt, um die komplette Krankengeschichte der in den Untersuchungszeitraum fallenden Patienten einsehen zu können. Diese retrospektive Studie soll Aufschluss geben, ob intensivierte intracranielle und extracranielle Diagnostik im Notdienst mittels CT, dem Streben der Kliniken nach Qualitätssicherung und Wirtschaftlichkeit in der Patientenversorgung entspricht.

Bedingt durch die permanente und fortwährende Kostensteigerung im Gesundheitswesen ist es von immer größerem Interesse, Einsparungspotentiale zu entdecken. *Mettler u. Mitarbeiter (19)* wiesen in einer an US-amerikanischen Krankenhäusern durchgeführten Studie nach, dass Röntgenuntersuchungen von 1980 bis 1990 um bis zu 60 % stiegen. In ihrer Ursachenanalyse wiesen sie nach, dass diese Entwicklung hauptsächlich in der Einführung von Schnittbildverfahren wie Ultraschall, Computertomographie (CT) und Magnetresonanztomographie (MRT) begründet lag. In der öffentlichen Diskussion der letzten Jahre wird immer wieder von einem hohen Anteil unnötiger Röntgenleistungen ausgegangen. Andere Gründe für die Kostensteigerung in der radiologischen Diagnostik wie zunehmende Überalterung der Bevölkerung, steigende Personalkosten sowie steigender Stand der medizinisch-technischen Entwicklung sind nicht beeinflussbar. In Diskussionen wird oft ohne fundierte Datenbasis behauptet, dass radiologische Untersuchungen zu häufig durchgeführt werden und eine Überdiagnostik stattfinde. Auch im Universitätskrankenhaus Hamburg-Eppendorf, der Abteilung für Röntgendiagnostik, fiel in den letzten Jahren, die stetig steigende Leistungsabforderung computertomographischer Untersuchungen insbesondere im Notdienst auf.

In Ermangelung einer aufgearbeiteten Datenbasis über die Sensitivität und Spezifität von im Notdienst angefertigten computertomographischen Untersuchungen im Kopfbereich, wurde diese Studie initiiert. Bisher liegen wenig kontrollierte Studien zur Sensitivität und Spezifität der computertomographischen Untersuchungen unter Notdienstbedingungen vor. Eine besondere Problematik innerhalb des Notdienstes ergibt sich zum einen durch die eingeschränkte Personalverfügbarkeit und zum anderen im Bereich der Indikationsstellung zur Computertomographie. Im Notdienst ist die medizinisch-technische Radiologieassistentin (MTRA) oft durch andere Notfalluntersuchungen im Hause gebunden oder die MTRA muss zunächst zu Hause verständigt werden und ins Klinikum kommen. Schon diese Besonderheit erfordert einen gewissen zeitlichen Vorlauf, so dass oft erst mit Verzögerung eine notfallmäßige Computertomographie durchgeführt werden kann. Weiterhin werden die Notfallindikationen zur Computertomographie durch einen diensthabenden Arzt z.B. der neurologischen oder chirurgischen Klinik gestellt, der sich noch in der ärztlichen Weiterbildung zum Facharzt befindet. Bei klinisch suspektem Untersuchungsbefund eines Patienten oder bei Schwierigkeiten der Bewertung des klinischen Untersuchungsbefundes wird dann nur zu gern auf die Computertomographie zurückgegriffen, in der Hoffnung, dadurch zu einer klinischen Diagnose zu kommen. Zusätzlich werden Computertomographien unter verschiedenen Verdachtsdiagnosen durchgeführt, auch, um sich selbst abzusichern und damit möglichen haftungsrechtlichen Folgen vorzubeugen. Aus diesem Grunde ist es durchaus verständlich, dass die Indikationen zur notfallmäßigen Computertomographie durch die anfordernden Kliniken eher großzügiger gehandhabt werden. Jedoch ist zu vermuten, dass die Indikationsstellung zur Computertomographie durch einen erfahrenen Facharzt weniger CT-Untersuchungen zur Folge hätte.

Über einen definierten Zeitraum von einem Jahr hinweg wurden in einer retrospektiven Studie alle Patienten erfasst, die im Notdienst eine craniale Computertomographie (CCT), eine Felsenbein-Computertomographie (FCT), eine Gesichtsschädel-Computertomographie (GCT), eine Nasennebenhöhlen-Computertomographie (NCT) sowie eine Orbitae-Computertomographie (OCT) erhalten hatten.

Um eine Aussage zur Sensitivität und Spezifität der Computertomographie treffen zu können, wurden Referenzdiagnosen benötigt. Als Referenzdiagnosen wurden die Entlassungsdiagnosen sowie Operationsdiagnosen genutzt.

Für eine bessere Beurteilbarkeit der Aussagekraft der CT in der Notfalldiagnostik, wurde die Computertomographie zu den Operationsdiagnosen und Entlassungsdiagnosen korreliert.

In der klinischen Routine war der Eindruck entstanden, dass die neurologisch-körperliche Untersuchung der radiologischen Diagnostik häufig folgte und nicht sinnvollerweise die neurologische Initialuntersuchung der Röntgendiagnostik vorausging. Besonders wurde auf das Ergebnis der neurologischen Initialuntersuchung fokussiert, da die craniale CT den Untersuchungsschwerpunkt bildete. Zudem wurde in der klinischen Routine der Eindruck gewonnen, dass die Indikation zur Computertomographie eher großzügig gehandhabt wurde. Von weiterem Interesse war insbesondere die Aussagekraft der neurologischen Initialuntersuchung durch die letztlich die Indikation zur Computertomographie gestellt wurde. Um die Sensitivität und Spezifität der neurologischen Initialuntersuchung werten zu können, sollten sie anhand der hier als Referenzdiagnosen dienenden Entlassungsdiagnosen überprüft werden.

Zahlreiche Patienten, die ein Schädelhirntrauma (SHT) erlitten hatten, erhielten unserer Beobachtung nach zusätzlich nativ-röntgenologische Schädelaufnahmen und eine CCT-Untersuchung. Ließe sich ggf. die nativ-röntgenologische Untersuchung einsparen, wenn eine CCT-Untersuchung sowieso erfolgen sollte? Zur Beantwortung dieser Fragen muss unter anderem eine Risikoabschätzung einer intracraniellen Läsion bei einer Schädelfraktur erfolgen.

Zur weiteren Abschätzung der Wertigkeit der notfallmäßigen Computertomographie sollte eine Korrelation mit der MRT und Angiographie erfolgen. Reicht die CCT-Untersuchung aus oder bieten die MRT sowie die Angiographie wichtige Zusatzinformationen?

Anhand der Gesamtergebnisse dieser Studie wurde dann diskutiert, ob die klinisch-neurologische Initialuntersuchung möglicherweise in einem Teil der computertomographischen Untersuchungen ein weitergehendes Einsparpotential für die heute stetig steigende Anzahl computertomographischer Untersuchungen im Notdienst bietet, und ob Computertomographien durch Nachweis hoher Sensitivität und Spezifität, insbesondere in der neurologischen Initialdiagnostik, einen hohen Stellenwert bei der Diagnosefindung aufweisen.

Anhand der in dieser Studie erhobenen Daten wurden Aussagen zur Wertigkeit der cranialen Computertomographie im Notdienst, zur Wertigkeit der neurologischen Initialuntersuchung sowie die Bedeutung alternativer diagnostischer Verfahren wie konventionelle Röntgendiagnostik, MRT und Angiographie dokumentiert und diskutiert.

# 2 Methodik

## 2.1 Arbeitsanleitung zur Durchführung der Computertomographien

Die computertomographischen Untersuchungen wurden mit einem Somatom plus 4, Siemens Medizinsysteme, Erlangen, nach den üblichen Standarduntersuchungsprotokollen der Abteilung für Röntgendiagnostik des Universitätskrankenhauses Hamburg-Eppendorf durchgeführt. Für jede Computertomographie, wie CCT, NNH-CT, Orbitae-CT, Gesichtsschädel-CT, Felsenbein-CT und Schädelbasis-CT, ist ein eigenes Standarduntersuchungsprotokoll festgelegt. Es legt bestimmte Standardwerte wie die Scanzeit (in Sekunden), die Schichtdicke (in Millimeter), den Tischvorschub (in Millimeter), die Fensterung (in Houndsfield-Einheiten) etc. für die durchzuführende Untersuchung fest. Die folgende Tabelle 1 gibt einen Überblick über die Standarduntersuchungsprotokolle.

**Tabelle 1:** Standardprotokoll zur Durchführung der Computertomographien

| **Untersuchung** | | **KV** | **mAs** | **Schichtdicke/ Tischvorschub (in Millimeter)** | **Weichteilfenster (WF) Knochenfenster (KF) (in Houndsfield-Einheiten)** |
|---|---|---|---|---|---|
| CCT | Bis Schädelbasis | 120 | 360 | 2/4 | WF ca. 100/30 |
| | | | | | KF ca. 2500/500 |
| | Ab Neurocranium | 120 | 290 | 8/8 | WF ca. 66/35 |
| | | | | | KF ca. 2500/500 |
| Felsenbein | | 140 | 160 | 2/2 | KF ca. 4000/700 |
| Schädelbasis | | 120 | 160 | 2/4 | KF ca. 2500/500 |
| Gesichtsschädel | | 120 | 160 | 2/2 | WF ca. 350/20 |
| | | | | | KF ca. 2500/500 |
| Orbitae | | 120 | 160 | 2/2 | WF ca. 350/60 |
| | | | | | KF ca. 2500/500 |
| NNH | Coronar | 140 | 140 | 5/5 | WF ca. 350/60 |
| | | | | 5/5 | KF ca. 2500/60 |

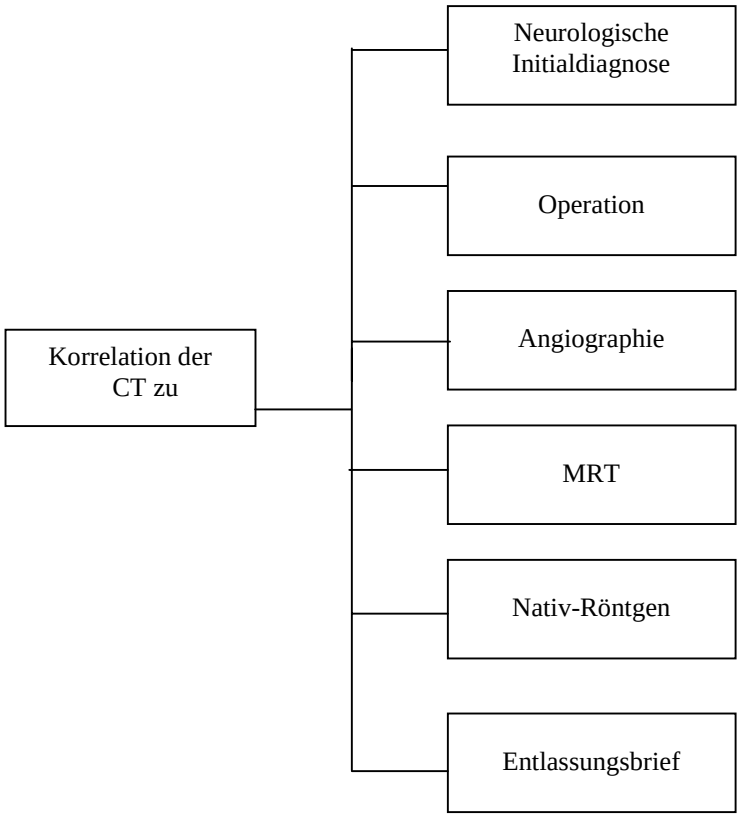
## 2.2 Definition und Art der Studie

In einer retrospektiven Analyse wurden die CCT im Notdienst bezüglich Lokalisation, Indikation, Qualität, Sensitivität und Spezifität, therapeutischer Konsequenzen, Verwendung alternativer diagnostischer Verfahren wie MRT und Angiographie untersucht. Die Entlassungsdiagnosen wurden als Goldstandard (siehe 2.6) festgelegt.

Es erfolgte eine Korrelation der CCT-Diagnosen zu den in der Abbildung 1 dargestellten Untersuchungsverfahren.

Anschließend erfolgte die statistische Analyse mit Berechung der Sensitivität und Spezifität.

**Abbildung 1:** Korrelation der Notdienst-CT



## 2.3 Definition der Notdienstdiagnostik

Sämtliche CT-Untersuchungen im Bereich des Schädels, die während des Notdienstes angefallen waren, wurden erfasst. Eine Notdienst-CT-Untersuchung wurde definiert als eine Untersuchung, die werktags (Mo – Fr) in der Zeit von 16:00 Uhr bis 8:00 Uhr des folgenden Tages oder an Wochenenden (Sa – So) sowie an Feiertagen in der Zeit von 8:00 Uhr bis 8:00 Uhr des folgenden Tages begonnen wurde. Um eine entsprechend große Gruppe von 400 auswertbaren Computertomographien zu erhalten, ergab sich der Untersuchungszeitraum beginnend von Anfang Juli 1993 bis Ende September 1994.

## 2.4 Retrospektive Durchführung der Datenerfassung

Zu Studienbeginn im Oktober 1994 wurde eine Patientenliste für den festgelegten Zeitraum mit Hilfe des SIMEDOS-Systems, welches als Befundungssystem dient, in der Abteilung für Röntgendiagnostik des Universitäts-Krankenhauses Hamburg-Eppendorf (UKE) erstellt. Untersuchungen, die im Notdienst durchgeführt wurden, wurden im SIMEDOS-System als solche gekennzeichnet. 646 CT-Untersuchungen, die innerhalb des festgelegten Studienzeitraumes im Notdienst im Bereich des Schädels untersucht wurden, wurden in die Studie aufgenommen, mit der Patientenakte verknüpft und nachbetrachtet.

Nun wurde anhand der Patienten-Nachnamen, Vornamen und Geburtsdaten, die dem SIMEDOS-System der Abteilung für Röntgendiagnostik entnommen wurden waren, die Krankengeschichtennummer (KG-Nr.) sowie die behandelnden Kliniken im Zentralcomputer des Universitätskrankenhauses Hamburg-Eppendorf herausgesucht, um die Krankengeschichten anhand der Akten nachvollziehen zu können.

Bedingt durch die dezentrale Archivierung im UKE musste die Datenerhebung in insgesamt 19 Klinik-Archiven durchgeführt werden. Die Datenerfassung erfolgte mittels eines eigens hierfür erstellten Datenerhebungsbogens (Abbildung 19). Jeder CT-Untersuchung wurde dabei eine eigene Schlüsselnummer zugeordnet. Aus Datenschutzgründen wurde Nachnamen, Vornamen und Geburtsdaten nicht erfasst. Interne Krankengeschichtennummern, Aktenzeichen und Röntgennummern wurden miterhoben, um die komplette Patientenkrankengeschichte der einzelnen Archive später zuammenführen zu können. Die Datenerhebung erfolgte aus den Patientenkrankenakten, soweit diese vollständig zur Verfügung standen. Bei unvollständig geführten Krankenakten wurden die in den Kliniken in der Regel im Original vorhandenen Untersuchungsbefunde wie Entlassungsdiagnosen,

Operationsdiagnosen, Sektionsprotokolle, Neuroradiologische Befunde und Radiologische Befunde ergänzt.

Die Verdachtsdiagnosen und CT-Indikationen wurden den Untersuchungsbögen, Konsiluntersuchungsbögen und den CT-Befunden entnommen. Die CT-Diagnosen, die Angiographie-Diagnosen und die MRT-Diagnosen wurden den Krankenakten oder dem SIMEDOS-System entnommen. Die Operationsdiagnosen wurden aus den Operationsberichten übernommen. Die Ermittlung der Todesursache erfolgte aus Sektionsbefunden oder den Totenscheinen. Die Entlassungsdiagnosen wurden aus den Arztbriefen übernommen

Computertomographien, für die nicht das vollständige Datenmaterial aus den Patientenkrankenakten oder den radiologischen Befunden zur Verfügung stand, wie z.B. schriftlich fixierte CT-Befunde oder nativ-radiologische Befunde, wurden aus der Studie ausgeschlossen.

Zur Analyse der erhobenen Daten wurden somit ausschließlich diejenigen Krankengeschichten herangezogen, die nach Abschluss der Datenerfassung am 15. August 1996 vollständig vorlagen.

## 2.5 Einverständniserklärung

Die Klinik-Direktoren bzw. die verantwortlichen Oberärzte für die Klinik-Archive wurden über das Ziel der Studie informiert und ersucht, ihre Zustimmung zu der Datenerfassung aus ihren Patientenkrankenakten schriftlich zu bestätigen. Dieses Einverständnis zu dieser retrospektiven Studie liegt schriftlich vor.

## 2.6 Definition des Goldstandards

Als Goldstandard wurde die Entlassungsdiagnose definiert. Bei der Entlassung der Patienten waren sämtliche notwendigen klinischen, laborchemischen oder diagnostischen Verfahren durchgeführt worden. Alle hierbei entstandenen Befunde wurden zusammengeführt und ermöglichten dem Stationsarzt dadurch die endgültigen Diagnosen. Diese Diagnosen wurden in den Entlassungsbrief aufgenommen.

## 2.7 Definition der Sensitivität und Spezifität

Die Sensitivität wird definiert als **(A/(A+C))**.

Die Spezifität wird definiert als **(D/(D+B))**.

Der negative Vorhersagewert (NPV) wird definiert als **(D/(D+C))**.

Der positive Vorhersagewert (PPV) wird definiert als **(A/(A+B))**.

Als Referenzverfahren wurden die Entlassungsdiagnosen (Goldstandard), die MRT-Diagnosen oder die Operationsbefunde festgelegt. Als zu prüfendes diagnostisches Verfahren wurde die CT-Diagnose, die neurologische Initialuntersuchungsdiagnose, die Diagnose des konventionellen Röntgens oder die Angiographiediagnose gesetzt.

**A:** Anzahl der Diagnoseübereinstimmungen zwischen den pathologischen Diagnosen des zu prüfenden diagnostischen Verfahrens und den pathologischen Diagnosen des Referenzverfahrens (Standard).

**B:** Anzahl der fehlenden Diagnoseübereinstimmungen zwischen den pathologischen Diagnosen des zu prüfenden diagnostischen Verfahrens und den unauffälligen Diagnosen des Referenzverfahrens (Standard).

**C:** Anzahl der fehlenden Diagnoseübereinstimmungen zwischen den unauffälligen Diagnosen des zu prüfenden diagnostischen Verfahrens und den pathologischen Diagnosen des Referenzverfahrens (Standard).

**D:** Anzahl der Diagnoseübereinstimmungen zwischen den unauffälligen Diagnosen des zu prüfenden diagnostischen Verfahrens und den unauffälligen Diagnosen des Referenzverfahrens (Standard).

Die Sensitivität und Spezifität wurde dann über die Vierfeldertafel berechnet, die in Abbildung 2 dargestellt ist:

**Abbildung 2:** Vierfeldertafel

| | | **Diagnose des Referenzverfahrens** | | |
|---|---|---|---|---|
| | | **pathologisch** | **unauffällig** | **Summe** |
| **Diagnose des zu prüfenden diagnostischen Verfahrens** | **pathologisch** | **A** | **B** | **A+B** |
| | **unauffällig** | **C** | **D** | **C+D** |
| | **Summe** | **A+C** | **B+D** | |

Zur besseren Übersicht erfolgen die prozentualen Angaben gerundet auf die volle Prozentangabe.

## 2.8 Kriterien zur Auswertung und Beurteilung

Die Auswertung der Daten erfolgte aus den Bereichen der CT-Fragestellungen, der Verdachtsdiagnosen, der CT-Diagnosen, der Operationsdiagnosen sowie der Entlassungsdiagnosen. Dazu wurden die erhobenen Daten den Gruppen Intracranielle Blutungen, Cerebrale Perfusionsstörungen, Intracranielle Raumforderungen, Intracranielle Entzündungen, Hirnödem, Schädelkalottenfrakturen sowie Schädelbasisfrakturen und Gesichtsschädelfrakturen zugeteilt.

In die Gruppe der Schädelkalottenfrakturen wurden Frakturen des Os parietale, des Os occipitale, des Os frontale und des Os temporale gezählt. Zu den Schädelbasisfrakturen wurden laterobasale Frakturen (Felsenbein-Frakturen) und frontobasale Frakturen (Os ethmoidale, Os sphenoidale, Os frontale), zu den Gesichtsschädelfrakturen die Frakturen des Os nasale, des Os lacrimale, des Vomer, der Maxilla, des Os palatinum, des Os zygomaticum, der Orbitae und der Mandibula gezählt. Schädelkalottenfrakturen und Schädelbasisfrakturen wurden z.T. unter der Gruppe Schädelfraktur (siehe 3.9) zusammengefasst.

Neurologisch untersuchte Patienten wurden in 3 Kategorien eingeteilt:

- Pathologische neurologische Untersuchungsbefunde bei Patienten mit Herd-/ Seitenzeichen oder Meningismus-Zeichen;
- Unauffällige neurologische Untersuchungsbefunde bei Patienten ohne Herd-/ Seitenzeichen oder ohne Meningismus-Zeichen;
- Klinisch neurologisch nicht beurteilbare Patienten.

In der Kategorie der Verdachtsdiagnosen wurde die Sensitivität und Spezifität im Vergleich mit der Entlassungsdiagnose bezogen auf die pathologischen neurologischen Untersuchungsbefunde und die unauffälligen neurologischen Untersuchungsbefunde berechnet.

Die durchgeführten CT-Untersuchungen wurden zunächst in 2 Gruppen eingeteilt:

- Pathologische CT-Untersuchungen;
- Unauffällige CT-Untersuchungen.

Die Kategorie der pathologischen CT-Untersuchung ist dann in die weiteren Untergruppen wie Intracranielle Blutungen, Cerebrale Perfusionsstörungen, Intracranielle Raumforderungen, Intracranielle Entzündungen, Hirnödem, Schädelfrakturen und Gesichtsschädelfrakturen eingeteilt worden.

Auch die Entlassungsdiagnosen wurden in 2 Untergruppen eingeteilt:

- Pathologische Entlassungsdiagnosen;
- Unauffällige Entlassungsdiagnosen.

Auch die Kategorie der pathologischen Entlassungsdiagnosen wurde in die Untergruppen Intracranielle Blutungen, Cerebrale Perfusionsstörungen, Intracranielle Raumforderungen, Intracranielle Entzündungen, Hirnödem, Schädelfrakturen und Gesichtsschädelfraktur eingeteilt.

Es wurden die CT-Diagnosen mit den Entlassungsdiagnosen korreliert und die Sensitivität und Spezifität der CT-Diagnosen im Vergleich mit den Entlassungsdiagnosen berechnet. Dabei wurde auch eine selektive Berechnung in den Untergruppen Intracranielle Blutungen, Cerebrale Perfusionsstörungen, Intracranielle Raumforderungen, Intracranielle Entzündungen, Hirnödem, Schädelfrakturen sowie Schädelbasisfrakturen und Gesichtsschädelfrakturen durchgeführt.

Die Operationsdiagnosen wurden ebenfalls in die genannten Untergruppen Intracranielle Blutungen, Intracranielle Raumforderungen, Hirnödem, Schädelfrakturen und Gesichtsschädelfraktur eingeteilt. Es wurden die CT-Diagnosen mit den Operationsdiagnosen

korreliert und die Sensitivität und die Spezifität der CT-Diagnosen im Vergleich mit den Operationsdiagnosen berechnet.

Konventionell angefertigte Röntgen-Schädelaufnahmen und CCT-Untersuchungen wurden in 2 weitere Kategorien eingeteilt:

- Untersuchungen mit Schädelfraktur (Schädelkalottenfraktur oder Schädelbasisfraktur);
- Untersuchungen ohne Schädelfraktur (Schädelkalottenfraktur oder Schädelbasisfraktur).

Anschließend wurden die konventionellen Röntgen-Schädelaufnahmen mit den CCT-Untersuchungen im Hinblick auf ihre Aussagekraft bei Schädelfrakturen verglichen. Weiter wurde untersucht, ob eine Schädelfraktur ein erhöhtes Risiko zur Erlangung einer intracraniellen Blutungskomplikation darstellt.

Analog zur Einteilung der CT-Untersuchungen wurden die MRT-Untersuchungen eingeteilt:

- Pathologische MRT-Untersuchungen;
- Unauffällige MRT-Untersuchungen.

Anschließend wurden die pathologischen MRT-Untersuchungen in die genannten Untergruppen Intracranielle Blutungen, Intracranielle Raumforderungen, Hirnödem, Schädelfrakturen und Schädelbasisfrakturen sowie Gesichtsschädelfrakturen eingeteilt.

Analog erfolgte eine Einteilung der Angiographien in:

- Pathologische Angiographien;
- Unauffällige Angiographien.

Die pathologischen Angiographien wurden ebenfalls in die Untergruppen Intracranielle Blutungen, Intracranielle Raumforderungen, Hirnödem, Frakturen im Bereich des Neurocraniums und Frakturen im Bereich des Viscerocraniums eingeteilt.

## 2.9 Statistische Analyse

In der statistischen Auswertung wurden die jeweiligen prozentualen Verteilungen, die Mittelwerte der Altersverteilung und die Mediane des Alters errechnet. Die Prozentangabe wurde zur besseren Übersicht auf die volle Prozentzahl auf- bzw. abgerundet. Die Berechnung der Sensitivität, Spezifität, PPV und NPV erfolgte, wie oben beschrieben, über die Vierfeldertafel für die neurologische Initialuntersuchungsdiagnose, die CT-Diagnose, die MRT-Diagnose und die Angiographie-Diagnose bezogen auf die Entlassungsdiagnose als Goldstandard. Zusätzlich eine Korrelation der CT-Diagnosen bei operierten Patienten mit den intraoperativen Diagnosen als Goldstandard.

# 3 Ergebnisse

Die Wertung der Studiendaten erfolgte nach den Ein- bzw. Ausschlusskriterien (siehe 2.4) sowie nach den Kriterien zur Auswertung und Beurteilung.

## 3.1 Datenmaterial im Untersuchungszeitraum

Im zuvor festgelegten Zeitraum wurden 646 Patienten mittels einer Computertomographie untersucht. Hiervon wurden 400 Krankengeschichten retrospektiv bearbeitet. Bei den übrigen Patienten war das Datenmaterial unvollständig (siehe 2.4).

**Tabelle 2:** Anzahl der eingeschlossene und ausgeschlossene Untersuchungen

| **Untersuchungen im Studienzeitraum** | | **Gesamtanzahl** | **Prozent** |
|---|---|---|---|
| Geplante Gesamtanzahl der Untersuchungen | (n) | 646 | 100 |
| Eingeschlossene Untersuchungen | (n) | 400 | 62 |
| Ausgeschlossene Untersuchungen | (n) | 246 | 38 |
| Davon fehlende Krankenakten | (n) | 150 | 23 |
| Davon fehlende CT-Befunde | (n) | 96 | 15 |

## 3.2 Demographische Daten

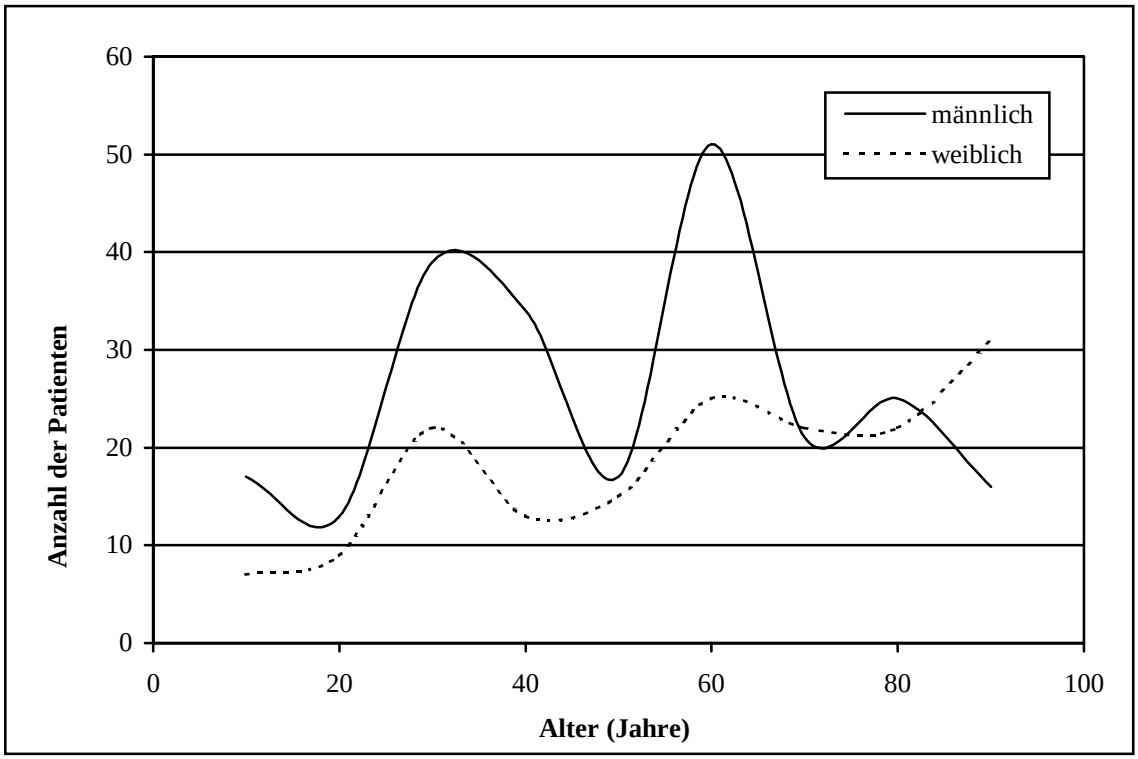
Tabelle 3 gibt einen Überblick über das Durchschnittsalter und den Altersmedian der computertomographisch untersuchten Patienten.

**Tabelle 3:** Demographische Patientendaten

| **Patienten** | | **Durchschnittsalter in Jahren** |
|---|---|---|
| Gesamtpatienten | [400] | 49,62 |
| Weibliche Patienten | [167] | 55,08 |
| Männliche Patienten | [233] | 46,06 |

In Abbildung 3 wird die geschlechtsspezifische und altersspezifische Verteilung bei den im Notdienst durchgeführten computertomographischen Untersuchungen dargestellt. Weiblichen Geschlechts waren 167 (42 %) Patienten, männlichen Geschlechts 233 Patienten (58%).

**Abbildung 3:** Geschlechts- und Altersverteilung der Patienten




### 3.3 Neurologische Initialuntersuchung

Insgesamt wurden 348 neurologische Untersuchungen bei 331 Patienten durchgeführt. Davon waren 331 neurologische Initialuntersuchungen, 17 Patienten wurden vor der Indikationsstellung zur CCT zweimal neurologisch untersucht. 28/400 Patienten benötigten keine neurologische Initialuntersuchung, da eine Computertomographie (Orbitae-CT, NNH-CT, Gesichtsschädel-CT) zur Abklärung augenärztlicher oder hals-nasen-ohrenärztlicher Fragestellungen durchgeführt wurden. Bei 372 Patienten wurde eine CCT-Untersuchung durchgeführt, davon erhielten vor der CCT 41/372 Patienten (11%) keine neurologische Initialuntersuchung. Bei den übrigen 331 Patienten (89%) erfolgte im Anschluss an die neurologische Initialuntersuchung eine CCT-Untersuchung. Bei diesen Patienten erfolgte die Korrelation mit den CT-Diagnosen.

Von 372 CCT-Untersuchungen erfolgten insgesamt 135 (36%) zur Ausschlussdiagnostik intracranieller Blutungen. Eine pathologische CCT-Diagnose wurde in 27 (20%) der 135 CCT-Untersuchungen gefunden.

Wie aus Tabelle 4 ersichtlich, waren 175 von 331 CCT-Untersuchungen (53%) unauffällig. Bei 152 von 331 CCT-Untersuchungen (46%) zeigte sich in der neurologischen Initialuntersuchung eine Herd-/ Seitensymptomatik. Die CCT ergab bei 84 von 152 Patienten

(65%) eine pathologische CCT-Diagnose. Bei 127 von 331 Patienten (38%) waren keine Herd-/ Seitenzeichen in der neurologischen Untersuchung feststellbar. Die computertomographische Untersuchung ergab hier bei 83 von 127 Patienten (65%) ein unauffälliges CCT und bei 44 von 127 Patienten (35%) eine pathologische CCT-Untersuchung.

**Tabelle 4:** CCT-Diagnosen und neurologische Initialuntersuchungen

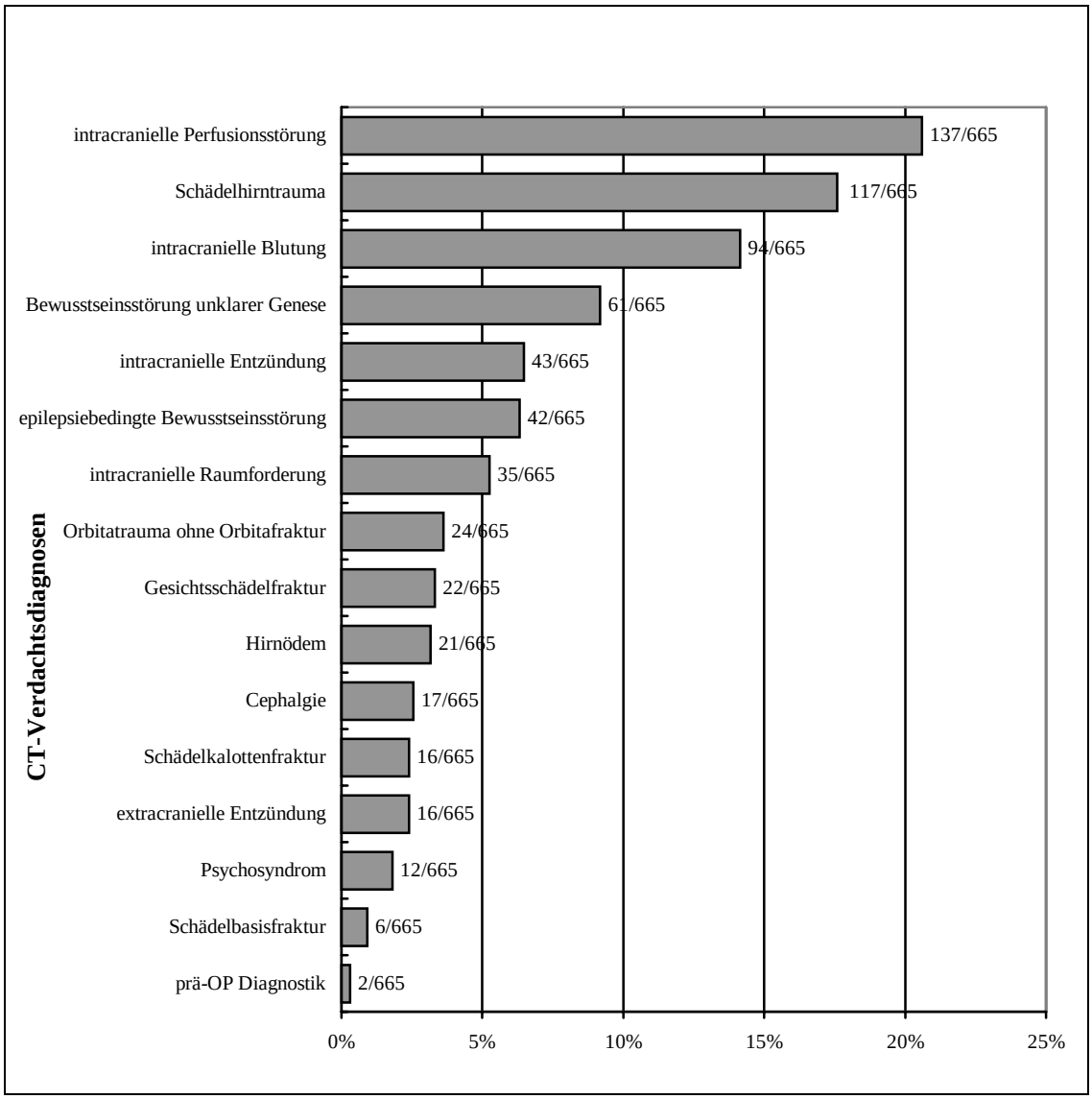
| **CCT-Diagnosen** | | **Herd-/Seiten-zeichen** | **Keine Herd-/Seitenzeichen** | **Meningismus-Zeichen** | **Nicht beurteilbar** |
|---|---|---|---|---|---|
| Intracranielle Blutung | (n=39) | 26 (66,7%) | 5 (12,8%) | 1 (2,6%) | 7 (17,9%) |
| Intracranielle Blutung mit Schädelfraktur | (n=20) | 4 (20,0%) | 9 (45,0%) | — | 7 (35,0%) |
| Akute Perfusionsstörung | (n=33) | 24 (72,7%) | 6 (18,2%) | — | 3 (9,1%) |
| Alte Perfusionsstörung | (n=38) | 21 (55,3%) | 13 (34,2%) | 1 (2,6%) | 3 (7,9%) |
| Intracranielle Entzündung | (n=7) | 4 (57,1%) | — | 3 (42,9%) | — |
| Intracranielle Raumforderung | (n=8) | 4 (50,0%) | 3 (37,5%) | 1 (12,5%) | — |
| Hirnödem | (n=3) | 1 (33,3%) | 2 (66,7%) | — | — |
| Schädelfraktur ohne intracranielle Blutung | (n=8) | — | 6 (75,0%) | — | 2 (25,0%) |
| Unauffälliges CCT | (n=175) | 68 (38,9%) | 83 (47,4%) | 6 (3,4%) | 18 (10,3%) |
| **Gesamt** | **(n=331)** | **152 (45,9%)** | **127 (38,4%)** | **12 (3,6%)** | **40 (12,1%)** |

In Tabelle 4 wurden unter Schädelfrakturen die Schädelbasisfrakturen und die Schädelkalottenfrakturen zusammengefasst

## 3.4 CCT-Verdachtsdiagnosen

Es wurden 652 Verdachtsdiagnosen bei 400 Patienten gestellt. Wie sich aus der Abbildung 4 ergibt, wurden als häufigste Verdachtsdiagnosen die intracerebrale Perfusionsstörung (20,9%), das Schädelhirntrauma (17%) oder die intracranielle Blutung (14%) geäußert.

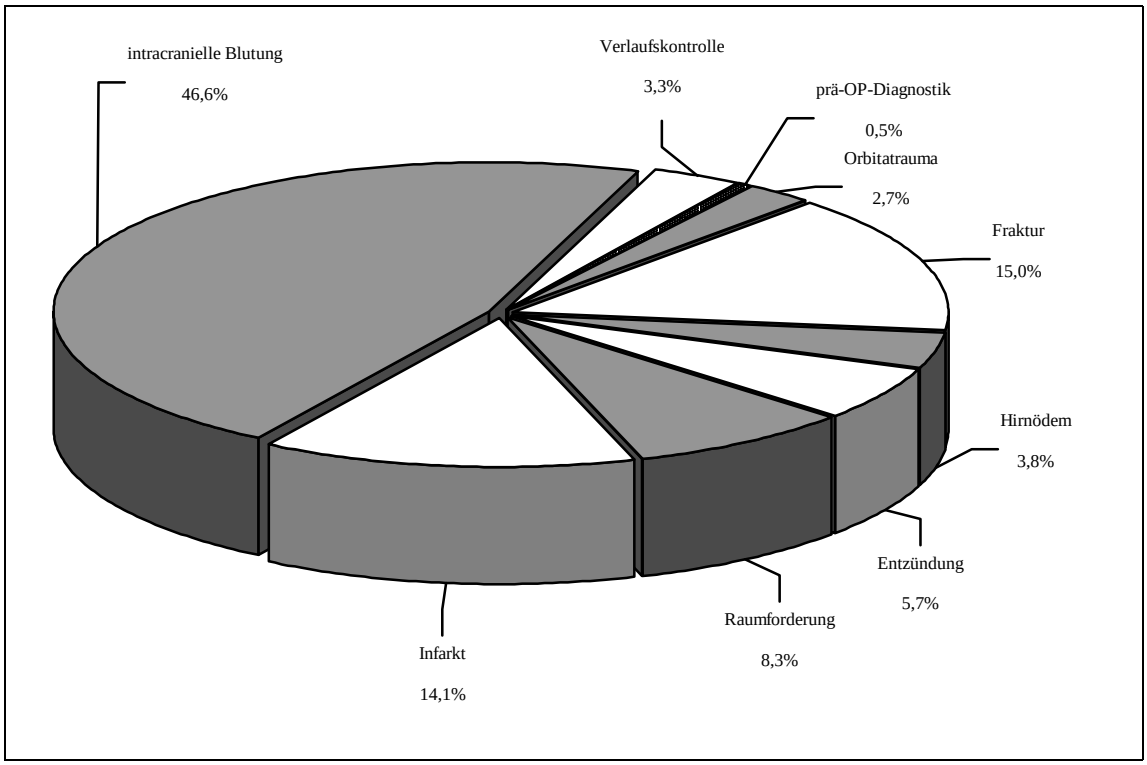
**Abbildung 4:** Verdachtsdiagnosen der neurologischen Initialuntersuchungen



## 3.5 CCT-Indikation

Bei insgesamt 400 Patienten, die mittels Angefertigung einer CT untersucht wurden, ergaben sich 661 CT-Fragestellungen. Die häufigste Indikation zur Anforderung einer Computertomographie stellte mit 46,6% der Verdacht auf bzw. der Ausschluß einer intracraniellen Blutung dar. Wie in Abbildung 5 zu erkennen, spielten die Fragestellung nach einer cerebralen Perfusionsstörung (4%), einer intracraniellen Raumforderung (8%), einer Entzündung (6%) sowie einem Hirnödem (4%) eher eine untergeordnete Rolle.

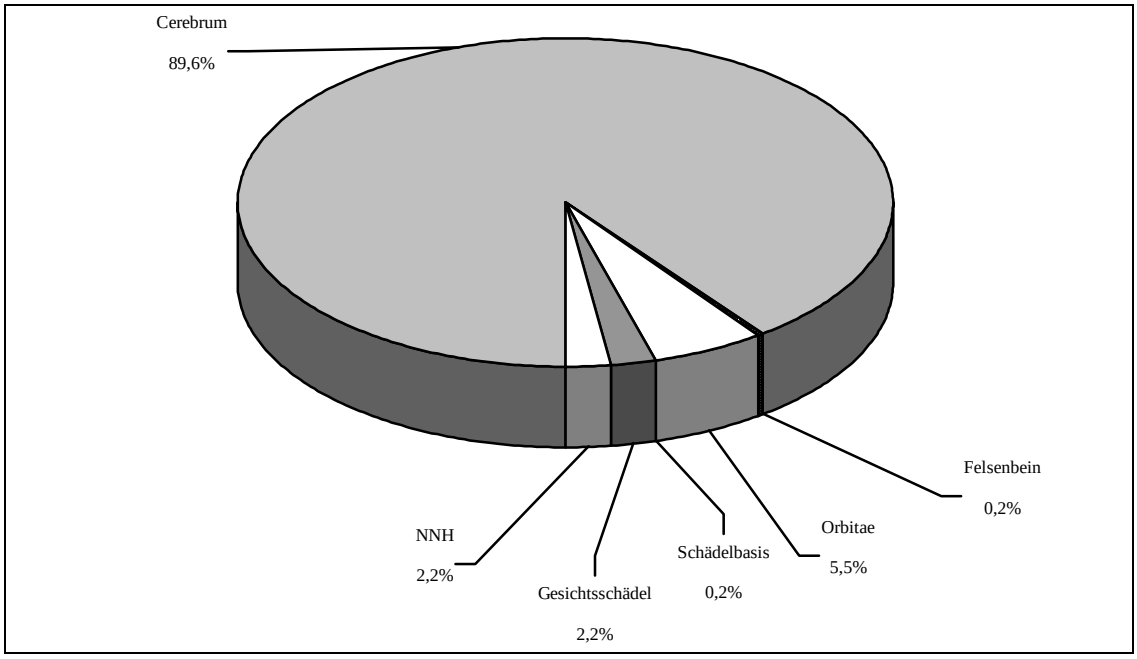
**Abbildung 5:** Indikationsstellung zur computertomographischen Untersuchung



## 3.6 Lokalisation der CT-Untersuchungen

Von den 415 computertomographischen Untersuchungen bei 400 untersuchten Patienten entfielen 90% der CT-Untersuchungen auf den Hirnschädel. 20 CCT´s wurden ohne und mit Kontrastmittel, 2 CCT´s nur nach intravenöser Kontrastmittelgabe und 372 CCT´s lediglich nativ durchgeführt.

**Abbildung 6:** CCT-Lokalisation




## 3.7 Klassifikation der computertomographischen Diagnosen

Es wurden sämtliche CT-Diagnosen (549) der 415 CT-Untersuchungen bei 400 untersuchten Patienten aus den entsprechenden schriftlichen Befunden erhoben, dann den Gruppen Intracranielle Blutungen, Cerebrale Perfusionsstörungen, Intracranielle Raumforderungen, Intracranielle Entzündungen, Hirnödem, Schädelfrakturen und Gesichtsschädelfrakturen zugeordnet. Die Tabelle 5 gibt einen Überblick über die wichtigsten Diagnosen und ihre Lokalisation mittels der durchgeführten CT-Untersuchung. Unter die Gruppe der sekundären Diagnosen wurden die Hirnvolumenminderung (60), die vaskuläre Enzephalopathie (59), die Anlage einer Hirndrucksonde (6) sowie die Arteriosklerose (1) etc. zusammengefasst. Als häufigste Diagnose in der CCT wurde mit 107/489 die intracranielle Blutung (22%) sowie mit 95/489 die cerebralen Perfusionsstörungen (20%) gestellt. Bei den Gesichtsschädel-CT wurde am häufigsten mit 22/25 eine Gesichtsschädelfraktur (88%), bei den Orbitae-CT mit je 9/25

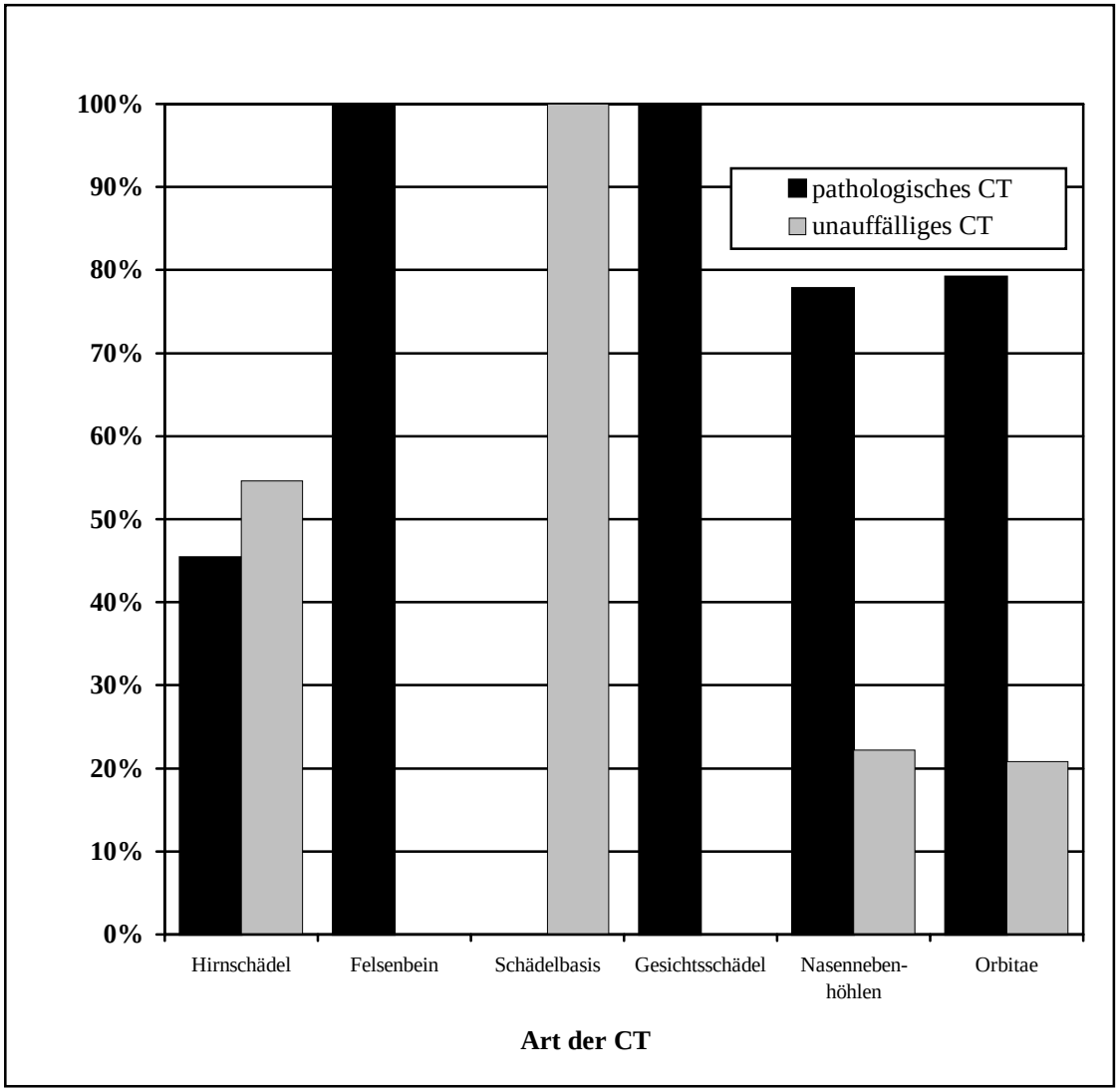
eine extracranielle Entzündung bzw. eine Gesichtsschädelfraktur und bei den NNH-CT mit 9/9 eine extracranielle Entzündung (100%) gefunden.

**Tabelle 5:** CT-Diagnosen und Art der CT-Untersuchungen

| **Diagnosen in der Computer-tomographie** | **Hirn-schädel-CT** | **Felsen-bein-CT** | **Schädel-basis-CT** | **Gesichts-schädel-CT** | **Nasen-neben-höhlen-CT** | **Orbitae-CT** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Intracranielle Blutung | 107 | — | — | — | — | — |
| Akute Perfunsionsstörung | 35 | — | — | — | — | — |
| Alte Perfunsionsstörung | 60 | — | — | — | — | — |
| Intracranielle Raumforderung | 11 | — | — | — | — | — |
| Extracranielle Raumforderung | 2 | — | — | 1 | — | — |
| Intracranielle Entzündung | 7 | — | — | — | — | — |
| Extracranielle Entzündung | 16 | — | — | 1 | 9 | 9 |
| Hirnödem | 49 | — | — | — | — | — |
| Schädelkalottenfraktur | 31 | — | — | — | — | — |
| Schädelbasisfraktur | 7 | 1 | — | — | — | — |
| Gesichtsschädelfraktur | 6 | — | — | 22 | — | 9 |
| Orbitatrauma | 8 | — | — | 1 | — | 6 |
| Sekundäre CT-Diagnosen | 150 | — | — | — | — | 1 |
| **Gesamt** | **489** | **1** | **—** | **25** | **9** | **25** |

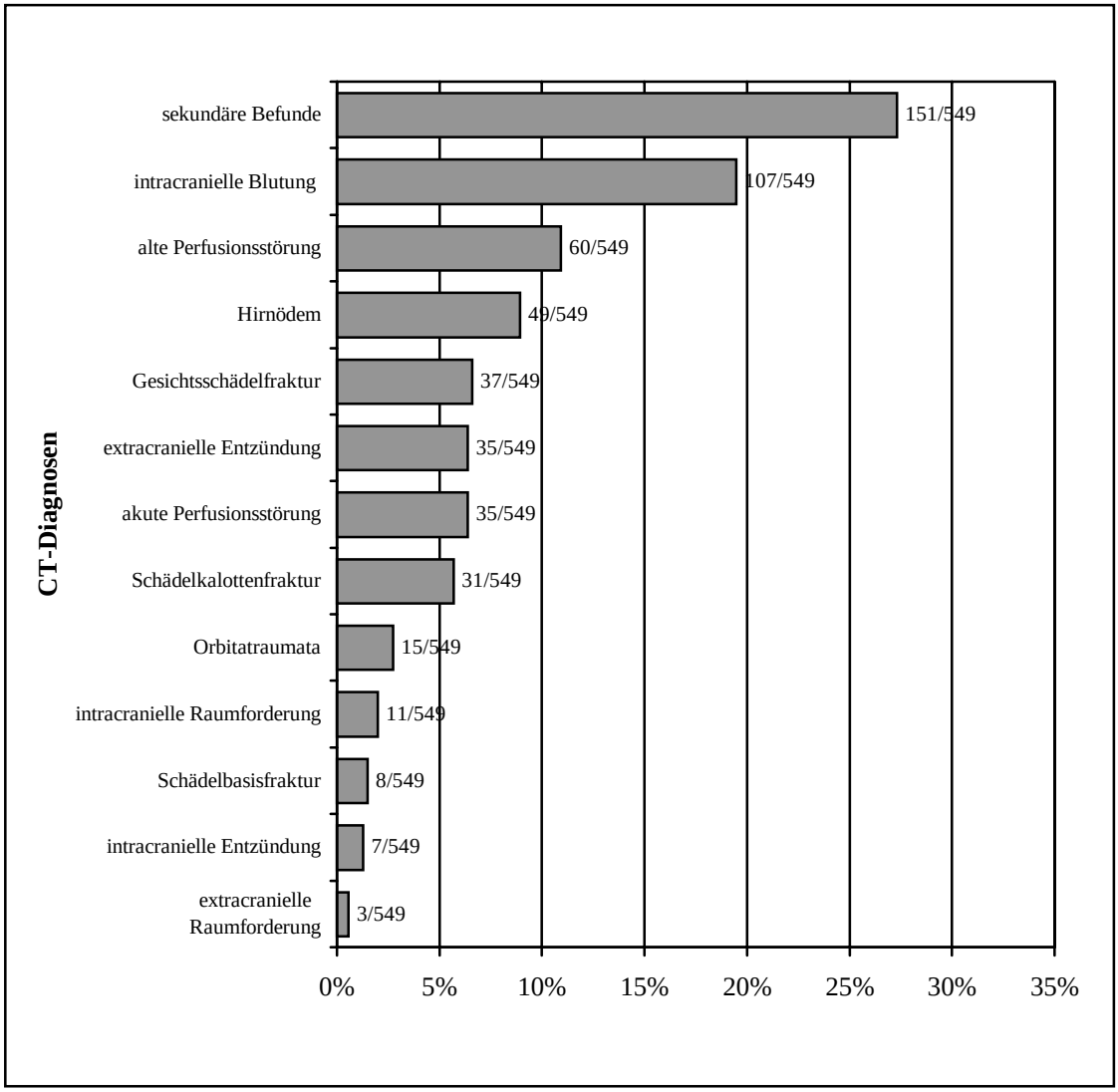
Pathologische Diagnosen wurden in 205/415 computertomographischen Untersuchungen (49%) diagnostiziert, ansonsten fanden sich 210 unauffällige CT-Untersuchungen (51%). Die Abbildung 7 zeigt die Verteilung der pathologischen sowie der unauffälligen CT in in Korrelation zur Art der CT-Untersuchung. Dabei überwogen bei den CCT-Untersuchungen mit 203/372 die unauffälligen CCT (55%), bei nur 45% pathologischer CCT-Untersuchungen. Bei den Gesichts-CT wurden pathologische Diagnosen in 9/9 Untersuchungen (100%), bei den NNH-CT in 7/9 Untersuchungen (78%) sowie bei den Orbitae-CT in 19/23 Untersuchungen (83%) gefunden.

**Abbildung 7:** Pathologische und unauffällige Hirnschädel-Computertomographien




In der CT wurden 549 Diagnosen erkannt. 152 Diagnosen wie die Hirnvolumenminderung, die Arteriosklerose, das Hygrom oder die regelrechte Lage der ICP-Sonde wurden als sekundäre Diagnosen eingestuft, da sie nicht in unmittelbarem Zusammenhang mit der akuten Fragestellung standen. Die wichtigsten Diagnosen werden in der Abbildung 8 nach der Häufigkeit der Diagnosen dargestellt. Als häufigste CT-Diagnosen wurden mit 107/549 intracranielle Blutungen (20%), 95/549 cerebrale Perfusionsstörungen (17%) sowie mit 45/549 das Hirnödem (9%) gefunden.

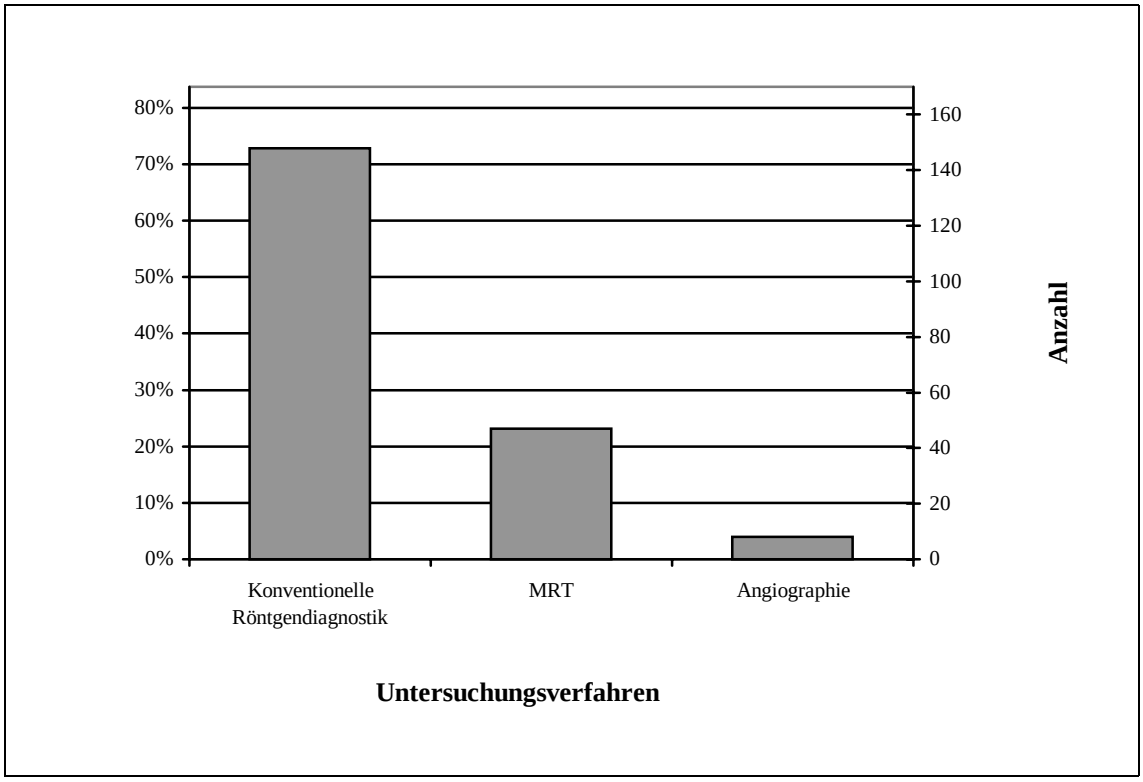
**Abbildung 8:** CT- Diagnosen




## 3.8 Konventionelle Röntgenuntersuchung, MRT-Untersuchung oder Angiographie

Die ergänzend durchgeführte bildgebende Diagnostik mittels konventioneller Röntgendiagnostik, Magnetresonanztomographie und Angiographie wurde dokumentiert. Dabei wurde die zeitliche Koordination zum CT erfasst sowie eine Korrelation zu den CT-Diagnosen vorgenommen. Bezüglich der Häufigkeit der ergänzend eingesetzten bildgebenden Verfahren ergab sich das in Abbildung 9 dargestellte Bild. Als häufigstes Verfahren wurde die konventionelle Röntgendiagnostik eingesetzt.

**Abbildung 9:** Häufigkeit ergänzender bildgebender Verfahren prä- oder post-CT




Eine konventionelle Röntgendiagnostik (Schädel in 3 Ebenen, Orbita-Zielaufnahmen, NNH in 2 Ebenen, Jochbein (Henkeltopfaufnahme), Nasenbein seitlich, Unterkiefer in 2 Ebenen) erhielten 148/400 (37%), eine zusätzliche MRT 46/400 (12%) und eine Angiographie noch 8/400 (2%) der untersuchten Patienten. Bei 68/214 Untersuchungen (32%) der bildgebenden Diagnostik fanden sich pathologische Diagnosen, eine unauffällige Untersuchung fand sich bei 146 der durchgeführten Untersuchungen (69%).

## 3.9 Die konventionelle Röntgenuntersuchung und die Computertomographie

Die verschiedenen Untersuchungen in der konventionellen Röntgendiagnostik, die vor- oder nach der CT durchgeführt worden sind, werden in Tabelle 6 nach Art der Untersuchung und Vergleichbarkeit der Diagnosen dargestellt. Bei 148 Patienten wurden 170 Untersuchungen der konventionellen Röntgendiagnostik durchgeführt. Bei 25/170 Untersuchungen (15%) ergab sich keine Korrelation oder die konventionellen Röntgenbilder waren nicht beurteilbar. Bei 137/148 Patienten (93%) wurden am häufigsten Schädelaufnahmen in 3 Ebenen in der konventionellen Röntgendiagnostik durchgeführt.

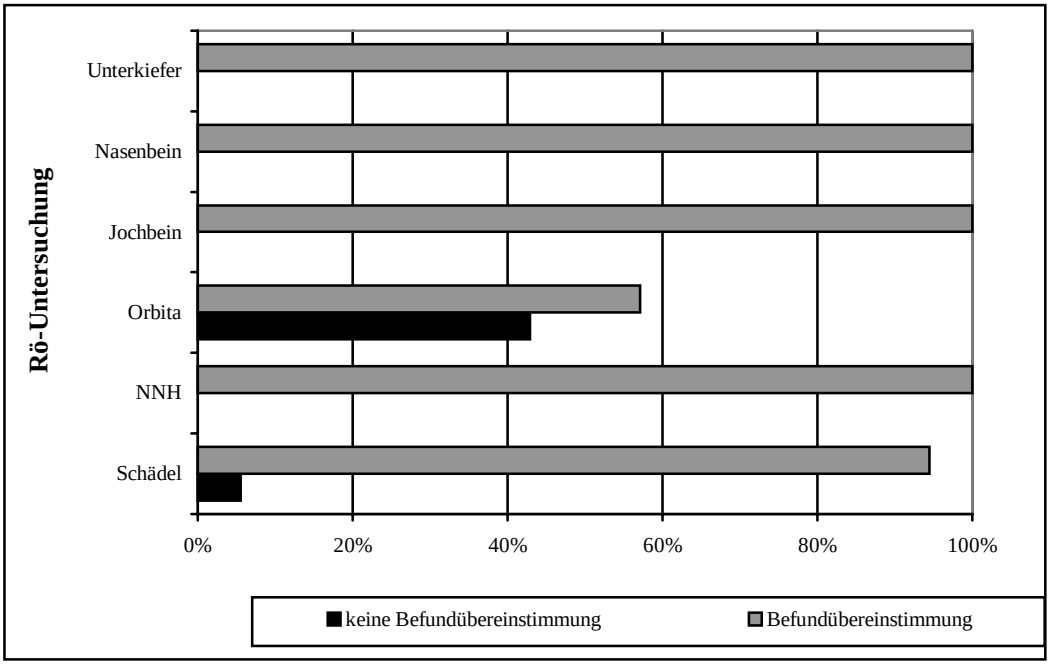
**Tabelle 6:** Korrelation konventioneller Röntgendiagnostik versus CT

| **Konventionelle Diagnostik** | **Diagnoseüber-einstimmung** | **Keine Diagnoseüber-einstimmung** | **Röntgenbild nicht sicher beurteilbar** | **Keine Korrelation** |
|---|---|---|---|---|
| Schädel in 3 Ebenen | 119 | 7 | 6 | 5 |
| Orbita-Zielaufnahme | 4 | 3 | 1 | 4 |
| NNH in 2 Ebenen | 5 | — | 1 | 4 |
| Jochbein (Henkeltopfaufnahme) | 1 | — | — | 2 |
| Nasenbein seitlich | 5 | — | — | 1 |
| Unterkiefer in 2 Ebenen | 1 | — | — | 1 |

Im Vergleich der Röntgenuntersuchungen mit der CCT ergibt sich insgesamt eine Diagnoseübereinstimmung von 93,1 %.

Abbildung 10 zeigt die prozentuale Diagnoseübereinstimmung, gegliedert nach Untersuchungsart, im Vergleich mit der computertomographischen Untersuchung. Eine Auswertung von 145/170 (85%) Untersuchungen in der konventionellen Röntgendiagnostik konnte erfolgen. Eine Diagnoseübereinstimmung von 100% fand sich am häufigsten bei der „NNH in 2 Ebenen“ und dem „Nasenbein seitlich“. Bei den „Schädelaufnahmen in 3 Ebenen“ fand sich eine Diagnoseübereinstimmung in 94,4% mit der CCT.

**Abbildung 10:** Korrelation konventioneller versus CT-Diagnosen




Insgesamt waren 11/137 (9%) Schädelröntgenuntersuchungen wegen fehlender Vergleichbarkeit der Untersuchungen nicht mit der CCT korrelierbar oder nicht beurteilbar und mussten daher aus der Studie ausgeschlossen werden. Bei 5/126 (4%) mit der CCT korrelierbaren Schädelröntgenuntersuchungen wurde eine Schädelfraktur nur in der CCT, nicht jedoch in der konventionellen Schädelröntgenuntersuchung nachgewiesen. Bei 2/126 Schädelröntgenuntersuchungen wurde im konventionellen Röntgen eine Schädelfraktur diagnostiziert, die in der CCT nicht dokumentiert war. Insgesamt ergab sich somit bei 7/126 (6%) der Schädelröntgenuntersuchungen keine Diagnoseübereinstimmung im Vergleich mit der CCT. Bei 3/8 (38%) der konventionellen Röntgenuntersuchungen der Orbita wurde eine Orbitafraktur erst in der Computertomographie der Orbitae diagnostiziert. Bei 4/12 Orbita-Röntgenuntersuchungen konnte keine Korrelation zur CCT erstellt werden, da die Orbitae in der CT nicht mit abgebildet wurden.

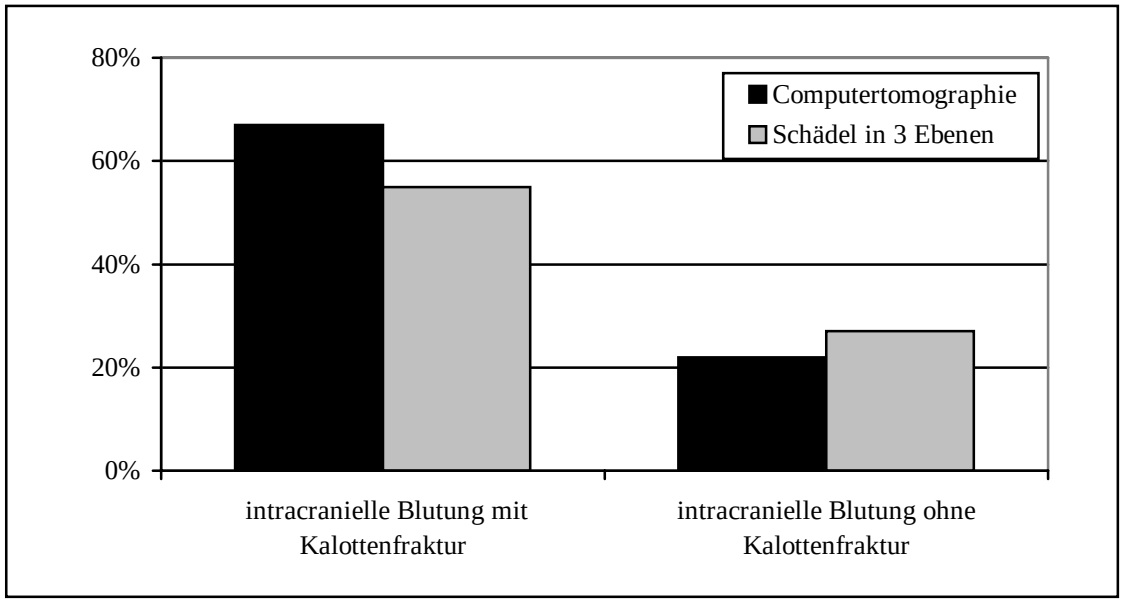
### 3.10 Schädelfrakturen und intracranielle Komplikationen

In 22/126 Fällen (18%) wurde durch die konventionelle Schädelröntgenaufnahme in 3 Ebenen eine Schädelfraktur und in einem weiteren Fall eine Felsenbeinfraktur diagnostiziert. In der CCT wurde in 25/126 (20%) Untersuchungen eine Schädelfraktur diagnostiziert. Beim Vergleich dieser beiden Verfahren zeigte sich eine Diagnoseübereinstimmung in 20/27 Fällen

(74%). Bei 5/27 Patienten (19%) wurde der Nachweis einer Schädelfraktur durch die CCT erbracht, während die konventionelle Röntgenschädeluntersuchung unauffällig war. Die konventionelle Röntgenuntersuchung dagegen zeigte in 2/27 Fällen (7%) eine Schädelfraktur, die im computertomographischen Befund nicht dokumentiert war.

81% der 27 Schädelfrakturen waren durch die konventionelle Röntgenuntersuchung nachweisbar. 93% der Schädelfrakturen wurden dagegen durch die CT dokumentiert, retrospektiv waren die nicht dokumentierten Schädelfrakturen nachvollziehbar. Bei 12/22 der Patienten (55%) mit konventionell diagnostizierten Schädelfrakturen und bei 18/25 der Patienten (72%) mit computertomographisch diagnostizierten Schädelfrakturen fand sich zusätzlich eine intracranielle Blutung. Bei 28/104 Patienten (27%) ohne Schädelfraktur im konventionellen Röntgen und bei 22/101 Patienten (22%) ohne Schädelfraktur in der computertomographischen Untersuchung fand sich in der CCT eine intracranielle Blutung.

**Abbildung 11:** Korrelation der Schädelfraktur mit und ohne Blutung




Nach den Ergebnissen der Computertomographie erscheint das Risiko einer intracraniellen Blutungskomplikation bei Patienten mit einer Schädelfraktur um den Faktor 3,3 erhöht.

### 3.11 MRT-Untersuchung und Computertomographie

Die MRT-Untersuchungen, die vor- oder nach dem CT durchgeführt worden sind, werden in Tabelle 7 nach Art der Untersuchung und Vergleichbarkeit der Diagnosen dargestellt. Die CCT zeigte in 23/34 (68%) Untersuchungen eine Befundübereinstimmung mit der MRT.

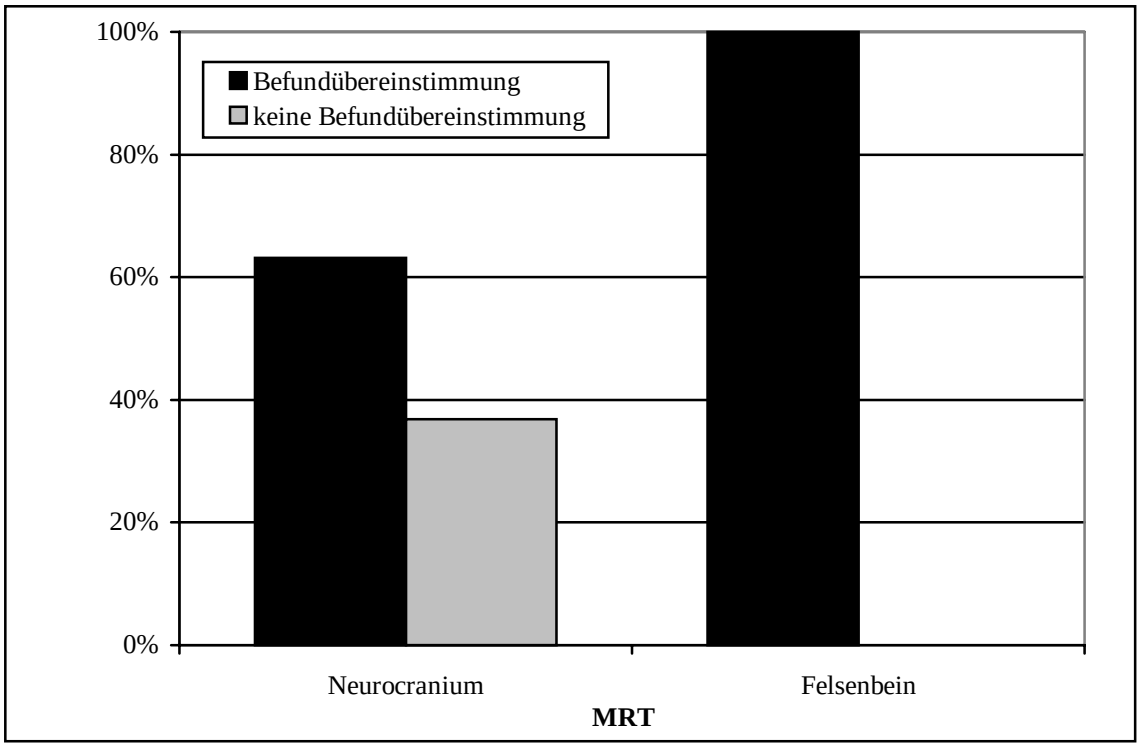
**Tabelle 7:** Korrelation der MRT mit der Computertomographie

| MRT | Diagnoseüberein-stimmung | Keine Diagnoseüberein-stimmung | Keine Korrelation |
|---|---|---|---|
| Neurocranium | 23 | 11 | 1 |
| Felsenbein | 1 | — | — |
| Gesichtsschädel | — | — | 1 |
| Cranio-cervikaler Übergang | — | — | 1 |
| Hals- und Schädelbasis | — | — | 1 |

Unter Berücksichtigung der MRT-Untersuchungen mit bzw. ohne Diagnoseübereinstimmung mit der Computertomographie ergibt sich insgesamt eine Diagnoseübereinstimmung mit den MRT von 68,6 %.

Abbildung 12 zeigt untergliedert nach der Untersuchungsart die prozentuale Diagnoseübereinstimmung mit der CT.

**Abbildung 12:** MRT und Korrelation mit der Computertomographie




4/39 (10%) MRT-Untersuchungen konnten nicht korreliert werden, da entweder die MRT abgebrochen wurde oder keine vergleichbare CT durchgeführt wurde. In 11/35 (31%) MRT

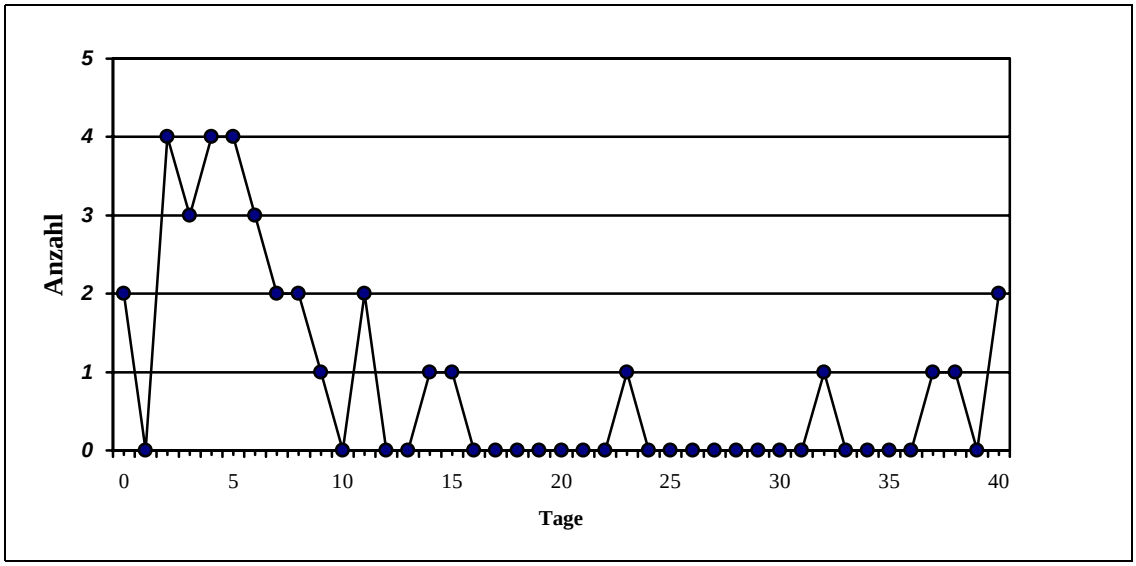
konnte keine Diagnoseübereinstimmung mit der computertomographischen Untersuchung festgestellt werden. 14/35 (40%) mit der CCT vergleichbaren MRT-Untersuchungen zeigten sich unauffällig. Tabelle 8 zeigt die MRT-Diagnosen und gibt Aufschluss über deren Korrelierbarkeit. 24/38 (63%) MRT-Diagnosen korrelierten mit der CT-Diagnose. Bei den cerebralen Perfusionsstörungen finden sich nur bei 1/8 (13%) sowie bei den intracraniellen Blutung bei 2/4 (50%) eine Diagnoseübereinstimmung.

**Tabelle 8:** Korrelation der CT- und MRT-Diagnosen

| **MRT-Diagnosen** | **Diagnoseüber-einstimmung mit der CT** | **Keine Diagnoseüber-einstimmung mit der CT** | **Keine Korrelation** |
|---|---|---|---|
| Cerebrale Perfusionsstörung | 1 | 7 | — |
| Intracranielle Blutung | 2 | 2 | 1 |
| Intracranielle Raumforderung | 3 | 1 | — |
| Enzephalitis | — | 3 | — |
| Cerebrale Lymphome | — | 1 | — |
| Hirnvolumenminderung | 3 | — | — |
| Felsenbeinfraktur | 1 | — | — |
| Orbitopathie | — | — | 1 |
| Paravertebraler Abszess | — | — | 1 |
| Unauffälliges MRT | 14 | — | — |
| MRT abgebrochen | — | — | 1 |
| **Gesamt** | **24** | **14** | **4** |

Der durchschnittliche zeitliche Abstand zwischen der CT und der nachfolgenden MRT betrug 10,6 Tage. Abbildung 13 zeigt den zeitlichen Abstand in Tagen der MRT zum CT auf.

**Abbildung 13:** Zeitliche Verteilung der post-CT durchgeführten MRT




## 3.12 Korrelation der Angiographie mit der CT

Die verschiedenen angiographischen Untersuchungen, die vor oder nach dem CT durchgeführt worden sind, werden in Tabelle 9 nach der Vergleichbarkeit der Diagnosen dargestellt.

**Tabelle 9:** Anzahl der Diagnoseübereinstimmung der Angiographie mit der CT

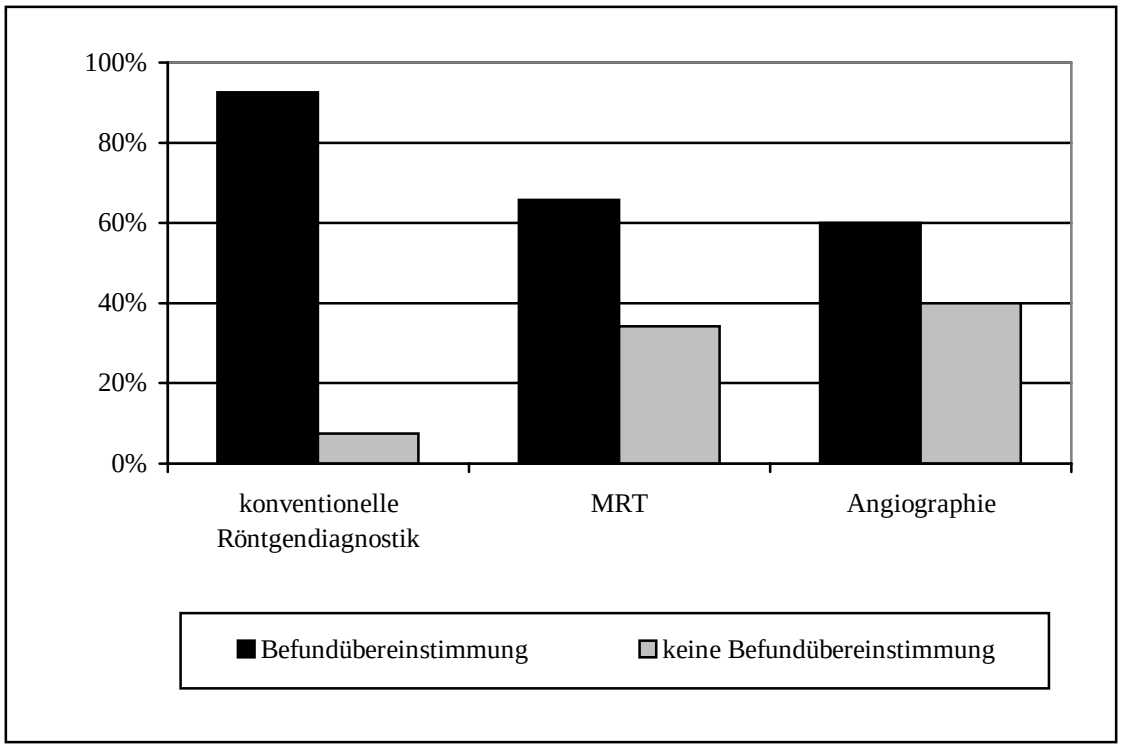
| Angiographische Untersuchung | Diagnoseüber-einstimmung | Keine Diagnoseüber-einstimmung | Angiographie nicht sicher beurteilbar | Keine Korrelation |
|---|---|---|---|---|
| Cerebrale DSA | 3 | 2 | 1 | 2 |

Insgesamt 2 Angiographieuntersuchungen waren nicht korrelierbar, da keine vergleichbare CT-Untersuchung durchgeführt worden war. Bei 2/5 (40%) korrelierbaren DSA-Untersuchungen wurde keine Diagnoseübereinstimmung mit der CCT festgestellt. Dabei wurde in einer CCT-Untersuchung der Verdacht auf eine Angiomblutung geäußert, der sich in der Angiographie jedoch nicht bestätigte. In einer weiteren DSA-Untersuchung fand sich ein Verschluss der A. carotis-interna, der in der nativ-computertomographischen Untersuchung nicht hinreichend diagnostiziert werden konnte. Insgesamt ergibt sich eine Diagnoseübereinstimmung mit der CT von 60,0 %.

### 3.13 Korrelation der konventionellen Röntgendiagnostik, Angiographie und MRT mit der CT

Die Abbildung 14 zeigt die Korrelation der CT zur konventionellen Röntgendiagnostik, Angiographie und MRT. Die konventionelle Röntgenuntersuchung zeigt mit 93% die höchste Befundübereinstimmung.

**Abbildung 14:** Korrelation der konventionellen Röntgendiagnostik, Angiographie und MRT mit der Computertomographie




### 3.14 Ergebnisse zu operativen Eingriffen

Aufgrund des CT-Befundes mussten 47/400 (12%) Patienten im Bereich des Untersuchungsgebietes operativ versorgt werden. Bei 10 Patienten folgten Zweiteingriffe im Bereich des Untersuchungsgebietes. Hierbei handelte es sich um Wundrevisionen (4), Gesichtsschädelfrakturen (4), Sinusitis (1) sowie eine osteoplastische Deckung nach Trepanation (1).

36 Patienten (77 %) wurden innerhalb von weniger als 24 Stunden operiert. Weitere 11 Patienten (23%) wurden dann nach Ablauf von mehr als 24 Stunden operiert. Abbildung 15 gibt einen Überblick über den zeitlichen Abstand des operativen Eingriffs zum CT. Am häufigsten erfolgten die notfallmäßigen Operationen in 53% (30/57) der Fälle noch innerhalb

von 12 Stunden nach der CT. Nach einem Schädelhirntrauma wurden 18/24 (75%) neurochirurgische Eingriffe durchgeführt. Die übrigen Eingriffe 33/57 (58%) wurden durch HNO-Ärzte oder Kieferchirurgen durchgeführt.

**Abbildung 15:** Gesamtanzahl und zeitliche Verteilung der operativen Eingriffe

| **Zeitliche Verteilung** | **Anzahl** |
|---|---|
| Operativer Eingriff <12 h | 29 |
| Operativer Eingriff >12 h und <24 h | 8 |
| Operativer Eingriff >24 h und <36 h | 0 |
| Operativer Eingriff >36 h | 20 |
| Gesamtanzahl | 57 |

Intraoperativ konnten 106 Diagnosen erhoben werden. Tabelle 10 gibt einen Überblick über Operationsdiagnosen und deren prozentuale Verteilung. Als häufigste intraoperative Diagnosen wurden intracranielle Blutungen sowie makroskopisch und durch Messungen erfassbare erhöhte Hirndrücke gefunden.

**Tabelle 10:** Intraoperative Diagnosen

| **Operative Diagnosen** | **Anzahl** | **Prozent** |
|---|---|---|
| Intracranielle Blutungen | 13 | 12,3 |
| Hirnödem (intraoperative Messung) | 12 | 11,3 |
| Hirnödem (makroskopisch) | 5 | 4,7 |
| Extracranielle Entzündung | 10 | 9,4 |
| Fraktur des Neurocraniums | 5 | 4,7 |
| Fraktur des Viscerocraniums | 38 | 35,9 |
| Sonstige intraoperative Diagnosen | 23 | 21,7 |
| Gesamtanzahl | 106 | 100,0 |

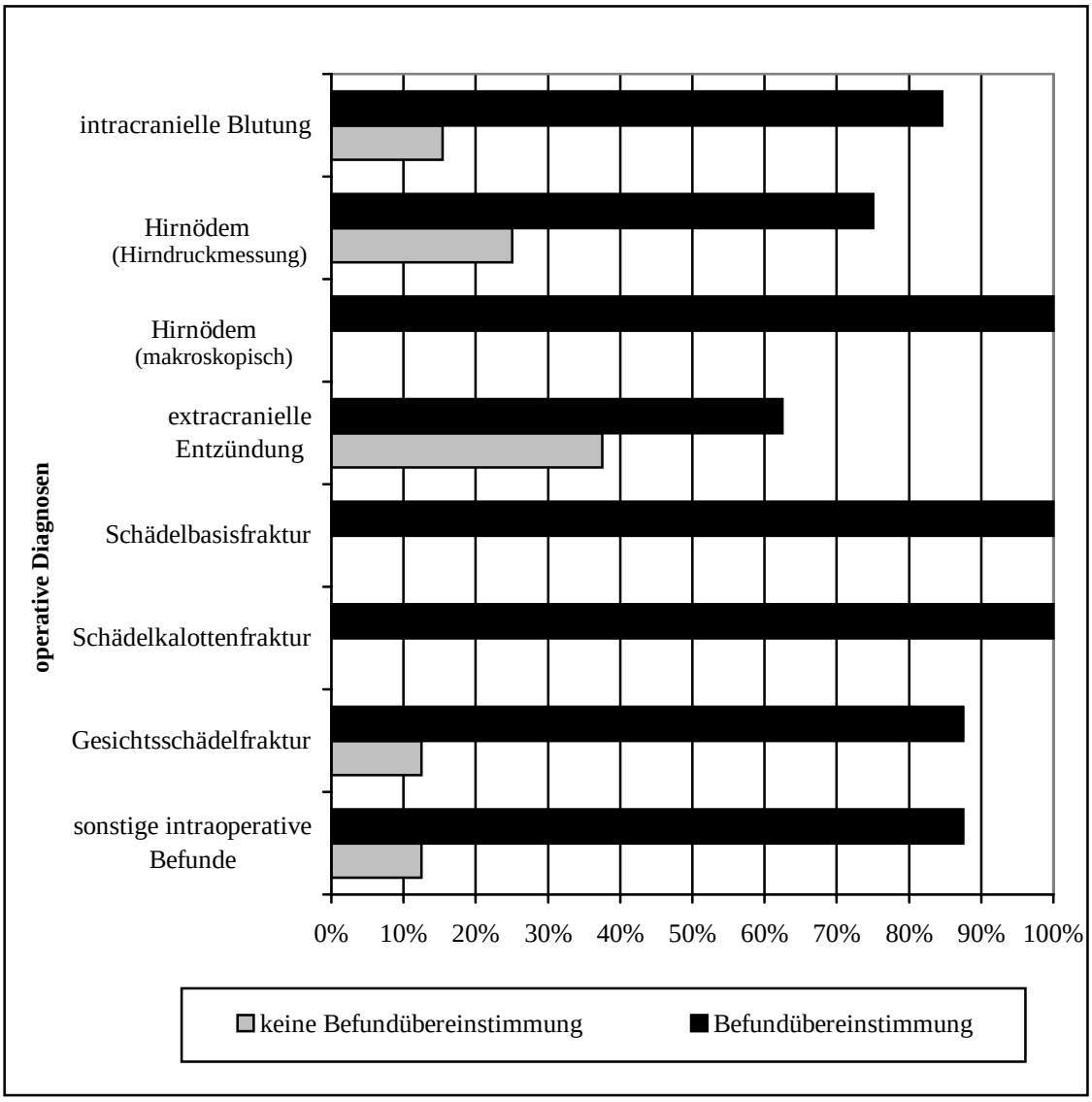
Im dokumentierten Untersuchungszeitraum verstarben 3/47 (6%) der operierten Patienten postoperativ an Kreislaufversagen bei Herzinsuffizienz (1) sowie an cerebraler Dysfunktion bei intracranieller Blutung mit folgendem malignen Hirnödem (2).

### 3.15 Korrelation der intraoperativen Diagnosen mit der Computertomographie

Insgesamt wurden 106 Operationsdiagnosen erhoben. 22 Diagnosen konnten nicht korreliert werden, da das Operationgebiet außerhalb des CT-Untersuchungsgebietes lag. Bei einem Befund konnte eine Bewertung nicht sicher erfolgen. Es wurden somit 23 Diagnosen ausgeschlossen. So konnten 83 Operationsdiagnosen mit der Computertomographie verglichen werden.

Abbildung 16 zeigt die Korrelation der computertomographischen Untersuchungen mit den intraoperativ gesicherten Befunden. Am häufigsten fand sich eine Diagnoseübereinstimmung zwischen den operativen Befunden und der CT bei den Schädelfrakturen mit 100%, den makroskopischen Hirnödemen mit 100% sowie den Gesichtsschädelfrakturen mit 88% und den intracraniellen Blutungen mit 85%. Das schlechteste Ergebnis lieferte die CT bei der Diagnostik extracranieller Entzündungen, die nur zu 63% mit dem intraoperativen Befund korrelierten.

**Abbildung 16:** Intraoperative Diagnosen im Vergleich mit CT-Diagnosen dargestellt




Bei 12/83 (14%) intraoperativ gesicherten Befunden konnte keine Übereinstimmung mit der CT-Untersuchung gefunden werden. So wurde in der CT eine epidurale sowie eine subarachnoidale Blutung nicht diagnostiziert. In beiden Fällen ergab sich hieraus keine Konsequenz für den Patienten. Nebenbefundlich wurde intraoperativ eine frakturnahe epidurale Blutung bei der Versorgung einer Kalottenmehrfragmentimpressionsfraktur festgestellt. Die Subarachnoidalblutung wurde intraoperativ nach Klipping eines A. cerebri-anterior-Aneurysmas diagnostiziert, bei schon computertomographisch geäußertem Verdacht auf eine Aneurysmablutung. In weiteren 2 CCT-Untersuchungen wurde eine Hirndrucksymptomatik diagnostiziert, die zur Anlage einer Hirndrucksonde führte, obwohl die dann intraoperativ gemessenen Hirndruckwerte normwertig waren (Normalwerte: Erwachsene 5-15 mmHg, Kinder 0-10 mmHg) (26). Bei einer an einem 3-jährigen Kind

durchgeführten CCT-Untersuchung fand sich kein Anhalt auf eine bestehende intracranielle Hirndrucksymptomatik, während die, aufgrund der klin. Aspekte, eingebrachte Hirndrucksonde einen Hirndruck von 35 mmHg zeigte. Bei 3 weiteren CT-Untersuchungen (2 Orbitae-CT, 1 Gesichtsschädel-CT) wurden Frakturen im Bereich der Orbitae nicht festgestellt. Auch eine Fraktur des Jochbeins konnte in einem CT der Orbitae nicht gesichert werden. Polypöse Veränderungen im Bereich der Sinus maxillaris sowie der Sinus ethmoidalis bei Anfertigung einer NNH-CT entgingen der Diagnostik. Bei einem weiteren CT der Orbitae wurde eine Einblutung in die Augenvorderkammer nicht diagnostiziert.
Insgesamt ergibt sich bei 48/60 (80%) intraoperativen Diagnosen eine Diagnosenübereinstimmung mit den Diagnosen der Computertomographien.

### 3.16 Todesursachen

Während des dokumentierten Zeitraumes verstarben insgesamt 6% (23/400) der Patienten, auch 6% (3/47) der operierten Patienten verstarben. Aus Tabelle 11 gehen die spezifizierten Todesursachen hervor. Die häufigste Todesursache war mit 20/23 (87%) Fällen die cerebrale Dysfunktion durch Hirnstammeinklemmung. Als Ursachen wurden am häufigsten intracranielle Blutungen sowie cerebrale Raumforderungen festgestellt.

**Tabelle 11:** Todesursachen und Anzahl

| **Todesursachen** | **Anzahl** | **Prozent** |
|---|---|---|
| cerebrale Dysfunktion bei cerebralem malignen Infarkt | 3 | 13,0 |
| cerebrale Dysfunktion bei cerebralem Infarkt und intracerebraler Blutung | 3 | 13,0 |
| cerebrale Dysfunktion bei cerebraler Raumforderung | 4 | 17,3 |
| cerebrale Dysfunktion bei Coma hepaticum | 3 | 13,0 |
| cerebrale Dysfunktion bei Enzephalitis | 1 | 4,4 |
| cerebrale Dysfunktion bei Hydrocephalus internus | 1 | 4,4 |
| cerebrale Dysfunktion bei intracerebraler Blutung | 5 | 21,7 |
| Herz-Kreislauf-Versagen bei Sepsis | 1 | 4,4 |
| hypoxischer Hirnschaden | 1 | 4,4 |
| Todesursache ungeklärt | 1 | 4,4 |
| **Gesamtanzahl** | **23** | **100,0** |

### 3.17 Korrelation der Entlassungsdiagnosen mit der Computertomographie

Von insgesamt 849 Diagnosen der Entlassungsbriefe konnten 403 Diagnosen nicht korreliert werden, da sie außerhalb des computertomogaphischen Untersuchungsgebietes lagen. Somit konnten also 446 Entlassungsdiagnosen, die mit der computertomographischen Untersuchung korrelierbar waren, in die Auswertung einbezogen werden. Eine positive Korrelation, also eine Diagnoseübereinstimmung zwischen der Computertomographie und der Entlassungsdiagnose, zeigten dabei 364 Entlassungsdiagnosen (82%). 82 Entlassungsdiagnosen (18%) zeigten eine negative Korrelation, also eine fehlende Diagnoseübereinstimmung zwischen der Computertomographie und der Entlassungsdiagnose. Die Tabelle 12 gibt einen Überblick über die korrelierbaren und nicht korrelierbaren Entlassungsdiagnosen mit den CT-Diagnosen.

**Tabelle 12:** Korrelierbare und auszuschließende Diagnosen

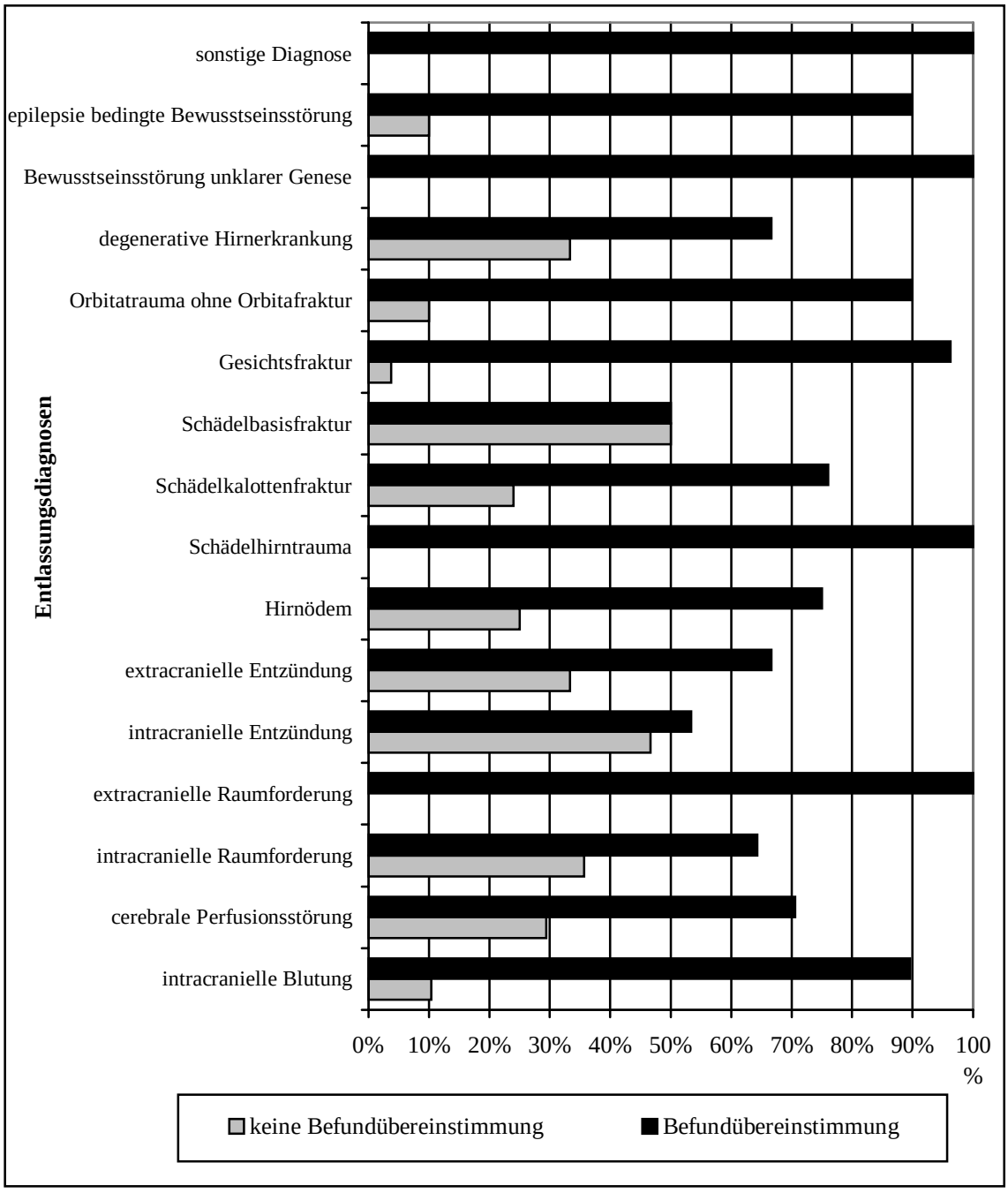
| **Entlassungsdiagnosen** | **Anzahl der auswertbaren Diagnosen** | **Anzahl der nicht auswertbaren Diagnosen** |
|---|---|---|
| intracranielle Blutung | 77 | 2 |
| intracerebrale Perfusionsstörung | 102 | 10 |
| intracranielle Raumforderung | 15 | 1 |
| extracranielle Raumforderung | 2 | 1 |
| intracranielle Entzündung | 14 | 2 |
| extracranielle Entzündung | 14 | 3 |
| Hirnödem | 4 | 1 |
| Schädelhirntrauma | 90 | 3 |
| Schädelkalottenfraktur | 26 | 0 |
| Schädelbasisfraktur | 17 | 0 |
| Gesichtsschädelfraktur | 27 | 10 |
| Orbitatrauma ohne Orbitafraktur | 20 | 4 |
| degenerative Hirnerkrankung | 21 | 1 |
| Kalottenhämatom | 0 | 15 |
| nicht Epilepsie bedingte Bewusstseinsstörung | 2 | 13 |
| Bewusstseinsstörung unklarer Genese | 10 | 27 |

Fortsetzung von Tabelle 12

| **Entlassungsdiagnosen** | **Anzahl der auswertbaren Diagnosen** | **Anzahl der nicht auswertbaren Diagnosen** |
|---|---|---|
| Psychosyndrom | 0 | 1 |
| Cephalgie | 0 | 14 |
| Erkrankung durch Drogenabusus | 0 | 26 |
| Elektrolytstörung | 0 | 6 |
| psychiatrische Erkrankung | 0 | 4 |
| Sonstige Entlassungsdiagnose | 5 | 259 |
| **Gesamt** | **446** | **403** |

Die Abbildung 17 stellt die Diagnoseübereinstimmungen mit der Computertomographie für die verschiedenen Diagnosen dar. Die häufigsten Diagnoseübereinstimmungen fanden sich bei Schädelhirntraumen (100%), extracraniellen Entzündungen (100%), Gesichtsschädelfrakturen (96%), Orbitatraumen (90%), intracranielle Blutungen (90%), Hirnödemen (75%) sowie bei cerebralen Perfusionsstörungen (71%). Die geringsten Diagnoseübereinstimmungen ergaben sich bei intracraniellen Entzündungen (53%).

**Abbildung 17:** Korrelation der Entlassungsdiagnosen mit den CT-Diagnosen




Keine Diagnoseübereinstimmung mit der CT zeigte sich bei 82 Entlassungsdiagnosen. 276 CT-Diagnosen wurden in der Entlassungsdiagnose des Entlassungsbriefes nicht erwähnt. Hierzu gibt die Tabelle 13 einen Überblick über die Entlassungsdiagnosen, die in der CT nicht diagnostiziert wurden oder über CT-Diagnosen, die in der Entlassungsdiagnose nicht erwähnt wurden. Am häufigsten entgingen mit 9/18 (50%) die Schädelbasisfrakturen gefolgt von den

intracraniellen Entzündungen mit 8/15 (52%) und den intracraniellen Raumforderungen mit 9/14 (64%) der CT-Diagnostik.

Als Entlassungsdiagnose fanden 110 degenerative Hirnerkrankungen, 43 intracranielle Blutungen, 43 cerebrale Perfusionsstörungen sowie 43 Hirnödeme keine Erwähnung.

**Tabelle 13:** CT-Diagnosen ohne Diagnoseübereinstimmung oder Erwähnung als Entlassungsdiagnose

| **CT-Diagnosen ohne Erwähnung im Entlassungsbrief** | | **CT-Diagnosen ohne Diagnoseübereinstimmung im Entlassungsbrief** |
|---|---|---|
| **Anzahl** | **Diagnosen** | **Anzahl** |
| **Intracranielle Blutung** | | |
| 9 | Intracerebrale Blutung | 0 |
| 2 | Epidurale Blutung | 1 |
| 7 | Subdurale Blutung | 2 |
| 14 | Subarachnoidale Blutung (SAB) | 2 |
| 0 | Aneurysma mit SAB | 1 |
| 9 | Kontusionsblutung | 2 |
| 2 | Hygrom | 0 |
| **Entzündliche intracranielle Erkrankung** | | |
| 0 | Meningitis | 3 |
| 0 | Meningoencephalitis | 2 |
| 0 | Encephalitis | 2 |
| **Cerebrale Perfusionsstörung** | | |
| 6 | Frischer cerebraler Infarkt | 25 |
| 37 | Alter cerebraler Infarkt | 5 |
| **Fraktur** | | |
| 10 | Schädelkalottenfraktur | 7 |
| 2 | Schädelbasisfraktur | 8 |
| 9 | Gesichtsschädelfraktur | 3 |

Fortsetzung von Tabelle 13

| CT-Diagnosen ohne Erwähnung im Entlassungsbrief | | CT-Diagnosen ohne Diagnoseübereinstimmung im Entlassungsbrief |
|---|---|---|
| **Intracranielle Raumforderung** | | |
| 0 | Cavernöses Hämangiom | 1 |
| 0 | Cerebrales Non-Hodgkin-Lymphom | 3 |
| 1 | Glioblatom | 0 |
| 0 | Hamartom | 1 |
| 1 | Meningiom | 0 |
| 2 | Metastase | 0 |
| **Degenerative Hirnerkrankung** | | |
| 0 | Encephalomyelitis disseminata | 1 |
| 52 | Vaskuläre Enzephalopathie | 2 |
| 58 | Hirnvolumenminderung | 0 |
| 0 | Encephalopathie | 4 |
| **Hirnödem** | | |
| 39 | Hirnschwellung | 0 |
| 4 | Hirnödem | 1 |
| **Extracranielle Entzündung** | | |
| 0 | Lidphlegmone | 1 |
| 2 | Mastoiditis | 0 |
| 13 | Sinusitis | 4 |
| **Bewusstseinsstörung** | | |
| 0 | Bewußtseinsstörung unklarer Genese | 1 |
| **276** | **Gesamt** | **82** |

### 3.18 Korrelation der neurologischen Initialuntersuchung mit Entlassungsdiagnosen

348 neurologische Untersuchungen wurden bei 331 Patienten durchgeführt. Dabei waren 17 neurologische Untersuchungen Folgeuntersuchungen. 331 neurologische Initialuntersuchungen waren durchgeführt worden.

Herdsymptome oder Meningismuszeichen zeigten 162/331 (49%) Patienten in der neurologischen Initialuntersuchung, 126/331 (38%) Patienten zeigten keine Herdsymptome. Weitere 43/331(13%) Patienten waren nicht beurteilbar. Bei 75% der Patienten stimmte die neurologische Initialdiagnose, also pathologischer neurologischer Untersuchungsbefund bzw. unauffälliger neurologischer Untersuchungsbefund mit dem entsprechenden neurologischen Untersuchungsbefund im klin. Verlauf bzw. bei Entlassung des Patienten überein.

Die Tabelle 14 gibt einen Überblick über die in der neurologischen Initialuntersuchung als symptomatisch bewertete Patienten und ihren Status bei der Entlassung. Die Symptomatik der neurologischen Initialuntersuchung passte bei 138/162 klinisch beurteilbarer Patienten (85%) mit Herd-/ Seitenzeichen oder Meningismus auch zur der Entlassungsdiagnose. Bei 24/162 Patienten (15%) mit Herd-/ Seitenzeichen oder Meningismuszeichen in der neurologischen Initialuntersuchung fand sich im weiteren stationären Aufenthalt keine Entlassungsdiagnose, welche die zuvor bestandene Herd-/ Seitenzeichensymptomatik erklärte. Trotz unauffälliger neurologischer Initialuntersuchung fand sich bei 76/126 Patienten (60%) ohne Herd-/ Seitenzeichen eine intracranielle Erkrankung.

**Tabelle 14:** Symptomatik in der neurologischen Initialuntersuchung

| **Neurologische Initialuntersuchung** | | |
|---|---|---|
| **Symptomatik** | **Pathologische Entlassungsdiagnose** | **Unauffällige Entlassungsdiagnose** |
| Herd-/ Seitenzeichen | 129 | 21 |
| Keine Herd-/ Seitenzeichen | 76 | 50 |
| Meningismus | 9 | 3 |
| Klinisch nicht beurteilbar | 34 | 9 |
| **Gesamt** | **248** | **83** |

288/331 (87%) neurologische Initialuntersuchungen wurden mit den Entlassungsdiagnosen verglichen. 43 neurologische Initialuntersuchungen wurden, wegen fehlenden Verdachtsdiagnosen bei klinisch nicht beurteilbaren Patienten, ausgeschlossen.

Die Tabelle 15 gibt einen Überblick über die neurologischen Verdachtsdiagnosen und ihre Korrelation mit den Entlassungsdiagnosen. Mit 61% (176/288) korrelierten die neurologischen Verdachtsdiagnosen nach der neurologischen Initialuntersuchung mit den Entlassungsdiagnosen, 39% (162/288) korrelierten dagegen nicht. Als häufigste Verdachtsdiagnosen wurden mit 95/288 (33%) die cerebralen Perfusionsstörungen gefolgt von den Schädelhirntraumen mit 64/288 (22%) genannt. Eine gute Korrelation der Verdachtsdiagnosen mit den Entlassungsdiagnosen ergab sich bei den Schädelhirntraumen mit 81%, eine noch mäßige Korrelation bei den cerebralen Perfusionsstörungen mit 64%. Die schlechteste Korrelation ergab sich bei den Verdachtsdiagnosen der Hirnödeme mit 0%.

**Tabelle 15:** Korrelation der neurologischen Verdachtsdiagnosen mit den Entlassungsdiagnosen

| **Vergleich der neurologischen Untersuchung mit der Entlassungsdiagnose** | | |
|---|---|---|
| **Diagnosen** | **Diagnoseübereinstimmung mit der Entlassungsdiagnose** | **Keine Diagnoseübereinstimmung mit der Entlassungsdiagnose** |
| Intracranielle Blutung | 13 | 19 |
| Cerebrale Perfusionsstörung | 61 | 34 |
| Intracranielle Entzündung | 10 | 10 |
| Intracranielle Raumforderung | 6 | 5 |
| Hirnödem | 0 | 2 |
| Degenerative Hirnerkrankung | 2 | 2 |
| Fraktur im Neurocranium | 1 | 2 |
| Bewusstseinsstörung unklarer Genese | 12 | 16 |
| Cephalgie | 11 | 3 |
| Epilepsie bedingte Bewusstseinsstörung | 8 | 6 |
| Schädelhirntrauma | 52 | 12 |
| Sonstige Diagnose | 0 | 1 |
| **Gesamt** | **176** | **112** |

Abbildung 18 gibt einen graphischen Überblick über die Korrelation der neurologischen Diagnosen mit den Entlassungsdiagnosen wie schon in Tabelle 15 gezeigt.

**Abbildung 18:** Graphischer Überblick über die Korrelation der neurologischen Initialuntersuchung mit den Entlassungsdiagnosen

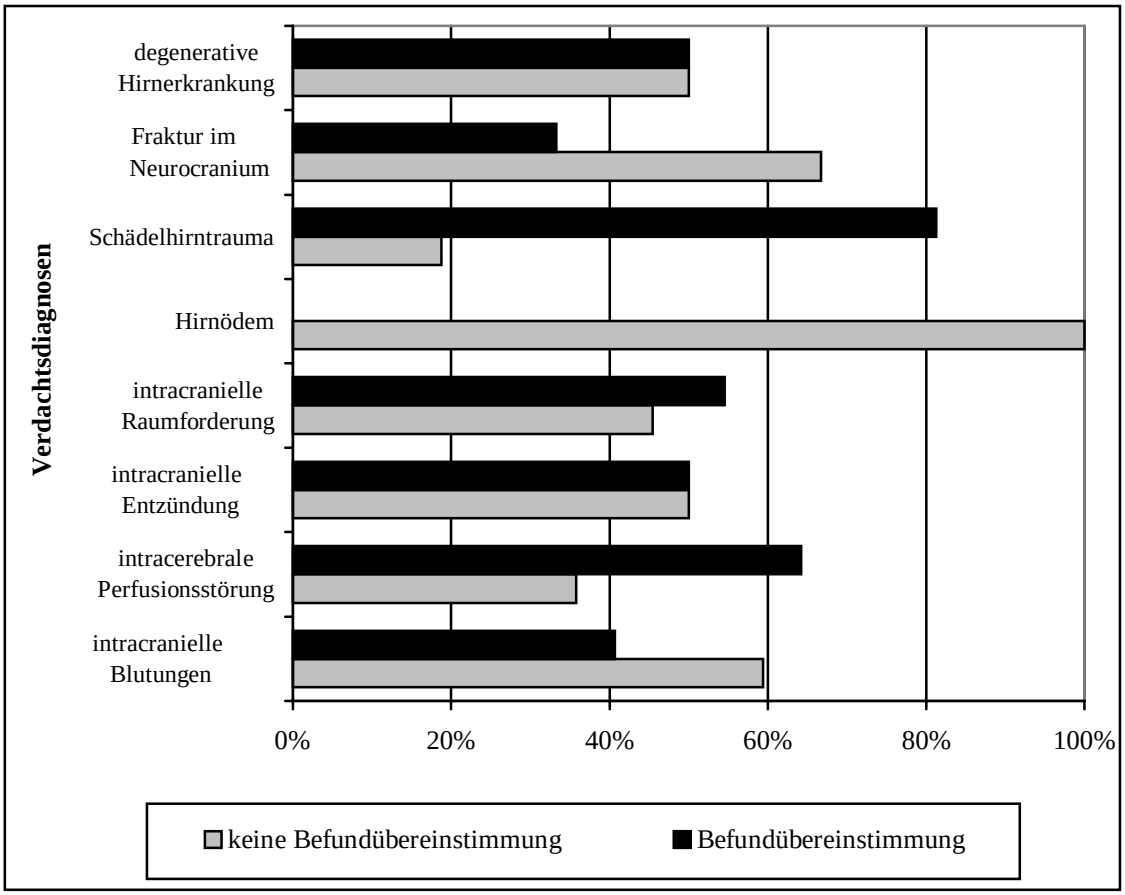



Tabelle 16 zeigt die Sensitivität und Spezifität sowie den positiven und negativen Vorhersagewert. Insgesamt fand sich eine Sensitivität von 66% bei den neurologischen Initialdiagnosen im Vergleich mit den Entlassungsdiagnosen und nur eine Spezifität von 45%. Die beste Sensitivität von 74% und Spezifität von 87% zeigte sich bei Schädelhirntraumen. Auch die neurologische Initialdiagnose cerebrale Perfusionsstörung lieferte noch akzeptable Ergebnisse bei der Sensitivität mit 79%, jedoch schlechte Werte bei der Spezifität mit nur 29%.

**Tabelle 16:** Sensitivität, Spezifität und Vorhersagewerte der neurologischen Verdachtsdiagnosen im Vergleich mit den Entlassungsdiagnosen

| Diagnosen | Positive Entlassungs-diagnose | Negative Entlassungs-diagnose | Sensitivität | Spezifität | Positiver Vorher-sagewert | Negativer Vorher-sagewert |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Gesamt** | | | | | | |
| Positive CT-Untersuchung | 103 | 58 | 66% | 45% | 64% | 58% |
| Negative CT-Untersuchung | 54 | 73 | | | | |
| **Cerebrale Perfusionsstörung** | | | | | | |
| Positive CT-Untersuchung | 53 | 20 | 79% | 29% | 73% | 36% |
| Negative CT-Untersuchung | 14 | 8 | | | | |
| **Intracranielle Blutung** | | | | | | |
| Positive CT-Untersuchung | 11 | 13 | 65% | 13% | 46% | 25% |
| Negative CT-Untersuchung | 6 | 2 | | | | |
| **Schädelhirntrauma** | | | | | | |
| Positive CT-Untersuchung | 20 | 5 | 74% | 87% | 80% | 82% |
| Negative CT-Untersuchung | 7 | 32 | | | | |
| **Schädelkalottenfraktur** | | | | | | |
| Positive CT-Untersuchung | 0 | 0 | 0% | 100% | —— | 33% |
| Negative CT-Untersuchung | 2 | 1 | | | | |
| **Hirnödem** | | | | | | |
| Positive CT-Untersuchung | 0 | 1 | 0% | 0% | 0% | 0% |
| Negative CT-Untersuchung | 1 | 0 | | | | |
| **Intracranielle Raumforderung** | | | | | | |
| Positive CT-Untersuchung | 4 | 2 | 57% | 50% | 67% | 40% |
| Negative CT-Untersuchung | 3 | 2 | | | | |
| **Intracranielle Entzündung** | | | | | | |
| Positive CT-Untersuchung | 10 | 5 | 67% | 0% | 67% | 0% |
| Negative CT-Untersuchung | 5 | 0 | | | | |

Fortsetzung von Tabelle 16

| Diagnosen | Positive Entlassungs-diagnose | Negative Entlassungs-diagnose | Sensitivität | Spezifität | Positiver Vorher-sagewert | Negativer Vorher-sagewert |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Bewusstseinsstörung unklarer Genese** | | | | | | |
| Positive CT-Untersuchung | 1 | 7 | 10% | 61% | 13% | 55% |
| Negative CT-Untersuchung | 9 | 11 | | | | |
| **Degenerative Hirnerkrankung** | | | | | | |
| Positive CT-Untersuchung | 0 | 0 | 0% | 100% | —— | 50% |
| Negative CT-Untersuchung | 2 | 2 | | | | |
| **Epilepsie bedingte Bewusstseinsstörung** | | | | | | |
| Positive CT-Untersuchung | 2 | 5 | 67% | 55% | 29% | 86% |
| Negative CT-Untersuchung | 1 | 6 | | | | |
| **Cephalgie** | | | | | | |
| Positive CT-Untersuchung | 2 | 0 | 40% | 100% | 100% | 75% |
| Negative CT-Untersuchung | 3 | 9 | | | | |
| **Sonstige Diagnose** | | | | | | |
| Positive CT-Untersuchung | 0 | 0 | 0% | —— | —— | 0% |
| Negative CT-Untersuchung | 1 | 0 | | | | |

## 3.19 Korrelation, Sensitivität und Spezifität der Computertomographie mit den Entlassungsdiagnosen

Die Tabelle 17 zeigt die CCT-Diagnosen und ihre Korrelation mit den Entlassungsdiagnosen bei den 372 durchgeführten CCT. Die Diagnosen und die Korrelation der übrigen 43 CT. (NNH-CT, Orbitae-CT, Gesichtsschädel-CT, Felsenbein-CT und Schädelbasis-CT) wurden, um einen besseren Überblick zu schaffen, ebenfalls in der Tabelle 17 dargestellt.

**Tabelle 17:** Korrelation der CCT-Diagnosen mit den Entlassungsdiagnosen

| **CCT-Diagnose** | **Diagnoseübereinstimmung mit der Entlassungsdiagnose** | **Keine Diagnoseübereinstimmung mit der Entlassungsdiagnose** |
|---|---|---|
| Intracranielle Blutung | 69 | 8 |
| Cerebrale Perfusionsstörung | 72 | 30 |
| Intracranielle Entzündung | 8 | 7 |
| Extracranielle Entzündung | 0 | 2 |
| Intracranielle Raumforderung | 9 | 5 |
| Extracranielle Raumforderung | 1 | 0 |
| Hirnödem | 3 | 1 |
| Encephalopathie | 14 | 7 |
| Schädelfrakturen | 27 | 15 |
| Gesichtsschädelfraktur | 9 | 0 |
| Orbitatrauma | 2 | 0 |
| Bewußtseinsstörung | 2 | 0 |
| Epilepsie | 9 | 1 |
| Schädelhintrauma | 90 | 0 |
| Sonstige Diagnose | 4 | 0 |
| **Gesamt** | **319** | **76** |

Wie aus Tabelle 17 ersichtlich wird, korrelierten 81 % der cerebralen computertomographischen Diagnosen mit den Entlassungsdiagnosen.

Die Tabelle 18 zeigt die computertomographischen Diagnosen der übrigen 43/415 Untersuchungen des Gesichtsschädels, der NNH, der Orbitae, der Felsenbeine sowie der Schädelbasis sowie ihre Korrelation mit den Entlassungsdiagnosen.

**Tabelle 18:** Korrelation der Gesichtsschädel-, NNH-, Orbitae-, Felsenbein- und Schädelbasis-Computertomographien mit den Entlassungsdiagnosen

| **Verdachtsdiagnose nach Durchführung der übrigen CT** | **Diagnoseüber-einstimmung mit der Entlassungsdiagnose** | **Keine Diagnoseüber-einstimmung mit der Entlassungsdiagnose** |
|---|---|---|
| Gesichtsschädelfraktur (ohne Orbitafraktur) | 17 | 1 |
| Orbitafraktur | 6 | 2 |
| Felsenbeinfraktur | 1 | 0 |
| Extracranielle Entzündung | 9 | 3 |
| Extracranielle Raumforderung | 1 | 0 |
| Orbitatrauma | 10 | 0 |
| Sonstige | 1 | 0 |
| **Gesamt** | **45** | **6** |

In 88,5% der CT-Diagnosen des Gesichtsschädels, der NNH, der Orbitae, der Felsenbeine sowie der Schädelbasis fand sich eine Übereinstimmung mit den Entlassungsdiagnosen.
Die CT-Diagnosen der CCT, der Gesichtsschädel-CT, der NNH-CT, der Orbitae-CT, der Felsenbein-CT sowie der Schädelbasis-CT korrelierten mit den Entlassungsdiagnosen in 81,4%.
Anhand dieser Ergebnisse erfolgte eine Berechnung der Sensitivität und Spezifität mit Aufschlüsselung der verschiedenen CT-Diagnosen.

Die Tabelle 19 zeigt welche Sensitivität und Spezifität für die CCT und die übrigen Computertomographien im Kopfbereich wie NNH-CT, Obitae-CT, Felsenbein-CT, Schädelbasis-CT und Gesichtsschädel-CT gefunden werden konnten. Insgesamt ergab sich eine Sensitivität der Computertomographie im Vergleich mit den Entlassungsdiagnosen von 85%, eine Spezifität von 70% für die CCT und die übrigen CT. Bei Unterteilung der computertomographischen Untersuchungen in CCT und übrige Computertomographien im Kopfbereich fand sich bei der CCT eine Sensitivität von 84% und eine Spezifität von 72%. Bei den übrigen CT´s, wie oben genannt, ergab sich eine Sensitivität von 98% und eine Spezifität von 50%.

**Tabelle 19:** Sensitivität und Spezifität der Computertomographie

| **Vergleich der Computertomographie mit der Entlassungsdiagnose** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Diagnosen** | **Positive Entlassungs-diagnose** | **Negative Entlassungs-diagnose** | **Sensitivität** | **Spezifität** | **Positiver Vorher-sagewert** | **Negativer Vorher-sagewert** |
| **Ergebnisse aller CT-Untersuchungen** | | | | | | |
| Positive CT-Untersuchung | 286 | 33 | 85% | 70% | 90% | 61% |
| Negative CT-Untersuchung | 49 | 78 | | | | |
| **Ergebnisse der CCT-Untersuchungen** | | | | | | |
| Positive CT-Untersuchung | 246 | 28 | 84% | 72% | 90% | 60% |
| Negative CT-Untersuchung | 48 | 73 | | | | |
| **Ergebnisse der Gesichtsschädel-, NNH-, Orbita-, Felsenbein-, Schädelbasis-CT** | | | | | | |
| Positive CT-Untersuchung | 40 | 5 | 98% | 50% | 89% | 83% |
| Negative CT-Untersuchung | 1 | 5 | | | | |

Bei insgesamt 82% der CT-Diagnosen ergab sich eine Korrelation mit den Entlassungsdiagnosen.

Die Tabelle 20 gibt einen Überblick über die verschiedenen CT-Diagnosen und ihre Sensitivität und Spezifität bezogen auf die Entlassungsdiagnosen.

**Tabelle 20:** Sensitivität und Spezifität der computertomographischen Diagnosen

| Diagnosen | Positive Entlassungs-diagnose | Negative Entlassungs-diagnose | Sensitivität | Spezifität | Positiver Vorher-sagewert | Negativer Vorher-sagewert |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Cerebrale Perfusionsstörung** | | | | | | |
| Positive CT-Untersuchung | 62 | 5 | 71% | 67% | 93% | 29% |
| Negative CT-Untersuchung | 25 | 10 | | | | |
| **Intracranielle Blutung** | | | | | | |
| Positive CT-Untersuchung | 68 | 6 | 97% | 14% | 92% | 33% |
| Negative CT-Untersuchung | 2 | 1 | | | | |
| **Schädelhirntrauma** | | | | | | |
| Positive CT-Untersuchung | 48 | 0 | 100% | 100% | 100% | 100% |
| Negative CT-Untersuchung | 0 | 42 | | | | |
| **Schädelkalottenfraktur** | | | | | | |
| Positive CT-Untersuchung | 19 | 2 | 83% | 0% | 90% | 0% |
| Negative CT-Untersuchung | 4 | 0 | | | | |
| **Schädelbasisfraktur** | | | | | | |
| Positive CT-Untersuchung | 8 | 8 | 89% | —— | 50% | —— |
| Negative CT-Untersuchung | 1 | 0 | | | | |
| **Hirnödem** | | | | | | |
| Positive CT-Untersuchung | 3 | 0 | 75% | —— | 100% | 0% |
| Negative CT-Untersuchung | 1 | 0 | | | | |
| **Intracranielle Raumforderung** | | | | | | |
| Positive CT-Untersuchung | 8 | 0 | 62% | 100% | 100% | 17% |
| Negative CT-Untersuchung | 5 | 1 | | | | |
| **Extracranielle Raumforderung** | | | | | | |
| Positive CT-Untersuchung | 0 | 0 | —— | 100% | —— | 100% |
| Negative CT-Untersuchung | 0 | 1 | | | | |

Fortsetzung von Tabelle 20

| Diagnosen | Positive Entlassungs-diagnose | Negative Entlassungs-diagnose | Sensitivität | Spezifität | Positiver Vorher-sagewert | Negativer Vorher-sagewert |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Intracranielle Entzündung** | | | | | | |
| Positive CT-Untersuchung | 5 | 3 | 56% | 50% | 63% | 43% |
| Negative CT-Untersuchung | 4 | 3 | | | | |
| **Extracranielle Entzündung** | | | | | | |
| Positive CT-Untersuchung | 9 | 3 | 82% | 0% | 75% | 0% |
| Negative CT-Untersuchung | 2 | 0 | | | | |
| **Gesichtsschädelfraktur** | | | | | | |
| Positive CT-Untersuchung | 24 | 1 | 100% | 67% | 96% | 100% |
| Negative CT-Untersuchung | 0 | 2 | | | | |
| **Bewusstseinsstörung** | | | | | | |
| Positive CT-Untersuchung | 1 | 0 | 100% | 100% | 100% | 100% |
| Negative CT-Untersuchung | 0 | 1 | | | | |
| **Encephalopathie** | | | | | | |
| Positive CT-Untersuchung | 6 | 3 | 60% | 72% | 67% | 67% |
| Negative CT-Untersuchung | 4 | 8 | | | | |
| **Epilepsie** | | | | | | |
| Positive CT-Untersuchung | 8 | 0 | 89% | 100% | 100% | 50% |
| Negative CT-Untersuchung | 1 | 1 | | | | |
| **Orbitatrauma ohne Fraktur** | | | | | | |
| Positive CT-Untersuchung | 13 | 2 | 100% | 71% | 87% | 100% |
| Negative CT-Untersuchung | 0 | 5 | | | | |
| **Sonstige Diagnose** | | | | | | |
| Positive CT-Untersuchung | 1 | 0 | 100% | 100% | 100% | 100% |
| Negative CT-Untersuchung | 0 | 4 | | | | |

Bei 14 von 288 Patienten wurde die neurologische Initialdiagnose Epilepsie gestellt. In der Entlassungsdiagnose wurde die Diagnose Epilepsie bei 8 der 14 Patienten bestätigt. Bei 6/14

Patienten mit der neurologischen Initialdiagnose Epilepsie fand sich jedoch eine cerebrale Perfusionsstörung (4) oder eine intracranielle Raumforderung (1) sowie eine sonstige Diagnose (1). Die Hälfte der Patienten hatten Herd-/Seitenzeichen, die andere Hälfte nicht. Bei 5 dieser Patienten mit Herd-/ Seitenzeichenfanden sich intracranielle Läsionen (cerebrale Perfusionsstörung, intracranielle Raumforderung). Bei 71% (5/7) der Patienten mit Herd-/ Seitenzeichen fand sich somit ein intracranielles Korrelat für die Symptomatik.

Bei 71% der Patienten mit cerebralen Krampfanfällen und Herd-/ Seitenzeichenfand sich eine pathologische Entlassungsdiagnose. Bei 4/7 Patienten mit der neurologischen Initialdiagnose Epilepsie und Herd-/ Seitenzeichenkonnte ein pathologisches CT cerebrale Perfusionsstörungen (4) nachweisen. Eine cerebrale Raumforderung (1) entging dem Nachweis im CT. Bei 1/7 Patienten mit cerebralen Krampfanfällen ohne Herd-/ Seitenzeichenwurde in der Entlassungsdiagnose eine cerebrale Perfusionsstörung erwähnt, die in der CT nachgewiesen wurde. 6/7 Patienten wurden mit der Diagnose Epilepsie entlassen, für die im CT auch kein Korrelat zu finden ist. Somit fand sich eine Diagnoseübereinstimmung der CT mit der Entlassungsdiagnose bei 93% (13/14) Patienten.

# 4 Diskussion

Bei der Beurteilung und Diskussion der Ergebnisse ist es vorab wichtig zu beachten, dass diese Studie durch ihr ganzheitliches Studiendesign gut das gesamte Spektrum der Notfall-CT-Untersuchungen im Bereich des Kopfes erfassen kann. Korrelationen der CT-Diagnosen mit den verschiedenen klinischen Befunden und weiteren diagnostischen Verfahren können berechnet und daraus die Sensitivitäten und Spezifitäten abgeleitet werden. Jedoch ist diese Studie im Vergleich zu Studien, welche sich speziell auf ein Teilgebiet beschränkt haben, durch möglicherweise geringere Fallzahlen in ihrer Aussagekraft eingeschränkt. Dennoch reichen die vorliegenden Zahlen für eine statistische Analyse sowie für eine Beurteilung der klinischen Relevanz der CT in der Notfalldiagnostik vollkommen aus.

**Vergleich der Ergebnisse mit der Literatur**

Mit der Frage der Korrelation der computertomographischen Diagnosen und mit den initial-klinischen Symptomen sowie den Entlassungsdiagnosen haben sich zahlreiche Autoren (2, 7, 20,28, 29, 32) beschäftigt. Sie kommen meistenteils zu vergleichbaren Ergebnissen.

In der vorliegenden Studie konnte beim Vergleich der computertomographischen Diagnosen mit den Entlassungsdiagnosen der Patienten eine Diagnoseübereinstimmung in 81% der Fälle festgestellt werden. Bei den cerebralen Blutungen zeigte sich zwischen der CT und der initialen neurologischen Symptomatik eine Übereinstimmung von 69% und zwischen der CT und den Entlassungsdiagnosen eine Diagnoseübereinstimmung von 90% (Sensitivität von 97%, Spezifität von 14%). Bei 164/291 Patienten mit neurologischen Zeichen zeigten sich 92 relevante Läsionen bei akuter cerebrovaskulärer Erkrankung. Zu 33% fanden sich cerebrale Blutungen. Ebenfalls zu vergleichbaren Ergebnissen kommen andere Autoren.

*Myllyla et al* (20) fand eine ähnliche Korrelation zwischen den initialen klinischen Symptomen und den computertomographisch gesicherten cerebralen Blutungen von 83 bis 94%. Dieses Ergebnis liegt deutlich über dem Ergebnis dieser Studie.

*Sotaniemi et al* (28) korrelierte klinische Merkmale mit der Computertomographie bei Patienten mit akuten cerebrovaskulären Erkrankungen. Er fand bei 386 Patienten mit neurologischen Zeichen und Symptomen 154 relevante Läsionen. Dabei zeigten sich zu 33,8 % cerebrale Blutungen. Dieses ist ein mit dieser Studie vergleichbares Ergebnis. Beim Vergleich der CT mit den Entlassungsdiagnosen zeigte sich bei den cerebralen Blutungen eine

deutlich geringere Diagnoseübereinstimmung von 75% verglichen mit der vorliegenden Studie.

Bei cerebralen Tumoren zeigte die vorliegende Studie beim Vergleich von der CCT mit der intialen neurologischen Symptomatik eine Diagnoseübereinstimmung von 63% (5 von 8) sowie von 64% (9 von 14) bei der Korrelation der CCT mit den Entlassungsdiagnosen. (Sensitivität von 62%, Spezifität von 100%). Hierzu finden sich in der Literatur durchaus unterschiedliche Ergebnisse.

So untersuchte *Ascherl et al* (2) 50 Patienten mit klinischen Zeichen und Symptomen bei metastasierten meningealen Tumoren und fand eine ähnliche Diagnoseübereinstimmung der Diagnosen mit der CCT von 56%.

*Myllyla et al.* (20) dagegen kam in seiner Studie zu dem Ergebnis, dass bei cerebralen Tumoren eine deutlich stärkere Korrelation zwischen den initial neurologischen Syptomen und Zeichen und den computertomographischen Diagnosen von 88% bestand.

Auch *Sotaniemi et al* (28) findet eine ähnlich hohe Übereinstimmung bei der Diagnostik von cerebralen Tumoren in der Computertomographie mit einer Spezifität von 86% und einer Übereinstimmung mit der klinischen Verdachtsdiagnose von 78%.

Diese Ergebnisse lassen sich durch die vorliegende Studie nicht bestätigen. Jedoch muss hier bedacht werden, dass in der vorliegenden Studie nur notfallmäßig durchgeführte CT-Untersuchungen betrachtet wurden und nur eine geringe Anzahl von Patienten cerebrale Tumore aufwiesen.

Hinsichtlich der Übereinstimmung zwischen den Entlassungsdiagnosen und den CCT-Diagnosen bei Patienten mit cerebralen Infarkten fand sich in dieser Studie eine Diagnoseübereinstimmung von 71% (Sensitivität von 71%, Spezifität von 67%). Bei einer Unterteilung in frische Infarkte zeigte sich eine Diagnoseübereinstimmung von 67 % und bei alten cerebralen Infarkten eine von 83%. Die Verdachtsdiagnosen stimmten zu 70% mit der CT überein.

Zu vergleichbaren Ergebnissen kommen auch andere Autoren. So fand *Sotaniemi et al* (29) in 66,2 % der Fälle, bei Patienten mit neurologischen Zeichen und Symptomen, einen cerebralen Infarkt in der Computertomographie. Bei 18 Patienten konnte das unmittelbar nach der neurologischen Untersuchung durchgeführte CCT keinen cerebralen Infarkt nachweisen, obwohl die Klinik eine solche Läsion nahelegte. Die computertomographischen Diagnosen stimmen in 88% der Fälle mit der Entlassungsdiagnose bei Patienten mit einem cerebralen Infarkt überein.

*Myllyla et al.* (20) bestätigt diese Ergebnisse ebenfalls. Er fand bei cerebralen Infarkten eine Korrelation zwischen den neurologischen Symptomen und Zeichen mit der Computertomographie von 69%.

Lediglich *Bryan et al* (7) fand eine geringere Übereinstimmung von 52%. Er untersuchte die Möglichkeit, einen frischen cerebralen Infarkt in den ersten 24 h im MRT oder im CT zu entdecken. Es zeigte sich, dass akute Infarkte im MRT zu 82% und im CT nur zu 52% nachweisbar waren. Subakute Infarkte wurden von beiden Verfahren zu 88% entdeckt.

In dieser Studie fand sich unter den 372 durchgeführten CCT-Untersuchungen in 45% eine pathologische CCT-Untersuchung. Zu einem vergleichbaren Ergebnis kommt *Myllyla* (20), der bei 51 % von 1191 aufeinander folgenden Patienten ein pathologisches CT-Ergebnis fand. Die craniale Computertomographie zeigte also zu 49% einen unauffälligen Befund. Bei einer relativ hohen Anzahl nicht pathologischer Notfall-CCT-Untersuchungen muss diskutiert werden, wie es zu der niedrigen Anzahl pathologischer CCT-Untersuchungen im Notdienst kommt. Die Qualität des CT-Scans sowie die Erfahrung des radiologischen Untersuchers ist von entscheidender Bedeutung für die Qualität der CT-Befunde. Die Limitierung der CT-Diagnostik in dieser Studie zeigt sich durch eine fehlende Gegenprobe durch einen Facharzt für Neuroradiologie. Das Patientenkollektiv wurde durch einen in der Facharztausbildung zum diagnostischen Radiologen befindlichen Arzt befundet. Eine gezielte Nachbetrachtung durch einen Facharzt für Neuroradiologie erfolgte nicht. Möglicherweise ist die Sensitivität und Spezifität dieser Untersuchung, insbesondere in der Infarkt-, Blutungs- und Tumordiagnostik dadurch etwas eingeschränkt. Bedingt durch die Struktur der Krankenhäuser ist der diensthabende Arzt größtenteils ein Arzt in der Weiterbildung oder ein Arzt im Praktikum, der zunächst den Patienten untersucht und die Diagnostik einleitet. Die Indikationsstellung erfolgt also häufig durch einen Nicht-Facharzt. Nur bei sehr schwerwiegenden Erkrankungen wird der Hintergrunddienst, der in der Regel durch einen erfahrenen Facharzt besetzt ist, gerufen. Die Diagnostik ist jedoch häufig schon eingeleitet bzw. durchgeführt worden. Da ein sich in der Weiterbildung befindender Arzt verständlicherweise nicht über die klinische Erfahrung eines Facharztes verfügt, wird die Indikationsstellung eher großzügiger gehandhabt werden. Über ein bildgebendes Verfahren wird versucht sich möglichst zu vergewissern, dass der eigene klinische Untersuchungsbefund korrekt war oder bei Unsicherheiten in der Bewertung des klinischen Untersuchungsbefundes diesen zu verwerfen.

Andererseits dient das CT oft zum Ausschluss einer intracraniellen Blutung, die nicht selten ein chirurgisches Eingreifen zur Folge hätte. In dieser Studie stellte sich als Hauptindikation

zur Anforderung einer Computertomographie die Bestätigung oder der Ausschluss einer intracraniellen Blutung mit 47% und einer intracerebralen Perfusionsstörung mit 14% sowie einer intracraniellen Raumforderung mit 8% dar.

In allgemeinmedizinischen Praxen fand *Becker et al* (4) die Indikation zur CCT-Untersuchung in 49 % der Fälle mit dem Verdacht eines Hirntumores und zu 9% mit dem Verdacht auf eine SAB als gegeben.

Hierzu muss bedacht werden, dass die vorliegende Studie ein anderes Patientenklientel untersuchte. Hier wurden retrospektiv Computertomographien im Notdienst betrachtet, so dass sich im Studienkollektiv ausschließlich notfallmäßig vorgestellte Patienten befinden. Patienten mit der Verdachtsdiagnose auf einen Hirntumor werden seltener notfallmäßig vorgestellt. Somit werden diese unterschiedlichen Ergebnisse verständlich.

In der vorliegenden Untersuchung konnten etwa 71% der Schädelfrakturen in der konventionellen Röntgendiagnostik und etwa 87% der Schädelfrakturen in der computertomographischen Untersuchung nachgewiesen werden. Blutungskomplikationen fanden sich bei 55% der Patienten mit Schädelfraktur in der nativ-Röntgenuntersuchung und bei 72% der Patienten mit einer Schädelfraktur in der CT-Untersuchung, jedoch nur bei 15% ohne Schädelfraktur in der CT- und der konventionellen Röntgendiagnostik zusammen. Das Risiko einer intracraniellen Komplikation für Patienten mit Schädelfraktur erscheint somit um den Faktor 3,3 erhöht. Der Ausschluss einer Schädelfraktur in der konventionellen Röntgendiagnostik schließt eine intracranielle Komplikation, wie allgemein bekannt, nicht aus (17).

Insgesamt zeigen auch andere Autoren ein erhöhtes Risiko für das Vorhandensein traumatischer intracranieller Läsionen bei Schädelfrakturen von 10 bis zu 71% auf (11, 22, 17, 18, 25, 27).

So fand *Jend et al* (11) bei 44% (18/41) der Patienten mit intracranieller Verletzung eine Schädelfraktur und bei 40% (23/57) der Patienten mit einer Schädelfraktur auch eine intracranielle Verletzung. Diese Ergebnisse bieten nicht nur das Schädelröntgen als Einsparpotential an, sondern bilden vielmehr die Indikationen für den verstärkten Einsatz der CCT, wenn klinische Befunde entsprechend sind oder bei fehlenden Überwachungsmöglichkeiten des Patienten.

*Pasman et al* (22) teilte 1218 Patienten in eine low-, moderate- und high-Risikogruppe ein. Er stellte fest, dass viele Patienten in der high-Risikogruppe intracranielle Hämatome sowohl mit als auch ohne Schädelfraktur hatten.

*Savastio et al* (25) fand in einer prospektiven Studie von 4262 Patienten mit einem Schädeltrauma und nachfolgendem Schädelröntgen, eine Hirnschädigung bei 33% aller Patienten mit einer Schädelfraktur.

*Servadei et al* (27) untersuchte prospektiv 98 Patienten mit einem Schädeltrauma. 47 Patienten hatten eine Schädelfraktur, 51 Patienten wiesen keine Schädelfraktur auf. Er fand eine signifikante Erhöhung der intracraniellen Blutungen bei Patienten mit einer Schädelfraktur (p=0,01) im Vergleich zu Patienten ohne Schädelfraktur. Er folgerte, dass Patienten mit einer Schädelfraktur grundsätzlich, auch ohne vorübergehende Bewusstlosigkeit, einer CT-Untersuchung unterzogen werden sollten.

*Mac Pherson et al* (17) untersuchte 1383 Patienten mit einem akuten Schädeltrauma. 850 Patienten hatten eine Schädelfraktur erlitten und 71% dieser Patienten zeigten zusätzlich eine Kontusion oder ein Hämatom. 46% der 533 Patienten ohne Schädelfraktur zeigten auch eine Kontusion oder ein Hämatom. Die Hämatome wurden in intracerebrale, subdurale und extracerebrale Hämatome untergliedert. Bei den Kontusionen wurde jedoch nicht zwischen nichthämorrhagischen Kontusionen vom Typ I und hämorrhagischen Kontusionen vom Typ II und III unterschieden.

*Masters et al*. (18) fand dagegen bei 90% aller Patienten mit einer Schädelfraktur keine intracranielle Verletzung.

Die vorliegende Studie bestätigt das erhöhte Risiko für eine intracranielle Blutung bei einer Schädelfraktur (11, 17, 22, 27), so dass Patienten mit einer Schädelfraktur einer CCT unterzogen werden sollten. Die Ergebnisse von *Jend* sowie von *Masters* kann diese Studie nicht bestätigen.

Die vorliegende Studie zeigte bei 35% der Fälle mit einer initial unauffälligen neurologischen Untersuchung eine pathologische CCT-Untersuchung.

Anders dagegen fand *Weisberg et al*. (32) bei seiner Auswertung von 3000 nacheinander folgend durchgeführten CT-Untersuchungen von Patienten mit unspezifischen Symptomen und initial unauffälligem neurologischen Untersuchungsbefund, bei nur 1 % der Patienten fokale intracranielle Läsionen. Dieses Ergebnis lässt sich durch die vorliegende Studie nicht bestätigen.

In dieser Studie wurde bei 19% (64/331) untersuchten Patienten die neurologische Verdachtsdiagnose Schädelhirntrauma gestellt. Die vorliegende Studie zeigte eine Sensitivität von 74% und eine Spezifität von 87% bei Patienten mit Herd-/ Seitenzeichen nach einem Schädelhirntrauma mit intracraniellen Komplikationen.

Vergleichbare Ergebnisse sind auch von *Borczuk* (6) beschrieben. Er fand, dass gewisse Variablen, wie eine Kopfplatzwunde, ein fokales neurologisches Defizit, eine Schädelbasisfraktur sowie ein erhöhtes Lebensalter über 60 Jahre, ein höheres Risiko für eine intracranielle Komplikation bei leichten Schädelhirntrauma (SHT), trotz einer GCS[1] > 13, darstellen. Bei Benutzung dieser Variablen zeigte sich eine Sensitivität von 97% und eine Spezifität von 46% bei der neurologischen Untersuchung im Vergleich mit pathologischen CT-Befunden.

In der vorliegenden Studie zeigte sich eine etwas niedrigere Sensitivität und eine deutlich höhere Spezifität, jedoch wurden in dieser Studie Schädelhirntraumen sämtlicher Grade erfasst und nicht nur leichte wie bei *Borzuk* (6). Daher erscheinen die Ergebnisse der Sensitivität vergleichbar zu sein, obwohl hier nur die Variable neurologisches Defizit (Herd-/ Seitenzeichen) berücksichtigt wurde.

Bei dieser Untersuchung zeigten 52% (48/93) der Patienten mit einem Schädelhirntrauma intracranielle Verletzungen. Dabei waren 69% (64/93) neurologisch beurteilbar, 31% (29/93) waren klinisch neurologisch nicht zu beurteilen. Hierbei zeigten 39% der Patienten (25/64) einen pathologischen neurologischen Untersuchungsbefund, eine intracranielle Verletzung konnte bei 80% (20/25) nachgewiesen werden. 61% der Patienten (39/64) hatten einen normalen neurologischen Status, bei 18% (7/39) konnte auch hier eine intracranielle Verletzung nachgewiesen werden. Eine neurochirurgische Intervention benötigten 18/90 (20%) aller Patienten mit einer im Entlassungsbrief erwähnten Diagnose Schädelhirntrauma (SHT). Bei Patienten mit neurologischer Symptomatik und Verdacht auf ein SHT erfolgte eine neurochirurgische Intervention in 24% (6/25) der Fälle, Patienten ohne neurologische Symptomatik benötigten immerhin noch in 3% (1/39) der Fälle eine neurochirurgische Intervention. Die übrigen 11/29 (38%) Patienten mit neurochirurgischer Intervention waren mit Verdacht auf ein SHT klinisch neurologisch nicht beurteilbar. Verschiedene Autoren (10, 13, 30) untersuchten Patienten mit leichten Schädelhirntraumen, bei nur ca. 0 bis 5,5 % der Patienten wurde eine neurochirurgische Intervention notwendig.

*Ingebrigtsen et al* (10) untersuchte im CT leichte Schädelhirntraumen und fand lediglich in 9% der Fälle eine intracranielle Läsion, ohne dass eine neurochirurgische Intervention nötig wurde.

[1] Glasgow Coma Scale: Prognostisches Kriterium zur neurologischen Beurteilung von Schädelhirntrauma-Patienten (26)

*Jeret et al* (13) untersuchte 712 Patienten mit einem leichten Schädelhirntrauma. Im CT zeigten nur 9,4 % akute traumatische Läsionen, in lediglich 2 Fällen erfolgte eine neurochirurgische Intervention.

*Stein et al* (30) untersuchte 686 Patienten mit leichten Schädelhirntraumen und ausschließlich normalem neurologischen Status. Dabei fanden sich in 18,4 % (127/689) der Fälle intracranielle Läsionen. Nur 5,5% der Patienten benötigten eine neurochirurgische Intervention.

Diese Ergebnisse scheinen dieser Studie zu widersprechen. Jedoch ist zu bedenken, dass im Rahmen dieser Studie nicht nur leichte, sondern auch mittlere und schwere Schädelhirntraumen untersucht wurden. Daher ist eine deutliche Häufung intracranieller Befunde und neurochirurgischer Intervention zu erwarten gewesen

Diese Ergebnisse widersprechen somit nicht den oben genannten Studien (10, 13, 30).

In der vorliegenden Studie fand sich beim Vergleich von CT-Untersuchungen mit Angiographien eine Diagnoseübereinstimmung von 60%. Tendenziell fand sich eine Bestätigung der Ergebnisse von *Jensen et al* (12) und *Vlaikidis et al* (31).Die Ergebnisse von *Le Roux* (14) konnten nicht bestätigt werden.

*Jensen et al* (12) untersuchte 166 Patienten mit Angiomen und Aneurysmata mit der CCT und korrelierten die Ergebnisse mit der Angiographie. Bei 62% der Patienten (60 Aneurysmata, 43 Angiome) konnte ein Aneurysma bzw. Angiom im CT diagnostiziert werden.

*Vlaikidis et al* (31) untersuchte 72 Patienten mit spontaner intracranieller Blutung und vaskulärer Malformation. Im CT konnten insgesamt 65% der Malformationen (27/49 arterielle Aneurysmata, 18/18 Angiome, 2/5 venöse Malformationen) diagnostiziert werden.

*Le Roux et al* (14) fand eine Korrelation von 100% zwischen, im CT nach Kontrastmittelapplikation, diagnostizierten Aneurysmata und intraoperativen Diagnosen. Die Patienten wurden nach CT-Diagnosen ohne präoperative Angiographie operiert. Bei der Interpretation dieser Ergebnisse ist zu berücksichtigen, dass in dieser Studie die Fallzahl der Angiographien, die mit den CT-Befunden verglichen werden konnten, mit fünf gering war und auch keine Kontrastmittelapplikation bei der CT-Untersuchung erfolgt war, wodurch. die Aussagekraft der vergleichbaren Ergebnisse einschränkt ist.

*Lundorf* (16) fand bei 74 zufällig ausgewählten Patienten mit und ohne Epilepsie bei unauffälligem neurologischen Untersuchungsbefund bei 90% bzw. 91% eine unauffällige CT-Untersuchung und folgerte, dass das CT bei Patienten mit cerebralen Krampfanfällen nicht zur fokalen Diagnostik beitragen kann.

*Ramirez-Lassepas et al.* (23) fand bei 48% aller 148 Patienten, die einen cerebralen Krampfanfall erlitten hatten, eine Ursache. Bei 37% ließen sich strukturelle Läsionen des Gehirnes bei Patienten mit einem cerebralen Krampfanfall finden. Die CCT-Diagnosen zeigten in 82% eine Diagnoseübereinstimmung mit der neurologischen Untersuchung.

Die CT-Untersuchungen in der vorliegenden Studie können eine Ursache bei 43% der cerebralen Krampfanfälle liefern. Die neurologischen Zeichen korrelieren hier in 73% mit der CCT-Untersuchung. Somit liegen die Ergebnisse dieser Studie etwas unterhalb der Ergebnisse der *Ramirez-Lassepas-Studie* (23), jedoch deutlich über der *Lundorf-Studie* (16). Die Bedeutung der CT-Untersuchungen im Zusammenspiel mit der neurologischen Untersuchung, um frühzeitig cerebrale Läsionen zu erkennen, kann hier nochmals betont werden. Ein sofortiges interventionelles Vorgehen war bei keinem der Patienten mit dem Symptom „cerebraler Krampfanfall“ erforderlich. Die CCT-Untersuchung lieferte eine gute Spezifität als Beitrag zur schnellen Diagnosesicherung bei guter Sensitivität der neurologischen Untersuchung der Patienten mit einem cerebralen Krampfanfall.

Hinsichtlich der Diagnoseübereinstimmung der MRT mit der CT fand die vorliegende Studie eine Übereinstimmung von 69%. Tendenziell fand sich in der CT im Vergleich mit der MRT-Untersuchung eine schlechte Korrelation bei intracraniellen Entzündungen (0%) sowie frischen cerebralen Infarkten (14%). Auch zeigte sich hier beim Vergleich der CT-Diagnosen mit den Entlassungsdiagnosen, dass eine Diagnostik von cerebralen Blutungen zu 90%, von lakunären Infarkten zu 81%, von frischen cerebralen Infarkten zu 62% gelingt. Weitere Entlassungsdiagnosen wie intracranielle Tumore konnten zu 64% und Hirnödeme zu 75% sowie Enzephalitiden zu 53% diagnostiziert werden. Andere Autoren (8, 9, 34, 24) fanden bei cerebralen AIDS-Maifestationen eine Übereinstimmung zwischen der CT und der MRT von bis zu 80% und bei transitorische ischämische Attacke (TIA) und cerebralen Infarkten von bis 42% sowie bei cerebralen Blutungen bis zu 62% und bei Schädelhirntraumen bis zu 51%.

*Henkes et al* (9) korrelierte die CT- mit MRT-Untersuchungen bei Patienten mit einer cerebralen und meningealen AIDS-Manifestation. Er stellte fest, dass nur 20% der Diagnosen durch die MRT- und nicht durch die CT-Untersuchung gestellt wurde.

*Araiza et al* (1) verglich die CT-Untersuchung ohne Kontrastmittel mit der MRT-Untersuchung ohne Kontrastmittel bei Patienten einer Notaufnahme. Er stellte fest, daß bei der Identifikation von akuten Blutungen, Hirnmassenläsionen, Hydrocephalus und Hirnödemen die CT ausgezeichnete Ergebnisse lieferte. Die Grenzen würden sich bei alten Blutungen, kleinen Abszessen, Hirntumoren und arteriovenösen Malformationen sowie

Aneurysmen zeigen. Die bevorzugte Methode zur Darstellung von frischen cerebralen Infarkten und lakunären Infarkten sowie Enzephalitiden sei somit eine MRT.

*Salgado et al* (24) verglich CCT und MRT bei Patienten mit transienten ischämischen Attacken und cerebralen Infarkten. Das MRT zeigte fokal parenchymale Veränderungen bei 82%, das CCT nur bei 42% der Patienten. Das MRT war sensitiver als das CCT. Jedoch konnten die im MRT gezeigten Veränderungen meist nicht mit der klinischen Vorgeschichte der Patienten korreliert werden.

*Yokota et al* (34) untersuchte 177 Patienten nach einem leichten bis schweren Schädelhirntrauma mit und ohne pathologisch-neurologischem Untersuchungsbefund durch MRT und CCT. Das MRT fand in 69,5 % traumatische Läsionen, wobei es besser in der Diagnostik der nichthämorrhagischen Läsionen war. Das CCT zeigte bei lediglich 51% der Patienten traumatische Läsionen.

*Hadley et al* (8) führte CCT- und MRT-Untersuchungen bei 50 akuten Schädelhirntraumen durch. Im CT mit Kontrastmittel zeigte sich eine pathologische raumfordernde intra- oder extracranielle Blutung in nur 62% der durchgeführten Untersuchungen. Eine pathologische raumfordernde intra- oder extracranielle Blutung fand sich im MRT bei 92% der Untersuchungen. Das MRT war sensitiver als das CT bei cerebralen Pathologien insbesondere bei Unfällen, die mit einem Bewusstseinsverlust einhergingen.

Eine Überlegenheit der MRT-Untersuchung bei der Diagnostik von frischen cerebralen Infarkten, intracraniellen Tumoren und Enzephalitiden erscheint somit nachvollziehbar. In der Diagnostik von lakunären Infarkten liefert die Computertomographie durchaus gute Ergebnisse. Das CT kann bei TIA´s in der Regel keine pathologischen Veränderungen nachweisen. Es ist daher nicht verwunderlich, daß *Salgado et al* (24) bei der computertomographischen Untersuchung von Infarkten und TIA nur in 42% der Fälle Läsionen in der CCT finden konnte. Insgesamt scheinen die Ergebnisse der vorliegenden Studie mit einer Diagnoseübereinstimmung beim Vergleich zwischen CT und MRT von 69% den Ergebnissen auch von *Yokota et al* (34) und *Hadley et al* (8) zu entsprechen, auch wenn eine Differenzierung zwischen traumatischen und nichttraumatischen Läsionen nicht erfolgte.

Diese Untersuchung bestätigt prinzipiell, in Übereinstimmung mit anderen Autoren (1, 8, 9, 24, 34), die diagnostische Überlegenheit der MRT gegenüber dem CT. Jedoch sollte in der Akutphase zunächst eine initiale CT erfolgen, da diese Studie den hohen Stellenwert der Computertomographie als diagnostisches Instrument in der Akutphase durch die hohe Sensitivität und Spezifität der cranialen Computertomographie in der Notfalldiagnostik

bestätigt. Eine schnelle, präzise und reproduzierbare Diagnosefindung unter Einsatz der CT wiegt ihre Kosten durch Verkürzung der Liegezeiten auf (15, 21), Eine CCT ist in Deutschland z.Z. nach Gebührenordnung für Ärzte (GOÄ) (1-fach) mit ca. 228,00 DM, gegenüber einer MRT mit etwa 500,00 DM deutlich billiger, so dass schon aus Kosten-Nutzen–Erwägungen zuerst eine CCT erfolgen sollte. Es gibt aber noch andere Erwägungen zuerst die CCT zum Einsatz zu bringen. So ist die schnelle Verfügbarkeit und die kurze Untersuchungsdauer für den akut verletzten Patienten ein diagnostischer Vorteil. Auch ist eine Narkose und Beatmung bzw. ein anästhesiologisches/ intensivmedizinisches Monitoring bei vielen MRT-Geräten während der Untersuchung sehr schwierig. Andere Autoren (21, 33) sehen ebenfalls viele Vorteile der CCT gegenüber der MRT in ihren Studien.

So fand *Wiesmann et al* (33) in seiner Untersuchung ebenfalls heraus, dass sich auch in der Akutdiagnostik der MRT-Untersuchung Schwierigkeiten ergeben können. Oft ist der Nachweis von frischen intracraniellen Hämatomen schwierig, Frakturen sind kaum erfassbar.

Auch *Bagley* (3) postuliert, dass das CCT bei der akuten Infarkt- und Traumadiagnostik das Mittel der Wahl ist. Das MRT vermag Läsionen beim akuten Infarkt zwar früher nachzuweisen, jedoch erfolgt die bildgebende Diagnostik zum Ausschluss einer intracraniellen Blutung, um eine Therapie mittels Fibrinolytica einzuleiten. Intracranielle Blutungen haben ein charakteristisches Verhalten und können mit Ausnahme des alten, nicht frischen, isodensen Hämatoms im CCT gut diagnostiziert werden.

*Orrison et al* (21) legt in seiner Untersuchung dar, dass das MRT zwar sensitiver als das CT bei Schädelhirntrauma-Patienten ist. Jedoch sei die CT die diagnostische Untersuchung der Wahl, da es eine große Verbreitung genieße und im Vergleich mit der MRT die Untersuchung schneller durchführbar sowie auch kostengünstiger sei. Nur bei 1/107 Patienten hatte die MRT-Untersuchung im Vergleich zur CT-Untersuchung Auswirkungen in Form einer Änderung des Therapiekonzeptes.

*Wiesmann et al* (33) und *Orrison et al* (21) stellten in ihren Studien fest, dass die CT-Untersuchung in der Regel weniger zeitaufwendig und auch kostengünstiger als die MRT ist. Ferner erlaube nur eine Minderzahl von MRT-Geräten eine suffiziente Überwachung akut verletzter Patienten.

*Löw et al* (15) erklärt in seiner Studie, das vorrangige Ziel in der Notfalldiagnostik sei, in kürzester Zeit eine maximale diagnostische Aussage zu erhalten.

Die vorliegende Studie bestätigt den hohen Stellenwert der Computertomographie als diagnostisches Instrument in der Akutphase durch die hohe Sensitivität und Spezifität der

cranialen Computertomographie in der Notfalldiagnostik. Daher sollte in der Akutphase zunächst initial eine CT erfolgen, zumal die MRT kostenintensiver, weniger verbreitet und die Untersuchungsdauer zeitintensiver ist. Eine schnelle, präzise und reproduzierbare Diagnosefindung unter Einsatz der CT wiegt somit ihre Kosten durch Verkürzung der Liegezeiten auf.

# 5 Zusammenfassung

Die Studie untersucht die Korrelation, die Sensitivität und Spezifität der neurologischen Verdachtsdiagnose mit der computertomographischen Diagnose bezogen auf die Entlassungsdiagnose. 415 CT-Untersuchungen werden ausgewertet nach den CT-Indikationen, der Verdachtsdiagnose, der CT-Diagnose, den intraoperativen Diagnosen, der therapeutischen Konsequenz des CT, der Korrelation der MRT-Untersuchungen oder der angiographischen Untersuchungen oder der nativ-Röntgenuntersuchung mit der CT-Untersuchung, der Sensitivität und der Spezifität der Verdachtsdiagnose und der CT-Untersuchung.

Intracraniellen Blutungen (47%) sowie Frakturen (15%) und intracerebralen Perfusionsstörungen (14 % ) stellten die häufigsten CT-Indikationen dar.

Als Verdachtsdiagnosen werden die intracerebralen Perfusionsstörungen (21%) und die Schädelhirntraumen sowie die intracraniellen Blutungen (14%) am häufigsten genannt.

In der CT-Diagnostik finden sich die intracraniellen Blutungen (20 %) und die cerebralen Infarkte (23 %) gehäuft.

Die Operationsdiagnosen ergeben mit den computertomographischen Diagnosen eine Korrelation von 80%.

Beim Vergleich der Computertomographie mit den nativ-röntgenologischen Verfahren ergibt sich insgesamt eine Befundübereinstimmung von 93%, bei der MRT-Untersuchung von 69% der Fälle und bei der angiographischen Untersuchungen von 60% der durchgeführten Untersuchungen.

Die Sensitivität der Verdachtsdiagnosen, bezogen auf die Entlassungsdiagnosen liegt bei 66%, die Spezifität bei 45%.

Die computertomographischen Diagnosen korrelieren mit den Entlassungsdiagnosen, zu 81%.

Die Sensitivität der CT-Untersuchung, bezogen auf die Entlassungsdiagnosen, liegt bei 85% und die Spezifität bei 70%.

# 6 Literaturverzeichnis


1. Araiza J, Araiza B (1997) Neuroimaging. Emerg Med Clin North Am 15/3:507-526
2. Ascherl GF Jr, Hilal SK, Brisman R (1981) Computed tomography of disseminated meningeal and ependymal neoplasms. Neurology 31/5:567-574
3. Bagley LJ (1999) Imaging of Neurological Emergiencies: Trauma, Haemorrhage, and Infarction. Sem Roentgenol 34/2:144-159
4. Becker LA, Green LA, Beaufait D, Kirk J, Froom J, Freeman WL (1993) Use of CT scans for the investigation of headache: a report from ASPN, Part 1. J Fam Pract 37/2:129-134
5. Berlit P, Buhler B, Tornow K, (1988) CT findings in subarachnoidal haemorrhage (SAH): A retrospective study of 138 patients. Neurochirurgia 31/4:123-127
6. Borczuk P, (1995) Predictors of intracranial injury in patients with mild head trauma. Ann Emerg Med 25/6:731-736
7. Bryan RN, Levy LM, Whitlow WD, Killian JM, Preziosi TJ, Rosario JA (1991) Diagnosis of acute cerebral infarction: comparison of CT an MR imaging. AJNR 12/4:611-620
8. Hadley DM, Teasdale GM, Jenkins A, Condon B, MacPherson P, Patterson J, Rowan JO (1988) Magnetic resonance imaging in acute head injury. Clin Radiol 39/2:131-139
9. Henkes H, Schorner W, Jochens R, Lang P, Ruf B, Heise W, Trautmann M, Felix R, (1990) Zerebrale und meningeale Manifestation des AIDS: Sensitivität von CT und T2-gewichteter MRT. Fortschr. Röntgenstr. 153/3:303-312
10. Ingebrigtsen T, Romner B (1996) Routine early CT-scan is cost saving after minor head injury. Acta Neurol Scand 93/2-3:207-210
11. Jend HH, Helkenberg G (1995) Über den Wert der konventionellen Schädelaufnahmen nach Kopfverletzungen. Fortschr. Röntgenstr. 162/1:7-12
12. Jensen HP, Klinge H, Lembke J, Muhtaroglu U, Rautenberg M (1980) Computerized tomography in vascular malformations of the brains. Neurosurg Rev 3/2:119-127
13. Jeret JS, Mandell M, Anziska B, Lipitz M, Vilceus AP, Ware JA, Zesiewicz TA (1993) Clinical predictors of abnormality disclosed by computed tomography after mild head trauma. Neurosurgery 32/1:9-15

14. Le Roux PD, Dailey AT, Newell DW, Grady MS, Winn HR (1993) Emergent aneurysm clipping without angiography in the moribund patient with intracerebral hemorrhage: the use of infusion computed tomography scans. Neurosurgery 33/2:189-197
15. Löw R, Düber C, Schweden F, Lehmann L, Blum J, Thelen M (1997) Ganzkörper-Spiral-CT zur Primärdiagnostik polytraumatisierter Patienten unter Notfallbedingungen. Fortschr. Röntgenstr. 166/5:382-388
16. Lundorf E, Nielson MB (1985) The clinical value of computerized axial tomography in patients without focal neurological featheres. Röntgenblätter 38/7:213-214
17. MacPherson BC, MacPherson P, Jenett B (1990) CT evidence of intreacranial contusion and haematoma in relation to the presence, site and type of skull fracture. Clin Radiol 42/5:321-326
18. Masters SJ (1980) Evaluation of head trauma: efficacy of skull films. Am J Roentgenol 135/3:539-547
19. Mettler FA, Briggs JE, Carchman R, Altobelli KK, Hart BL, Kelsey CA (1993) Use of radiology in U.S. general short-term hospitals: 1980-1990. Radiology 189/2:377-380
20. Myllyla VV, Sotaniemi KA, Pyhtinen J (1988) Significance of cerebral CT in neurological practice. Acta Neurol Scand 78/3:228-233
21. Orrison WW (1994) Blinded comparison of cranial ct and mr in closed head injury evaluation. AJNR 15:351-356
22. Pasman P, Twijnstra A, Wilmink J, Leffers P (1995) The value of skull radiography in patients with head trauma. J Belge Radiol 78/3:169-171
23. Ramirez-Lassepas M, Cipolle RJ, Morillo LR, Gumnit RJ (1984) Value of computed tomographic scan in the evaluation of adult patients after their first seizure. Ann Neurol 15:536-543
24. Salgado ED, Weinstein M, Furlan AJ, Modic MT, Beck GJ, Estes M, Awad I, Little JR (1986) Proton magnetic resonance imaging in ischemic cerebrovascular disease. Ann Neurol 20/4:502-507
25. Savastio G, Golfieri R, Pastore Trossello M, Venturoli L (1991) Cranial trauma: the predictability of the presentation symptom as ascreening for radiologic study. Radiol Med (Torino) 82/6:769-775
26. Schirmer M (1994) Neurochirurgie. 8. Aufl., Urban&Schwarzenberg, S 315

27. Servadei F, Ciucci G, Pagano F, Rebucci GG, Ariano M, Piazza G, Gaist G (1988) Skull fractures as a risk factor of intracranial complications in minor head injuries: a prospective CT study in a series of 98 adult. J Neurol Neurosur Psychiatry 51/4:526-528

28. Sotaniemi KA, Rantala M, Pyhtinen J, Myllyla VV (1991) Clinical and CT correlates in the diagnosis of intracranial tumors. J Neurol Neurosurg Psychiatry 54/7:645-647

29. Sotaniemi KA, Pyhtinen J, Myllyla VV (1990) Correlation of clinical and computed tomographic findings in stroke patients. Stroke 21/11:1562-1566

30. Stein SC, Spettell C, Young G, Ross SE (1993) Limitations of neurological assessment in mild head injury. Brain Inj 7/5:425-430

31. Vladikidis ND, Kazis A (1984) CT in the diagnosis of cerebral vascular malformations J Neurol 231/4:188-193

32. Weisberg LA (1982) Incidental focal intracranial computed tomographic findings. J Neurol Neurosurg Psychiatry 45/8:715-718

33. Wiesmann M, Brückmann H (1998) Bildgebende Diagnostik akuter Schädel-Hirn-Verletzungen. Radiologe 38/8:645-658

34. Yokota H, Kurokawa A, Otsuka T, Kobayashi S, Nakazawa S (1991) Significance of magnetic resonance imaging in acute head injury. J Trauma 31/3:351-357

# 7 Anhang

**Abbildung 19:** Erhebungsbogen

**Klinische Relevanz der cranialen CT unter Notfallbedingungen**

**ID-Nr:** ..... **Geschlecht:** m/ f
**Alter:** (Jahre) .....
**Aktenzeichen:** ..... **Röntgennummer:** .....

Chirurgische Poliklinik (CP,CN), Internistischer Aufnahmedienst (ZAD), Intensivstation: (.....)
Andere Stationen: (.....)

**Anforderung:**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Datum: | ..... | Uhrzeit: | ..... | | |
| CT d. Hirnschädels: | ..... | i.v.KM: | ja: ..... | nein: ..... | |
| CT d. Gesichtsschädels: | ..... | i.v.KM: | ja: ..... | nein: ..... | |
| CT d. Felsenbeine: | ..... | i.v.KM: | ja: ..... | nein: ..... | |
| CT d. NNH: | ..... | i.v.KM: | ja: ..... | nein: ..... | |
| CT d. Orbitae: | ..... | i.v.KM: | ja: ..... | nein: ..... | |
| Sonstige: CT d. | ..... | i.v.KM: | ja: ..... | nein: ..... | |
| Schicht d. | ..... | i.v.KM: | ja: ..... | nein: ..... | Zeit: ..... Uhr |
| Orient. CT-Schicht d. | ..... | i.v.KM: | ja: ..... | nein: ..... | Zeit: ..... Uhr |

**Drainage d**. ..... ja: ..... nein: ..... Zeit: ..... Uhr

**Keine Kontrastmittelgabe wegen:**
.....

**Anamnese:**
.....
.....
.....

**Konsil:**
.....
.....
.....

**Verdachtsdiagnose:**
.....

**Klinische, laborchemische und begleitende diagnostische Eckdaten zur Erhärtung der Verdachtsdiagnose prä-CT:**
.....

**CT-Fragestellung:**
.....

**CT-Diagnosen:**
**1.)** .....
**2.)** .....
**3.)** .....
**4.)** .....

**Operation:** ja: ..... nein: ..... Wenn ja,Datum: .....
Im Nachtdienst: ja: ..... nein: .....
OP-Beginn: ..... Uhr
OP-Beginn: ..... h post-CT

**Nutzung weiterer bildgebender Verfahren post-CT:**
Angiographie: ja: ..... nein: ..... Schädel-Rö prä/post-CT: ja: ..... nein: .....
MRT: ja: ..... nein: .....
Befund:
.....

**OP-Indikation:**
.....

**Operationsbefund:**
**1.)** .....
CT-Befundübereinstimmung: ja: ..... nein: ..... fraglich: ..... keine Korrelation: .....
**2.)** .....
CT-Befundübereinstimmung: ja: ..... nein: ..... fraglich: ..... keine Korrelation: .....
**3.)** .....
CT-Befundübereinstimmung: ja: ..... nein: ..... fraglich: ..... keine Korrelation: .....
**4.)** .....
CT-Befundübereinstimmung: ja: ..... nein: ..... fraglich: ..... keine Korrelation: .....
**5.)** .....
CT-Befundübereinstimmung: ja: ..... nein: ..... fraglich: ..... keine Korrelation: .....
Sonstiges: .....

**Histologie:** ja: ..... nein: .....
Befund:
.....

**Interventionelle Eingriffe:** ja: ..... nein: ..... Wenn ja,Datum: .....
Welche: .....
Beginn der Intervention: ..... Uhr
Interventions-Beginn: ..... h post-CT
Befund:
.....

**Sektion:** ja: ..... nein: ..... Datum: .....
Sektionsbefund:
.....
CT-Befundübereinstimmung: ja: ..... nein: ..... fraglich: ..... keine Korrelation: .....

**Entlassungsdiagnose:** Datum: .....
**1.)** .....
**2.)** .....
**3.)** .....

**Klinischer Verlauf:**
.....
.....

**Anmerkungen**:
.....
.....

## Lebenslauf

| | |
|---|---|
| Name: | Eicke-Michael Lehner, geb. Schmidt |
| Geburtstag: | 14. 07. 1960 |
| Geburtsort: | Braunschweig |
| Familienstand: | verheiratet, 1 Kind |

**Schulausbildung**

| | |
|---|---|
| 1967-71 | Volksschule, Braunschweig-Querum |
| 1971-81 | Neue Oberschule Braunschweig |
| 1987 | Abitur |
| 1981-82 | Wehrdienst |

**Berufsausbildung**

| | |
|---|---|
| 1983-84 | Sanitäter im Rettungsdienst, DRK Braunschweig |
| 1984-86 | Ausbildung zum medizinisch- technischen Radiologie-Assistenten, Braunschweig |
| 1986 | Staatsexamen zum MTRA |

**Berufstätigkeit**

| | |
|---|---|
| 1986-1989 | Tätigkeit als MTRA an den Universitätskliniken Göttingen und Bochum |

**Studium**

| | |
|---|---|
| 1989-90 | Studium der Medizinischen Informatik, FH Heilbronn, Universität Heidelberg |
| 1990-99 | Studium der Humanmedizin an der Universität Hamburg |
| 1994 | Ärztliche Vorprüfung |
| 1995 | Erster Abschnitt der Ärztlichen Prüfung |
| 1998 | Zweiter Abschnitt der Ärztlichen Prüfung |
| 1999 | Dritter Abschnitt der Ärztlichen Prüfung |

**Ärztliche Tätigkeit**

| | |
|---|---|
| Seit 1999 | Arzt im Praktikum in der Abteilung für Röntgendiagnostik und Nuklearmedizin, Städt. Klinikum Braunschweig |

# *Danksagung*

*Für die Überlassung des Themas und die freundliche Unterstützung danke ich als erstes Herrn Prof. Dr. Bücheler.*

*Mein besonderer Dank gebührt Herrn Dr. C. Weber für seine engagierte und kompetente Betreuung meiner Dissertationsarbeit. Er hatte stets ein offenes Ohr für meine Fragen und Probleme.*

*Ebenfalls Dank gebührt Herrn Manfred Götting von der Firma Siemens, Medizinische Technik, Hannover für seine hilfbereite Unterstützung.*

*Zu guter Letzt noch mein Dank an meine Ehefrau und meinen Sohn für ihr Verständnis für die vielen nicht gemeinsam verbrachten Stunden.*