

Aus dem Institut für Rechtsmedizin  
der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf  
Direktorin: Univ.-Prof. Dr. Stefanie Ritz-Timme

**Die Prävalenz und Verteilung zahnmedizinischer Werkstoffe und  
zahnärztlicher Befunde der einzelnen Zahnflächen als Hilfestellung bei  
Identifizierungen**

Dissertation

zur Erlangung des Grades eines Doktors der Zahnmedizin  
der Medizinischen Fakultät der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf

vorgelegt von  
Martin Ulbrich  
2017

Als Inauguraldissertation gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen  
Fakultät der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf

gez.: Univ.-Prof. Dr. med. N. Klöcker  
Dekan

Referent: Univ.-Prof. Dr. med W. Huckenbeck  
Koreferentin: Univ.-Prof. Dr. med. dent. M. Ommerborn

*für Justus und Rolf*

## Zusammenfassung

Bei Naturkatastrophen, Unfällen, militärischen Konflikten oder terroristischen Anschlägen kann es zu einer großen Anzahl von menschlichen Leichnamen kommen.

Die Identifizierung dieser Menschen wird aufgrund ethischer, forensischer und administrativer Ansprüche angestrebt: Familien erhalten so Gewissheit und Sicherheit über das Schicksal ihres Angehörigen und können postmortale Prozesse wie beispielsweise die Bestattung aber auch Rentenzahlungen, Versicherungsleistungen initiieren oder einfach nur sicher Abschied nehmen.

Identifizierungen werden anhand rechtsmedizinischer Untersuchungen (Leichenschau und DNA-Fingerprinting), Fingerabdruckauswertungen und dem Vergleich des Zahnstatus vorgenommen.

Die vorliegende Studie untersucht die Bedeutung der Auswertung der einzelnen Zahnfläche: Reicht die Katalogisierung des kompletten Zahnes oder muss tatsächlich jede einzelne der fünf Zahnflächen zur Erhöhung der Genauigkeit erfasst werden. Zu diesem Zweck wurden 1024 Zahnstatus von erwachsenen Probanden erfasst und ausgewertet.

Es zeigte sich dabei, dass die Anzahl der nicht möglichen Identifizierungen bei einer Anzahl von 1024 „Opfern“ von 47 auf 19 gesenkt werden konnte und somit die Auswertung der einzelnen Zahnfläche sinnvoll und notwendig ist.

# Abkürzungen

<b>Abb.</b>	Abbildung
<b>AS</b>	Altersstufe
<b>bzw.</b>	beziehungsweise
<b>d</b>	distal
<b>Diagr.</b>	Diagramm
<b>DFMS</b>	Decayed, filled or missing surface
<b>d. h.</b>	das heißt
<b>DMFT</b>	Decayed, filled or missing tooth
<b>DNA</b>	Desoxyribonukleinsäure (“-acid”)
<b>DVI</b>	Disaster victim identification
<b>EDV</b>	Elektronische Datenverarbeitung
<b>FDI</b>	Fédération Dentaire Internationale
<b>Kap.</b>	Kapitel
<b>l</b>	lingual
<b>m</b>	mesial
<b>OK</b>	Oberkiefer
<b>o</b>	okklusal
<b>P</b>	palatinal
<b>Tab.</b>	Tabelle
<b>u. a.</b>	unter anderem
<b>UK</b>	Unterkiefer
<b>u. U.</b>	unter Umständen
<b>unbek.</b>	unbekannt
<b>v</b>	vestibulär
<b>v. a.</b>	vor allem
<b>WZ</b>	Weisheitszahn
<b>z. B.</b>	zum Beispiel
<b>z. Z.</b>	zurzeit

# Inhalt

<b>1. Einleitung</b> .....	1
1.1 Einführung in die Thematik .....	1
1.2 Ziel der Studie .....	4
<b>2. Material und Methodik</b> .....	6
2.1 Probanden .....	6
2.2 Datenerhebung .....	6
2.3 Datenerfassung .....	8
2.3.1 Vorbereitende Massnahmen .....	8
2.3.2 Untersuchte Zähne .....	9
2.3.3 Untersuchungsparameter .....	9
2.4 Statistik .....	12
2.5 Darstellung der Ergebnisse .....	12
<b>3. Ergebnisse</b> .....	13
3.1 Probanden .....	13
3.2 Untersuchte Zähne .....	16
3.2.1 Zahnstatus pro Alterstufe .....	16
3.3 Der allgemeine Zahnbefund .....	19
3.4 Der spezielle Zahnbefund pro Zahnfläche .....	22
3.4.1 Versorgung der einzelnen Zähne .....	22
3.4.2 Die Prävalenz des individuellen Zahnstatus .....	24
3.4.3 Reduktion der Anzahl betrachteter Zähne .....	27
<b>4. Diskussion</b> .....	29
<b>5. Literaturverzeichnis</b> .....	37
<b>6. Danksagung</b> .....	47

# 1. Einleitung

---

## 1.1 Einführung in die Thematik

Das Tsunami-Naturereignis am 26.12.2004 hatte mehr als 200.000 Todesopfer in Südostasien zur Folge, alleine in Indonesien gehen die Behörden von weit über 150.000 Opfern aus. Ein solches Naturereignis könnte sich jederzeit wiederholen und ähnliche Opferzahlen fordern. Im Rahmen der Möglichkeiten sogenannter Identifizierungsteams wird versucht, möglichst vielen Opfern ihre Identität und den Angehörigen Sicherheit über den Verbleib ihres Familienmitgliedes zu geben.



**Abb. 1:** Foto der Tsunamiopfer, Site 1 in Takua Pah, Thailand, Dezember 2004

Der zahnmedizinischen Identifizierung steht gerade bei Massenkatastrophen eine gewichtige Rolle zu (Vincent, ), (Alt und Walz, 1999), (Kvaal, 2006), (Pretty und Addy, 2002), liefert sie doch schnelle, kostengünstige und genaue Ergebnisse. Thailand hat gezeigt, dass Identifizierungen über Zähne bei Massenschadensereignissen deutlich

erfolgreicher sind als beispielsweise DNA-Identifizierungen. Die Kombination aller drei Verfahren (Daktyloskopie, Zahnidentifizierungen und Rechtsmedizin/DNA) erhöht allerdings die Erfolgsrate (Petju, Suteerayongprasert und Thongpud, 2007), (Schuller-Götzburg und Suchanek, 2007), (Tan, 2005). Gerade Thailand hat aber auch deutlich gemacht, dass die hohe Opferzahl hauptsächlich durch Zahnbefunde und nur in geringer Weise durch DNA-Vergleiche bewältigt werden konnte; der Stellenwert der zahnärztlichen Identifizierung ist dadurch nochmals gestiegen (Dumančić, Kaić, Njemirovskij, Brkić und Zečević, 2001).

Der heutige Mensch wird immer mobiler: Er unternimmt mehr Fernreisen, die Globalisierung lässt die Menschheit zusammenrücken, Entfernungen verlieren ihren Schrecken. Wir leben im Zeitalter des Massentourismus: Im Falle eines größeren Schadensereignisses ist eine schnelle, unkomplizierte und sichere Identifikation auch höherer Opferzahlen notwendig (Lindemaier, Czarnecki und Loipfänger, 1993), (Schübel und Seichter, 1980), (Szibor et al., 2008).

Die Identifizierung Unbekannter ist daher eine moralische und menschliche Verpflichtung, welche auf den Schultern der Rechtsmediziner, Zahnärzte und der Gesetzeshüter liegt (Sopher, 1972), (Chomdej, Pankaow und Choychumroon, 2005).

Nicht zu vergessen ist dabei sicherlich auch der forensische/juristische Aspekt: Versicherungszahlungen, Renten, Pensionen werden in der Regel erst gezahlt, wenn der Tod des Betroffenen eindeutig festgestellt wird (Sopher, 1972).

Die Identifizierung wird international mittlerweile durch standardisierte Verfahren vorgenommen: medizinisch von Rechtsmedizinern und Zahnärzten, staatlich von Angehörigen bestimmter Behörden beispielsweise dem Bundeskriminalamt, den Landeskriminalämtern oder auch Polizeistationen je nach Schadensereignis.

Die Forensische Odontologie ist dabei nach der Definition der „Fédération Dentaire Internationale“ FDI (1990) der Bereich der Zahnheilkunde, zu dem die professionelle Durchführung, Prüfung, Analyse und Vorlage von dentalen und oralen Beweismitteln gehört. Diese Maßnahmen können für gerichtsmedizinische Zwecke verwendet werden (Lindemaier, Czarnecki und Loipfänger, 1993), (Glass, 2002) und sich somit nicht nur auf die Identifikation von unbekanntem Leichen beschränken.

Neben diesem Aspekt gibt es u. a. die forensische Altersbestimmung, den Nachweis und Beweis von Bissverletzungen aber auch die Gewinnung von DNA-Material (Rötscher, 2000), (Metzger, Buchner und Gorsky, 1980). Es ist durchaus möglich, aus Zähnen und Pulpagewebe Proben für DNA-Vergleiche zu verwenden

(Malaver und Yunis, 2003), (Dumančić, Kaić, Njemirovskij, Brkić und Zečević, 2001), (Pfeiffer, Huhne, Seitz und Brinkmann, 1999), (Mornstad, Pfeiffer, Yoon und Teivens, 1999).

Die Identifizierung anhand von Zähnen wird schon seit langem angewandt: Bereits im alten Rom wurden Zähne zum Beweis des Todes beispielsweise eines Gegners verwendet (Sweet, 2001).

Vor der Möglichkeit der DNA-Bestimmung und -Identifizierung wurde der Zahnbefund neben der Verwendung von Körpermerkmalen zur Identifizierungszwecken verwendet. Die Daktyloskopie war und ist seit Jahrzehnten ein Standbein bei Identifizierungsfragen, stößt jedoch bei fehlendem oder nicht verwertbarem Untersuchungsmaterial (z. B. Skelette) an ihre Grenzen. Identifizierung ist Teamarbeit (Lundy, 1985), (Sopher, 1988 und 1972) (Ndiokwelu, Miquel und Coudert, 2003), (Evenot, Durigon, Midavaine und Ceccaldi, 1989), die Ergänzung der einzelnen Fachbereiche ist heute das Verfahren der Wahl zumindest bei Massenkatastrophen. Zahnärztliche-, daktyloskopische und DNA-Identifizierungsverfahren sind unterstützend/ergänzend und nicht konkurrierend einzusetzen. (Vale, 2004), (Brkić, Strinovic, Kubat und Petrovecki, 2000), (Bux, Heidemann, Enders und Bratzke, 2006).

Wie jedes Identifikationsverfahren bedient sich auch das zahnärztliche System am Vergleich zwischen antemortalen und postmortalen Datensätzen: Man kann nur denjenigen identifizieren, von dem man auch sicher weiß, dass er als vermisst gilt. Zahnärztliche Identifizierung beginnt täglich in der zahnärztlichen Praxis (Glass, 2002), denn ohne einen qualitativ hochwertigen Befund durch die behandelnden Zahnärzte macht ein Vergleich keinen Sinn. Es ist darauf zu achten, dass lediglich standardisierte Verfahren ohne Verwendung nationaler Eigenheiten angewendet werden, um bei internationalem Vorgehen keine unnötigen Probleme zu riskieren (Kvaal, 2006). Es zeigt sich allerdings, dass die Qualität der Untersuchung und der Dokumentation teilweise stark defizitär ist, denn bedauerlicherweise gibt es nur unzureichende Standards für elektronische zahnärztlichen Erfassungsprogramme und zahnärztliche Dokumentation (Chomdej, Pankaow und Choychumroon, 2005), (Ermenc und Renner, 1999), (Solheim, 1997), (Brkić, Strinovic, Kubat und Petrovecki, 2000). Perfekte Dokumentation und standardisierte Untersuchungsmethode sind dabei absolut notwendig, werden in der täglichen Praxis aber oft nicht richtig angewandt (Rasmusson,

Renè, Dahlbom und Borrman, 1994), (Alt, 1991), (Borrman, Dahlbom, Loyola und Renè, 1995), (Pilin, 1985).

Auf der anderen Seite muss hingegen erwähnt werden, dass die hohe Qualität der zahnärztlichen Restaurationen die postmortale Befundung erschwert: zahnfarbene Restaurationen werden immer häufiger angewandt und lassen sich nicht immer ohne weiteres selbst von geübten Behandlern entdecken (Bux, Heidemann, Enders und Bratzke, 2006). Der Zahnarzt muss in diesem Zusammenhang auch spezielle anatomische Besonderheiten notieren, die nicht den Standardbeschreibungen entsprechen (Lundy, 1985), (Nelson, 2006), (de Villiers und Phillips, 1998), (Kvaal, 2006), (Vale, 2004).

Angesichts der Tatsache, dass alleine in den USA jährlich über 200 Millionen zahnärztliche Restaurationen durchgeführt werden (Albertini, Kingman und Brown, 1997), wird der Bedarf an festgelegten Standards deutlich. Letztlich ist der Zahnbefund daher sehr individuell: Jeder Mensch trägt so etwas wie ein nationales Kennzeichen in seinen Zähnen (Keiser-Nilsen, 1980). Der komplette zahnärztliche Befund setzt sich natürlich aus der klinischen Untersuchung, aber auch aus der Begutachtung von Röntgenbildern zusammen. Die Panoramaschichtaufnahme und der bewährte Zahnfilm sind Tagesroutine in der zahnärztlichen Praxis. Durch die Verwendung der Röntgenbilder erweitert sich das Spektrum der forensischen Zahnmedizin enorm, hier gehören Röntgenbilder längst zum Standard (Lee, Choi, Yoon, Kim und Shin, 2004), (Sopher, 1972), (Borrman, Dahlbom, Loyola und Renè, 1995).

## **1.2 Ziel der Studie**

Generell stellt sich die Frage:

„Wie kann man verbessern, was so gesehen schon längst funktioniert?“.

Das vergleichende Prinzip aller Identifizierungsverfahren kann eigentlich immer verbessert werden. Jeder Einsatz bringt neue Erfahrungen, die in vorhandene Prozesse eingesteuert werden können.

In der täglichen Praxis fällt mehr und mehr die Situation auf, dass v. a. junge Menschen immer häufiger sehr gesunde Zahnstatus aufweisen: die Früchte der jahrelangen Prophylaxe. Dies ist auf der einen Seite natürlich erstrebenswert, auf der forensischen Seite hingegen erschwerend, da die Summe der individuellen Merkmale dadurch deutlich sinkt.

Ziel dieser Studie ist es daher, die Merkmalsausprägungen bei vielen Probanden zu katalogisieren um die Häufigkeit des individuellen Zahnstatus innerhalb einer Gruppe nachweisen zu können. Die Frage lautet vor allem, ob es ausreicht, den einzelnen Zahn als Merkmalsträger zu verwenden, oder ob es erforderlich ist, die einzelnen Zahnflächen en detail in die Auswertungen mit einzubeziehen.

Dabei gilt es darzustellen, ob eine höhere Identifizierungsquote unter Verwendung des kompletten Zahnstatus – unter Auswertung der Zahnfläche – ermöglicht wird oder ein lediglich mit allgemeinem Zahnbefund erstellter Status ausreicht. Lohnt der Aufwand der präziseren Untersuchung überhaupt oder ist der Unterschied nicht signifikant?

Keiser-Nilsen hat mit seiner Darstellung der benötigten 12 Charakteristika bereits 1966 die Genauigkeit und Aussagekraft des Zahnbefundes bewiesen. Gilt dies jedoch auch in der heutigen Zeit: weniger Merkmale bei mehr vorhandenen Zähnen?

In der heutigen zahnärztlichen Forensik kommen moderne Software-Programme, hauptsächlich PlassData® zu Einsatz. Bei diesen Programmen wird die einzelne Zahnfläche berücksichtigt, allerdings werden auch generelle und individuelle Merkmale in Form von Freitexteingaben durchgeführt. Dies macht wiederum nur Sinn, wenn dies auch Bestandteil der täglichen Praxis bei den behandelnden Zahnärzten ist (de Villiers und Phillips, 1998), (Kvaal, 2006), (Vale, 2004). Bestimmte Merkmale sind aufgrund persönlicher Angewohnheiten vorhanden und können Identifizierungen unterstützen: Pfeiferauchen hinterläßt meist typische Zahnabrasionen, das Musizieren mit Blasinstrumenten hat Einfluss auf Zahnhartsubstanzveränderungen und Zahnstellungen, auch berufliche Tätigkeiten können zu Veränderungen der Zähne führen wie beispielsweise das Nadeleinklemmen zwischen den Frontzähnen bei Schneidern (Phillips, 1983).

Ohne Zahnrestorationen werden Identifizierungen immer schwieriger (Nelson, 2007). Die Erfassung aller Merkmale des menschlichen Gebisses wird daher auch immer wichtiger.

Die Darstellung der Bedeutung dieser Genauigkeit war Ziel dieser Studie.

## 2. Material und Methodik

---

### 2.1 Probanden

In der vorliegenden Untersuchung wurden 1024 klinische Zahnstatus von militärischen und zivilen Patienten des Aufklärungsgeschwaders 51 „Immelmann“ der Bundeswehr in Kropp erfasst und ausgewertet. Es handelte sich um Probanden beider Geschlechter und verschiedener Altersklassen. Eine spezielle Selektion der verwendeten Zahnakten fand nicht statt, Soldaten sind als „Bürger in Uniform“ Bestandteil der Gesellschaft. Die Datenerfassung erfolgte von Januar 2009 bis Juni 2011.

Votum der Ethikkommission: s. Studiennummer 4405

Es wurden Probanden im Alter von 18 bis 68 Jahren untersucht und in sechs Altersstufen eingeteilt.

<b>Altersstufe 1</b>	<b>bis 20 Jahre</b>
<b>Altersstufe 2</b>	<b>21 - 30 Jahre</b>
<b>Altersstufe 3</b>	<b>31 - 40 Jahre</b>
<b>Altersstufe 4</b>	<b>41 - 50 Jahre</b>
<b>Altersstufe 5</b>	<b>51 - 60 Jahre</b>
<b>Altersstufe 6</b>	<b>61 Jahre und älter</b>

**Tabelle 1:** Alterseinteilung der Probanden

### 2.2 Datenerhebung

Bei der Datenerhebung wurden alle zur Verfügung stehenden Informationen erfasst: die allgemeinen Patientendaten sowie der komplette Zahnstatus. Die Beurteilung der übrigen Untersuchungsparameter wie der Mundschleimhautbefund sowie der kaufunktionelle Status (beispielsweise das Vorliegen von Myoarthropathien) wurden nicht erfasst, da sie im Rahmen einer Identifizierung keine Rolle spielen.

Zur zahnärztlichen Untersuchung wurden folgende Materialien verwendet:

- Zahnärztliches Untersuchungsinstrumentarium:

Bei der zahnärztlichen Untersuchung wurde das Standardinstrumentarium verwendet:

Sonde: Gerade Sonde

Spiegel: Größe 4, plan, nicht vergrößernd

Pinzette: London-College

- Lupenbrille  
Lupenbrille der Firma Carl Zeiss, Vergrößerung 4,5 fach, Brennweite 32 cm, Kopfhalterung
- Behandlungsleuchte:  
Es wurde eine handelsübliche Behandlungsleuchte der Firma KaVo verwendet.
- Behandlungsstuhl:  
Es wurde ein handelsüblicher zahnärztlicher Behandlungsstuhl der Firma KaVo verwendet.

Es wurden keine radiologischen Hilfsmittel, wie z. B. Panoramaschichtaufnahmen, Röntgenstatus oder einzelne Zahnfilme eingesetzt, so dass z. B. Nichtanlagen und andere Anomalien nicht berücksichtigt bzw. ausgewertet wurden.

Berücksichtigt wurden alle durchgebrochenen bleibenden Zähne. Als Zahndurchbruch oder Zahneruption (v. a.) der Weisheitszähne wurde das Durchstoßen der den Zahn überdeckenden Schleimhaut des Alveolarfortsatzes definiert. Daraus folgt, dass im Rahmen der Befundung ein Zahn als durchgebrochen anerkannt wurde, wenn er mit einem beliebigen Anteil der Krone die Schleimhautperiostdecke durchbrochen hatte und damit in der Mundhöhle sichtbar geworden war. Somit fällt ein im Durchbruch befindlicher Weisheitszahn auch unter diese Definition (Pfähr).

Es wurden somit alle Zähne der Probanden (von 18-48, Erläuterung dazu in Abschnitt 2.3) befundet. Nicht berücksichtigt wurden überzählige Zähne und persistierende Milchzähne, in diesem Fall wurde der bleibende Zahn als fehlend eingestuft. Weiterhin wurden Zahnanomalien (z. B. Tonnenzähne, Zwillingenzähne, Mesiodentes) nicht berücksichtigt.

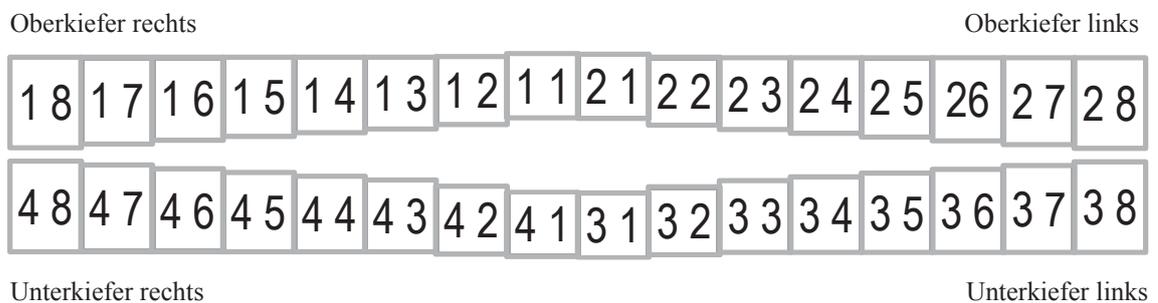
## 2.3 Datenerfassung

### 2.3.1 Vorbereitende Maßnahmen

Zur Aufnahme der Daten fand das in der internationalen Zahnmedizin übliche Zahnschema der *Fédération Dentaire Internationale* (FDI) Anwendung. In dieser wird ein Zahn mit zwei Ziffern bezeichnet. Die Zähne werden dabei mit der ersten Zahl von der Mittellinie beginnend bezeichnet, die zweite Zahl beschreibt den jeweiligen Quadranten, beginnend im Oberkiefer rechts, weitergehend im Uhrzeigersinn. Zahn 38 (sprich „drei acht“ und nicht „Achtunddreißig“) ist demnach der untere linke Weisheitszahn.

Für die Milchzähne werden die einzelnen Quadranten fortlaufend von fünf bis acht bezeichnet.

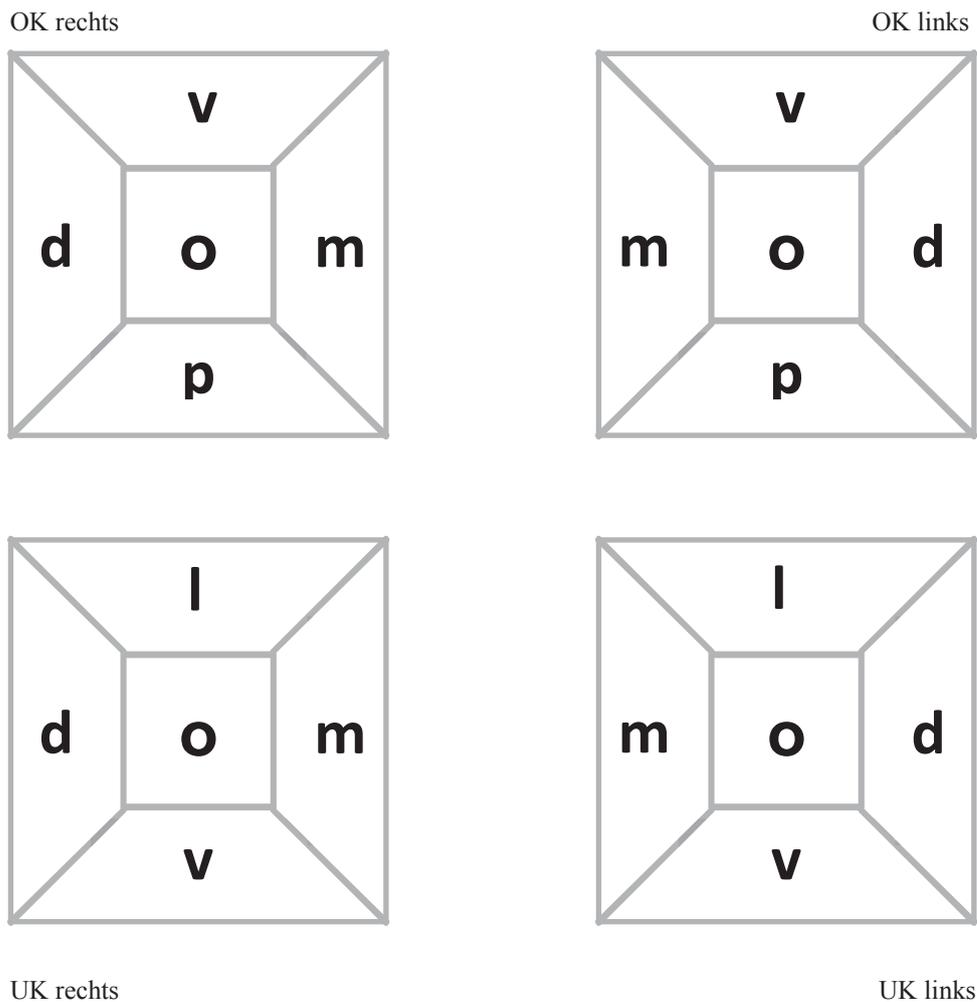
Alternativ kann man das Zahnschema von Zsigmondi verwenden, in dem die bleibenden Zähne mit arabischen und die Milchzähne mit römischen Ziffern gekennzeichnet werden (Hoffmann-Axthelm, 1995).



**Abb. 2:** Das FDI-Zahnschema

### 2.3.2 Untersuchte Zähne

Jedem Zahn wurden fünf Flächen zugewiesen: distal (d), okklusal (o), mesial (m), vestibulär (v), palatinal (p) bzw. lingual (l). Bei Frontzähnen verwendet man normalerweise die Bezeichnung inzisal anstelle von okklusal, da hier eine Schneidekante und keine Kaufläche im eigentlichen Sinne vorliegt. Zur Vereinfachung der Bewertung wurde auf diesen Vorgang verzichtet.



**Abb. 3:** Die Flächenverteilung der Zähne

### 2.3.3 Untersuchungsparameter

Im ersten Schritt der Datenerfassung wurde aus der Patientenakte neben den allgemeinen Patientendaten (Befunddatum, Alter, Alter bei Befund und Geschlecht) der komplette Zahnbefund der 32 Zähne in ein zahnärztliches Befundformular übertragen. Anschließend wurden diese Daten in eine EDV-gestützte Datei überführt. Um

Aufzeichnungs- und Übertragungsfehler zu vermeiden, wurden die Daten einmal nach der Niederschrift und ein zweites Mal nach der Eingabe in den Computer kontrolliert. Als Computer wurde ein handelsüblicher Pentium-Rechner und als Software Microsoft Excel® in der Version 2003 verwendet.

Bei der Dokumentation der Zahnbefunde wurde in einem ersten Schritt der allgemeine Befund jedes einzelnen Zahnes erfasst und mit Zahn 18 begonnen. Dabei wurde durchlaufend vom Oberkiefer rechts über den linken Oberkiefer, anschließend der linke Unterkiefer und zum Schluss der rechte Unterkiefer bis Zahn 48 befundet. Dieses Vorgehen entspricht dem allgemeinen Vorgehen in einer zahnärztlichen Praxis. Man erhielt so primär einen 32-stelligen Zahlencode mit den Angaben über den kompletten Zahn.

Anschließend wurden in einer weiteren Tabelle alle Flächen eines Zahnes oder des Zahnbefundes in der gleichen Zahnreihenfolge katalogisiert, dabei wurden im ersten und dritten Quadranten folgende Reihenfolge der Zahnflächen aufgenommen: distal, okklusal, vestibulär, lingual. Im zweiten und vierten Quadranten wurde die Reihenfolge lingual, vestibulär, mesial, okklusal und distal festgelegt. Prinzipiell ist die Reihenfolge unerheblich, diese Reihenfolge wurde zur Vereinfachung der Datenaufnahme und damit zu einer Erhöhung der Sicherheit gewählt. So ergaben sich im zweiten Schritt bei 32 Zähnen mit je fünf Flächen einen Zahlenschlüssel mit 160 Werten zur statistischen Auswertung.

Die Tabellen geben einen Überblick über die Katalogisierung der Befunde:

Beschreibung	Variablenwert
0	Physiologisch
1	Karies
2	Insuffiziente Versorgung
3	Fehlt
4	Füllung
5	Krone
6	Brückenglied, ersetzter Zahn (oder Prothesenzahn)
7	Implantat
8	Teilkrone
9	Retiniert, verlagert

**Tabelle 2:** Einteilung der allgemeinen Zahnbefunde

Beschreibung	Variablenwert
1	Physiologisch
2	Karies
3	Fehlt
4	Amalgam
5	Kunststoff
6	Keramik
7	Gold
8	sonstiges Material

**Tabelle 3:** Einteilung der Zahnflächenbefunde

Ein Zahn bzw. eine Zahnfläche gilt als physiologisch, wenn sie weder über eine Restauration, einen Zahnhartsubstanzschaden oder eine Karies verfügt.

Als Karies wird eine Demineralisation der Zahnhartsubstanz bezeichnet, die u. U. mit ausgeprägten Zahnschäden einhergeht.

Wenn ein Zahn als fehlend befundet wurde, waren logischerweise auch alle Zahnflächen fehlend.

Als Füllung werden Restaurationen mit plastischen Füllungsmaterialien bezeichnet. In der durchgeführten allgemeinen Zahnbefundung wurde hier nicht zwischen unterschiedlichen Füllungswerkstoffen unterschieden (z. B. Kunststoff oder Amalgam), diese Differenzierung erfolgte erst bei der Aufschlüsselung der einzelnen Zahnfläche (Tabelle 3). Das gleiche Vorgehen wurde bei Teilkronen, Vollkronen und Implantatversorgungen angewandt.

Brückenglieder ersetzen generell einen fehlenden Zahn, sodass mit diesem Code auch Prothesenzähne erfasst wurden: bei einem ersetzten Zahn mit fünf Kunststoffflächen handelt es sich also um einen Prothesenzahn. Ein ersetzter Zahn, egal ob als Brückenglied oder Prothesenzahn ersetzt, wurde nicht als fehlend eingestuft.

Retinierte oder verlagerte Zähne zeichnen sich – wie bereits erwähnt – durch unvollständigen Durchbruch durch die Mundschleimhaut bzw. unphysiologische Position im Alveolarfach aus.

## 2.4 Statistik

Die Auswertung der Daten wurde mit Excel®- und Jump®-Dateien vorgenommen. Hierbei stellten die beiden Tabellen mit den allgemeinen Zahnbefunden und die wesentlich umfangreichere Tabelle mit den Zahnflächenbefunden die Arbeitsgrundlage dar: Für jeden Probanden wurde eine Zeile mit entsprechend vielen Spalten angelegt. Die Haupttabelle wies somit 1024 Zeilen und 198 Spalten auf.

Die einzelnen Variablenwerte wurden auf ihre Häufigkeit hin untersucht und verglichen. Zur Vereinfachung der statistischen Auswertung erfolgte die Übertragung in die Jump®-Software.

Die statistische Auswertung wurde von Prof. Dr. Holger Schwender, Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät, Heinrich Heine Universität Düsseldorf, unterstützt. Es kamen dabei verschiedene Verfahren wie der McNemar-Test und Pearsons  $\chi^2$ -Test zur Anwendung. Zur Auswertung der Daten wurde die statistische Software R verwendet.

## 2.5 Darstellungen der Ergebnisse

Die Ergebnisse werden mittels Tabellen und Diagrammen dargestellt.

## 3. Ergebnisse

### 3.1 Probanden

Um dem Ansatz dieser Studie gerecht zu werden, sollte eine möglichst hohe Anzahl an Probanden erfasst und in die Auswertung miteinbezogen werden. Das Studienprofil wurde daraufhin so gewählt, dass mindestens 750 Probanden zu erfassen waren.

In der vorliegenden retrospektiven Studie wurden letztlich 1024 Probanden einbezogen, die in der Zahnarztgruppe des Sanitätszentrums Kropp eine Kontrolluntersuchung erhielten. Von den 1024 Probanden der Studie waren 122 weiblichen und 902 männlichen Geschlechts. Die Probanden entstammten gemischten Altersstufen.

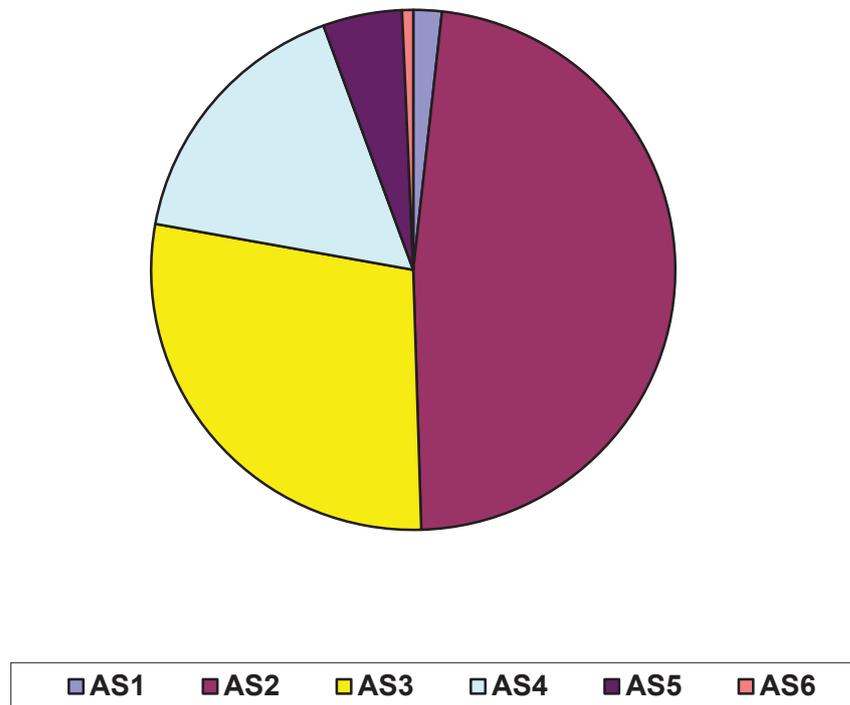
Im Folgenden werden die Probanden hinsichtlich ihres Geschlechts, ihrer Häufigkeit und der Verteilung in den entsprechenden Altersgruppen beschrieben.

Die sechs Altersstufen weisen eine unterschiedliche Zahl von Probanden auf, die genaue Verteilung der Probanden in den einzelnen Altersstufen unter Berücksichtigung des Geschlechts ist in Tabelle 4 aufgeführt. Aufgrund der Patientenstrukturen innerhalb der Bundeswehr gehören die meisten Probanden den Altersstufen 2 und 3 an.

Die anschließend folgende Abb. 5 stellt die Verteilung der Probanden innerhalb der einzelnen Altersstufen graphisch dar.

	<b>Weiblich</b>	<b>Männlich</b>	<b>Gesamt</b>
<b>Altersstufe 1 (bis 20 Jahre)</b>	5	13	18
<b>Altersstufe 2 (21 - 30 Jahre)</b>	83	406	489
<b>Altersstufe 3 (31 - 40 Jahre)</b>	24	266	290
<b>Altersstufe 4 (41 - 50 Jahre)</b>	7	163	170
<b>Altersstufe 5 (51 - 60 Jahre)</b>	1	49	50
<b>Altersstufe 6 (61 Jahre und älter)</b>	2	5	7

**Tabelle 4:** Alters- und Geschlechtsverteilung der Probanden



**Abb. 4:** Verteilung der Altersstufen

Die genaue Altersverteilung der Probanden ist der Tabelle 5 zu entnehmen.

<b>Minimum</b>	18,13
<b>Maximum</b>	67,53
<b>Altersmittelwert</b>	32,02
<b>Standardabweichung</b>	7,45
<b>Median</b>	29,57

**Tabelle 5:** Altersverteilung der Probanden

Die Häufigkeit der einzelnen Probanden in der jeweiligen Altersstufe ist in Tabelle 6 aufgelistet.

Alter	Häufigkeit	Prozent	Kumulierte Prozente
18	1	0,1	0,1
19	17	1,7	1,8
20	15	1,5	3,2
21	38	3,7	6,9
22	47	4,6	11,5
23	54	5,3	16,8
24	56	5,5	22,3
25	59	5,8	28,0
26	58	5,7	33,7
27	58	5,7	39,4
28	51	5,0	44,3
29	53	5,2	49,5
30	48	4,7	54,2
31	51	5,0	59,2
32	38	3,7	62,9
33	26	2,5	65,4
34	20	2,0	67,4
35	20	2,0	69,3
36	25	2,4	71,8
37	21	2,1	73,8
38	23	2,2	76,1
39	18	1,8	77,8
40	17	1,7	79,5
41	21	2,1	81,5
42	26	2,5	84,1
43	16	1,6	85,6
44	20	2,0	87,6
45	22	2,1	89,7
46	15	1,5	91,2
47	14	1,4	92,6
48	10	1,0	93,6
49	9	0,9	94,4
50	12	1,2	95,6
51	12	1,2	96,8
52	15	1,5	98,2
53	7	0,7	98,9
54	2	0,2	99,1
55	1	0,1	99,2
56	1	0,1	99,3
62	2	0,2	99,5
64	4	0,4	99,9
68	1	0,1	100,0
Gesamt	1024	100,0	

**Tabelle 6:** Altershäufigkeit der Patienten

Die Geschlechterverteilung stellt sich folgendermaßen dar:

	<b>Häufigkeit</b>	<b>Prozent</b>
<b>Weiblich</b>	122	11,9
<b>Männlich</b>	902	88,1
<b>Gesamt</b>	1024	100,0

**Tabelle 7:** Geschlechterverteilung der Probanden

## **3.2 Untersuchte Zähne**

Bei 1024 Probanden sind insgesamt 32768 Zähne untersucht worden, dies ergibt bei fünf Zahnflächen pro Zahn eine Anzahl von 163840 Zahnflächen.

Betrachtet man zunächst die Anzahl aller noch in den einzelnen Altersstufen vorhandenen Zähne fällt die hohe Anzahl der noch vorhandenen Zähne – unabhängig vom jeweiligen Alter – auf. Dies bedeutet nicht, dass die natürlichen Zähne wirklich alle vorhanden sind; Es sind in der Tabelle 3.5. auch die Zähne erfasst, die prothetisch (durch Brückenglieder, Prothesen oder Implantate) ersetzt wurden.

### **3.2.1 Zahnstatus pro Altersstufe**

Der Zahnverlust nimmt mit zunehmendem Alter zu, es wurde daher auch untersucht, wie viele Zähne in den einzelnen Altersstufen noch vorhanden bzw. durch prothetische Maßnahmen ersetzt waren.

Dabei spielte es keine Rolle, ob der Zahn durch eine Prothese, eine Brücke oder ein Implantat ersetzt wurde.

<b>Altersstufe</b>	<b>Menge der vorhandenen/ersetzten Zähne in Prozent</b>
<b>1</b>	90
<b>2</b>	88
<b>3</b>	89
<b>4</b>	88
<b>5</b>	87
<b>6</b>	82

**Tabelle 8:** Vorhandene Zähne pro Altersstufe in Prozent

In Tabelle 9 und 10 wird beschrieben, welche Zähne in welcher Häufigkeit pro Altersstufe bei den Probanden noch vorhanden waren und wie viele Zähne pro Altersstufe insgesamt vorlagen.

	<b>AS 1</b>	<b>AS 2</b>	<b>AS 3</b>	<b>AS 4</b>	<b>AS 5</b>	<b>AS 6</b>
<b>Probanden/AS</b>	18	489	290	170	50	7
<b>Zähne gesamt</b>	288	7824	4640	2720	800	112
<b>Zahn 18</b>	5	139	76	40	16	3
<b>Zahn 17</b>	18	467	283	166	48	6
<b>Zahn 16</b>	17	479	277	165	50	7
<b>Zahn 15</b>	18	477	287	167	50	6
<b>Zahn 14</b>	17	433	263	156	45	4
<b>Zahn 13</b>	18	489	290	169	50	7
<b>Zahn 12</b>	18	487	289	169	50	7
<b>Zahn 11</b>	18	489	290	170	50	7
<b>Zahn 21</b>	18	487	290	170	50	7
<b>Zahn 22</b>	18	487	289	169	50	7
<b>Zahn 23</b>	18	489	290	169	50	7
<b>Zahn 24</b>	17	439	264	153	44	5
<b>Zahn 25</b>	18	477	286	166	48	7
<b>Zahn 26</b>	18	477	279	166	49	6
<b>Zahn 27</b>	18	460	275	163	48	5
<b>Zahn 28</b>	9	148	84	36	17	1

**Tabelle 9:** Häufigkeit der Zähne pro Altersstufe im Oberkiefer

	<b>AS 1</b>	<b>AS 2</b>	<b>AS 3</b>	<b>AS 4</b>	<b>AS 5</b>	<b>AS 6</b>
<b>Probanden/AS</b>	18	489	290	170	50	7
<b>Zähne gesamt</b>	288	7824	4640	2720	800	112
<b>Zahn 38</b>	9	146	80	43	19	1
<b>Zahn 37</b>	17	466	277	165	48	6
<b>Zahn 36</b>	17	458	277	156	45	7
<b>Zahn 35</b>	17	481	283	163	50	50
<b>Zahn 34</b>	17	456	272	155	47	6
<b>Zahn 33</b>	18	488	290	170	50	7
<b>Zahn 32</b>	18	487	290	170	50	7
<b>Zahn 31</b>	18	487	290	170	50	7
<b>Zahn 41</b>	17	487	289	170	50	7
<b>Zahn 42</b>	18	486	290	170	50	7
<b>Zahn 43</b>	18	488	290	170	50	7
<b>Zahn 44</b>	18	452	270	155	47	6
<b>Zahn 45</b>	15	480	283	166	49	7
<b>Zahn 46</b>	18	469	279	161	48	5
<b>Zahn 47</b>	16	468	282	166	47	7
<b>Zahn 48</b>	5	149	77	46	14	3

**Tabelle 10:** Häufigkeit der Zähne pro Altersstufe im Unterkiefer

In diesen Tabellen ist zu erkennen, dass Frontzähne nahezu immer vorhanden sind, d. h. dass diese Zähne auch den höchsten prothetischen Stellenwert aufweisen. Lediglich die seitlichen Schneidezähne fehlen in ganz wenigen Fällen; Das liegt oft an der Nichtanlage dieser Zähne. In solchen Fällen wird meist der Eckzahn als Ersatz kieferorthopädisch eingegliedert.

Vor jeglicher Auswertung stellt sich die Frage welcher Befund denn überhaupt vorliegt. Es wird daher zunächst der Befund des kompletten Zahnes tabellarisch und graphisch aufgelistet. Die Differenzierung der einzelnen Zahnflächen folgt im Verlauf.

### 3.3 Der allgemeine Zahnbefund

Die Katalogisierung des allgemeinen Zahnbefundes erfolgte anhand allgemeiner Parameter, welche die komplette Zahnkrone beschreiben. Es werden daher in diesem Zusammenhang noch keine Materialien aufgeführt, da diese in unterschiedlicher Form und Menge pro Zahn auftreten können, die Erfassung dieser Merkmale erfolgt bei den Zahnflächenbefunden.

Bei der Betrachtung der Befunde fällt auf, dass generell die Frontzähne den geringsten Versorgungsgrad aufweisen, dies stellt sich im Unterkiefer noch stärker ausgeprägt dar. Ursache ist sicherlich die bessere Pflegbarkeit dieser Zahngruppe sowie im Unterkiefer die hohe Remineralisation der Zähne durch den dort mündenden Ausführungsgang der Glandula submandibularis. Die am häufigsten fehlenden Zähne sind die Weisheitszähne, die meisten Kronenversorgungen liegen im Bereich der oberen und unteren 6er vor: diese Zähne brechen als 6-Jahres-Molar als erste bleibende Zähne im Wechselgebiss durch und sind somit den Belastungen des stomatognathen Systems am längsten ausgesetzt. Dies erklärt auch die hohe Anzahl an Füllungen im Seitenzahnbereich.

Zahn	Physiologisch	Karies	Insuff. Versorgung	Zahn fehlt	Füllung	Krone	Brückenglied/ersatzter Zahn	Teilkrone	Zahn im Durchbruch
18	148	36	9	745	57	6	0	1	22
17	255	41	34	36	463	125	12	58	0
16	159	29	43	29	479	137	51	97	0
15	456	36	14	19	319	100	43	37	0
14	498	34	9	106	233	84	27	33	0
13	852	15	6	1	73	63	9	5	0
12	763	15	8	4	126	74	31	3	0
11	724	26	13	0	136	99	22	4	0
21	732	28	17	2	120	97	23	5	0
22	771	25	9	4	103	79	29	4	0
23	868	20	3	0	65	54	12	2	0
24	515	25	15	102	232	72	28	35	0
25	495	28	23	22	272	101	35	48	0
26	176	22	28	29	479	133	53	104	0
27	275	48	22	55	431	115	14	64	0
28	170	45	8	729	42	7	1	0	22

**Tabelle 11:** Häufigkeit des allgemeinen Zahnbefundes im Oberkiefer

Zahn	Physiologisch	Karies	Insuff. Versorgung	Zahn fehlt	Füllung	Krone	Brückenglied/ ersetzter Zahn	Teilkrone	Zahn im Durchbruch
38	111	20	7	726	66	17	0	5	72
37	212	40	32	45	465	143	18	69	0
36	157	28	44	60	414	151	81	89	0
35	585	27	14	23	212	98	28	37	0
34	802	9	4	70	70	53	4	12	0
33	985	4	1	1	12	16	3	2	0
32	997	3	0	2	4	11	7	0	0
31	992	5	1	2	7	9	8	0	0
41	983	2	2	4	9	12	11	1	0
42	989	5	0	3	8	9	9	1	0
43	972	5	0	1	18	25	0	3	0
44	762	13	6	76	85	52	10	20	0
45	574	27	17	24	206	106	27	43	0
46	138	28	38	44	448	153	77	98	0
47	225	50	36	38	446	139	24	66	0
48	110	28	3	730	64	21	0	4	64

**Tabelle 12:** Häufigkeit des allgemeinen Zahnbefundes im Unterkiefer

Wenn man die Zähne hinsichtlich ihrer Versorgungen katalogisiert, kann mit einer graphischen Darstellung die entsprechende Verteilung besser dargestellt werden. In den folgenden Abbildungen sind daher die jeweiligen Versorgungen der Ober- und Unterkiefer aufgeführt.

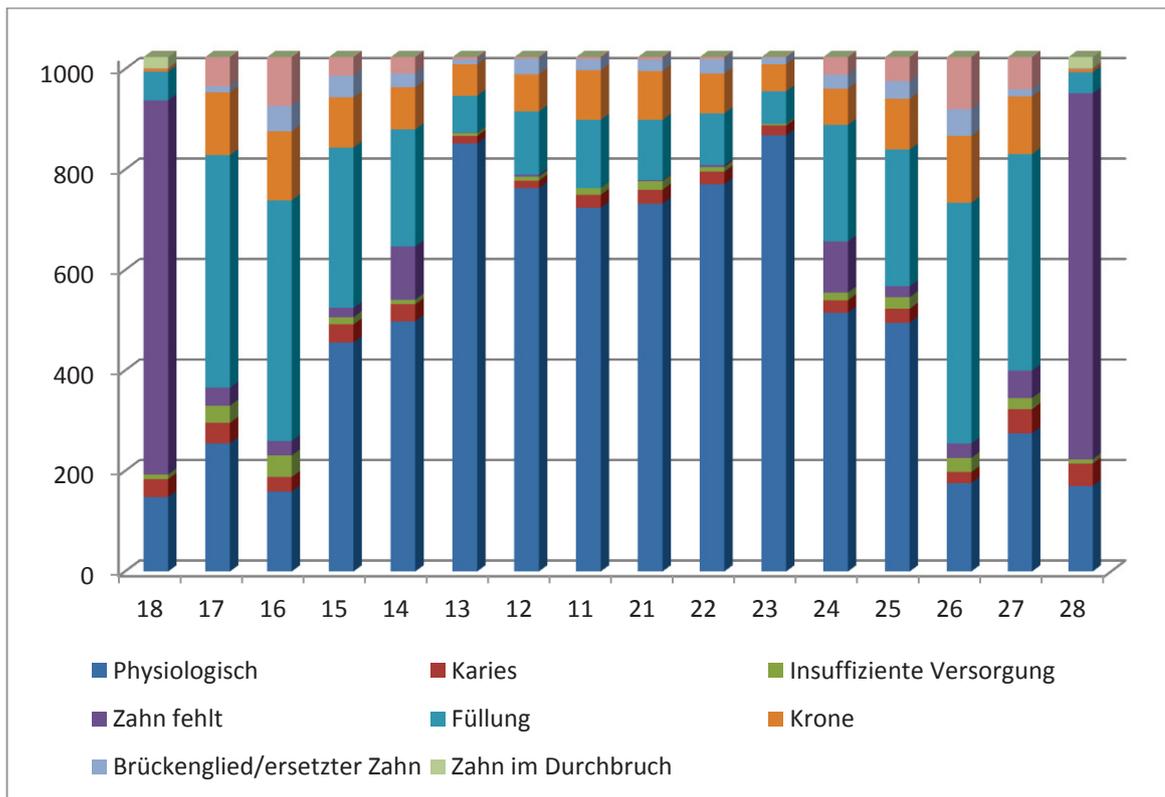


Abb. 5: Die Versorgungen im Oberkiefer

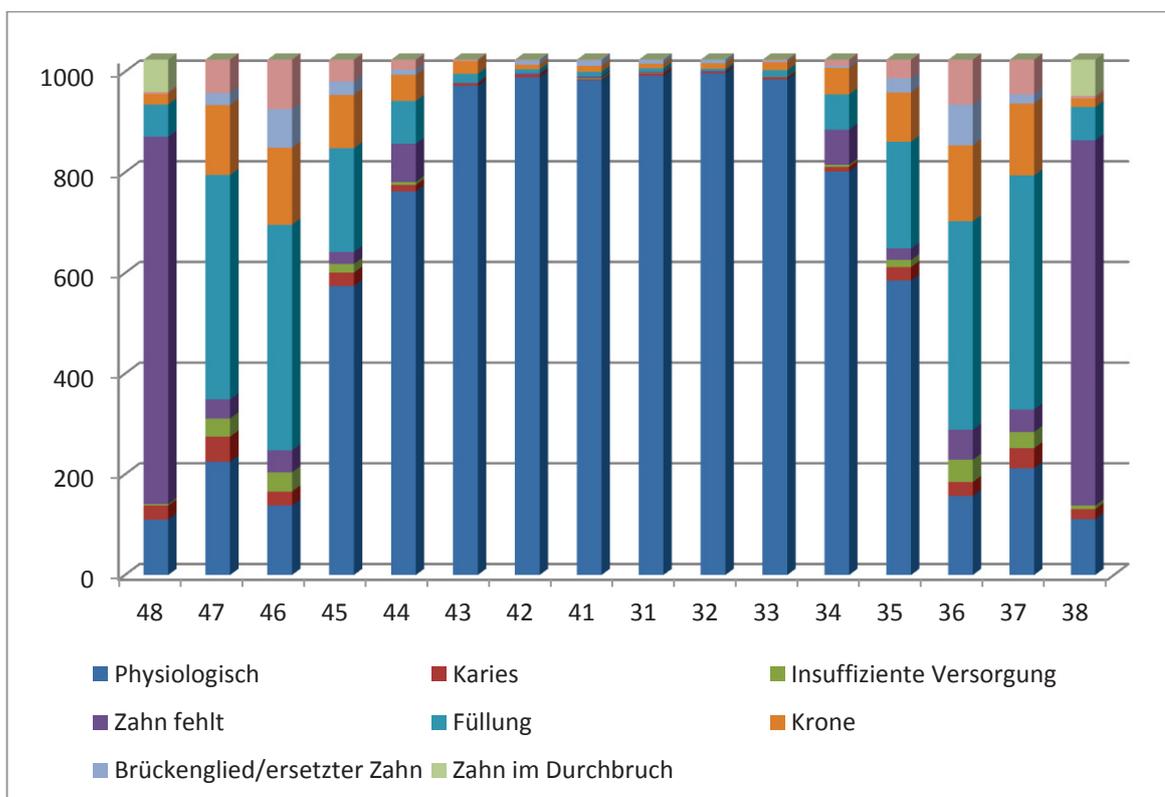


Abb. 6: Die Versorgungen im Unterkiefer

### 3.4 Der spezielle Zahnbefund pro Zahnfläche

Eine genaue graphische oder tabellarische Aufschlüsselung der Zahnflächenbefunde würde extrem unübersichtlich sein. In den nachfolgenden Graphiken/Tabellen werden daher die Materialien, die in Summe pro Proband/pro Altersstufe auftraten, gemeinsam aufgeführt und verglichen.

#### 3.4.1 Versorgung der einzelnen Zähne in den verschiedenen Altersgruppen

Bei der Betrachtung der einzelnen Materialverwendungen innerhalb der Altersgruppen zeigt sich eine relativ homogene Verteilung der untersuchten Materialien. Das folgende Diagramm zeigt die Materialverteilung unter Berücksichtigung aller Zähne.

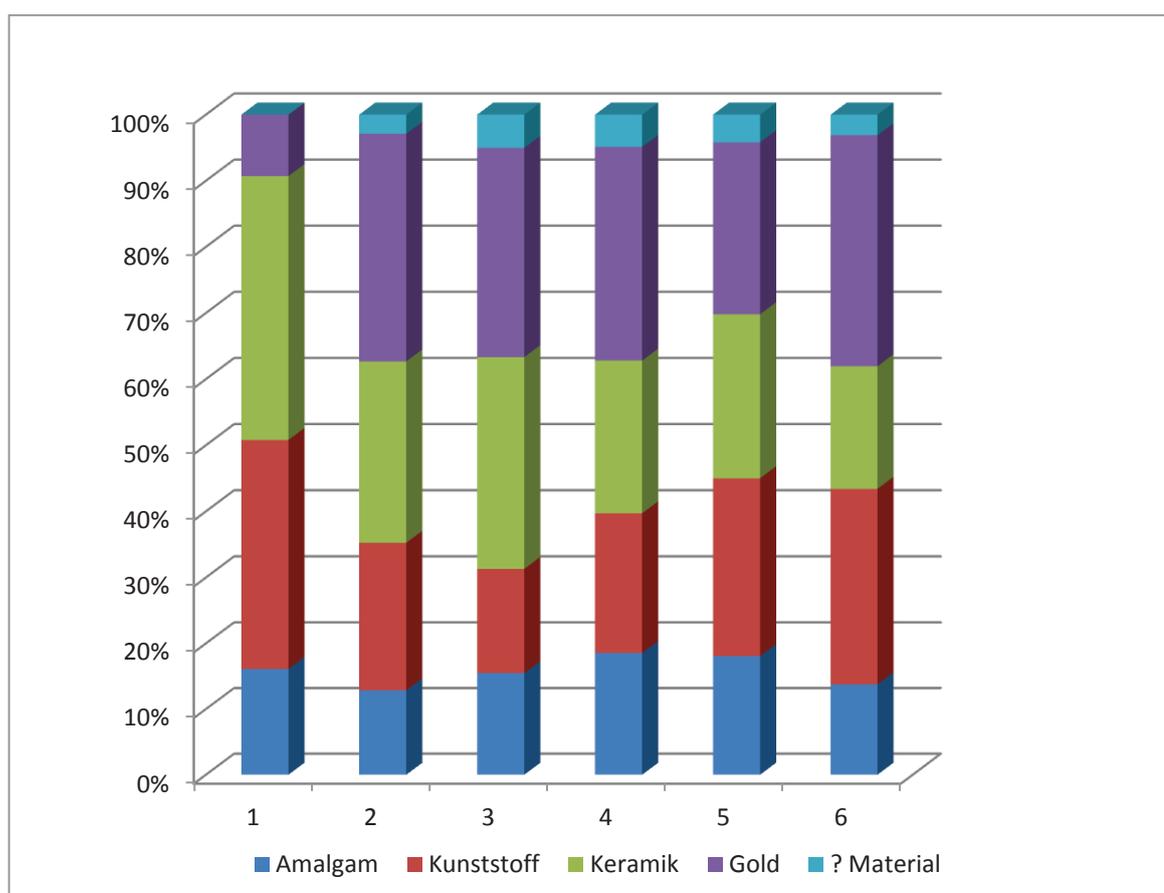


Abb. 7: Materialverteilung innerhalb der Altersstufen

Interessant ist in diesem Zusammenhang, dass der Anteil an Amalgamversorgungen lediglich in der Altersstufe 3 nahezu identisch mit den Kunststofffüllungen ist. Der Anstieg der Kunststofffüllungen in den älteren Altersstufen liegt vermutlich im Austausch insuffizienter Amalgamrestorationen, dann allerdings mit dem Werkstoff Kunststoff. Dies erklärt auch den hohen Anteil an Kunststoff- und Keramikrestorationen bei den jugendlichen Patienten der AS 1: Der Wunsch nach zahnfarbener Restauration steigt scheinbar massiv an.

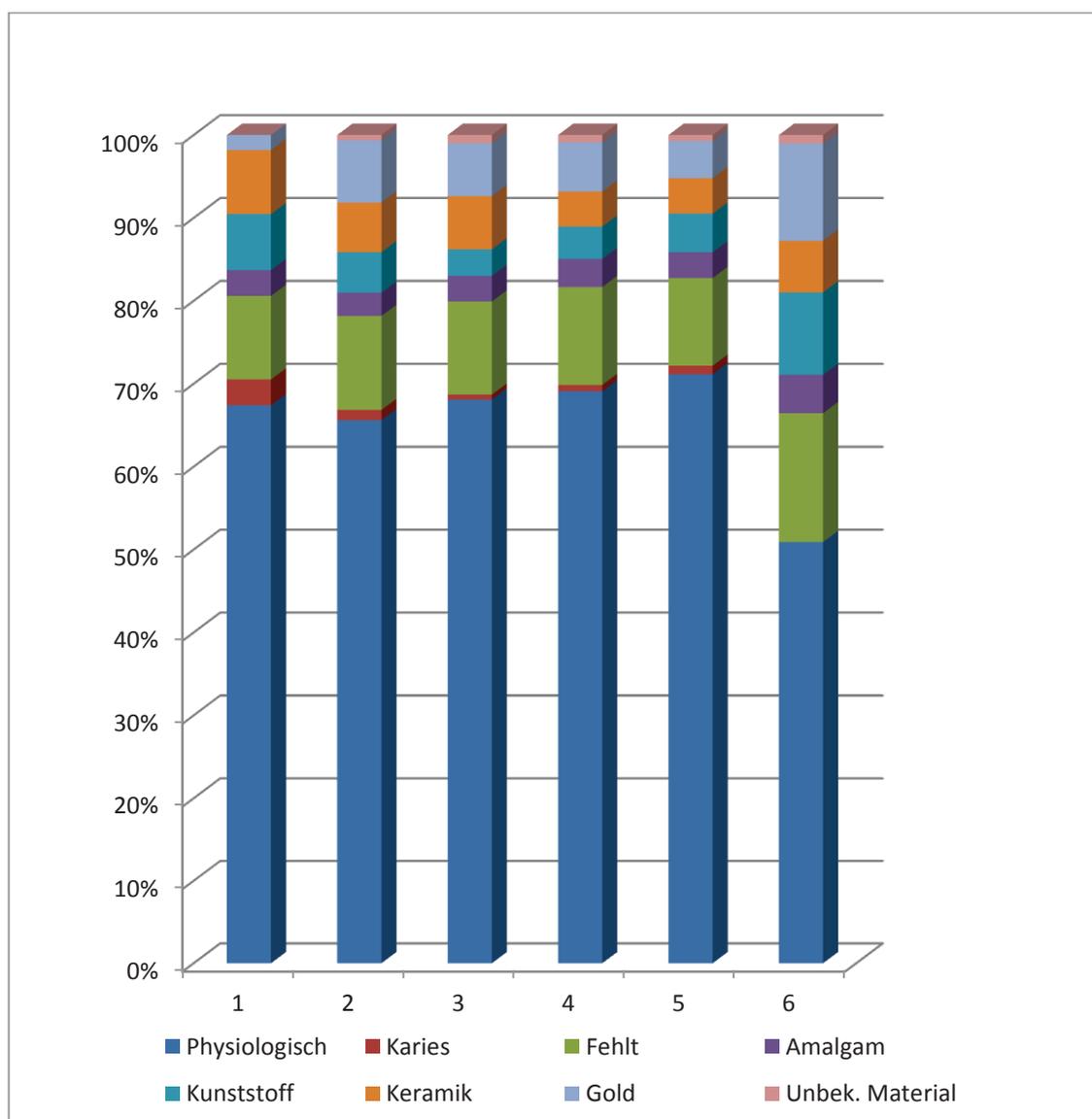
Um ein noch genaueres Bild dieser Verteilung zu erhalten, kann man diese Daten um die Aufschlüsselung der einzelnen Zahnfläche pro Altersstufe ergänzen, dann ergibt sich folgende Tabelle:

AS	Physiologisch	Karies	Zahn fehlt	Amalgam	Kunststoff	Keramik	Gold	Unbekanntes Material
1	1941	90	290	90	169	223	52	0
2	51439	963	8891	2203	3826	4693	5895	324
3	31694	276	5225	1447	1481	2995	2962	320
4	18858	208	3222	936	1053	1148	1607	168
5	5691	84	845	241	380	350	367	42
6	573	0	175	52	112	70	132	6

**Tabelle 12:** Anzahl der Zahnflächenbefunde pro Altersstufe

Zum Testen, ob sich die Verteilung der Zahnfüllungen Amalgam, Kunststoff, Keramik, Gold zwischen den Altersgruppen unterscheiden, wurde Pearsons  $\chi^2$ -Test verwendet. Dieser Test ergab ein höchstsignifikantes Ergebnis. Teststatistik: 578.62; p-Wert  $< 2.2 \times 10^{-16}$  (ähnliches gilt, wenn man das unbekannte Material noch hinzunimmt).

In der folgend aufgeführten Darstellung (Abb. 8) der prozentualen Verteilung wird deutlich, dass der Großteil der Zähne – also die Zahl der Zahnflächen pro Zahnphysiologisch ist. Dies ist in der höchsten Altersstufe am wenigsten ausgeprägt. Die Verteilung der verwendeten Werkstoffe zeigt sich ebenso homogen wie die Anzahl der fehlenden Zähne.



**Abb. 8:** Prozentuale Verteilung der Zahnflächenbefunde pro Altersstufe

### 3.4.2 Die Prävalenz des individuellen Zahnbefunds

Nach der Betrachtung der einzelnen Zahnbefunde soll nun aufgeschlüsselt werden, wie häufig der einzelne, also individuelle Zahnbefund vorkommt. Der 32-stellige allgemeine Zahncode wurde daher ebenso wie der deutlich spezifischere 160-stellige Zahnflächencode mittels Statistikprogramm gegeneinander abgeglichen.

Bei dem generellen Zahncode wurden von 1024 Befunden 977 individuelle und somit eindeutige Befunde generiert. Im Umkehrschluss bedeutet dies allerdings auch, dass 47 Probanden demnach nicht eindeutig identifizierbar waren. Wären die Weisheitszähne

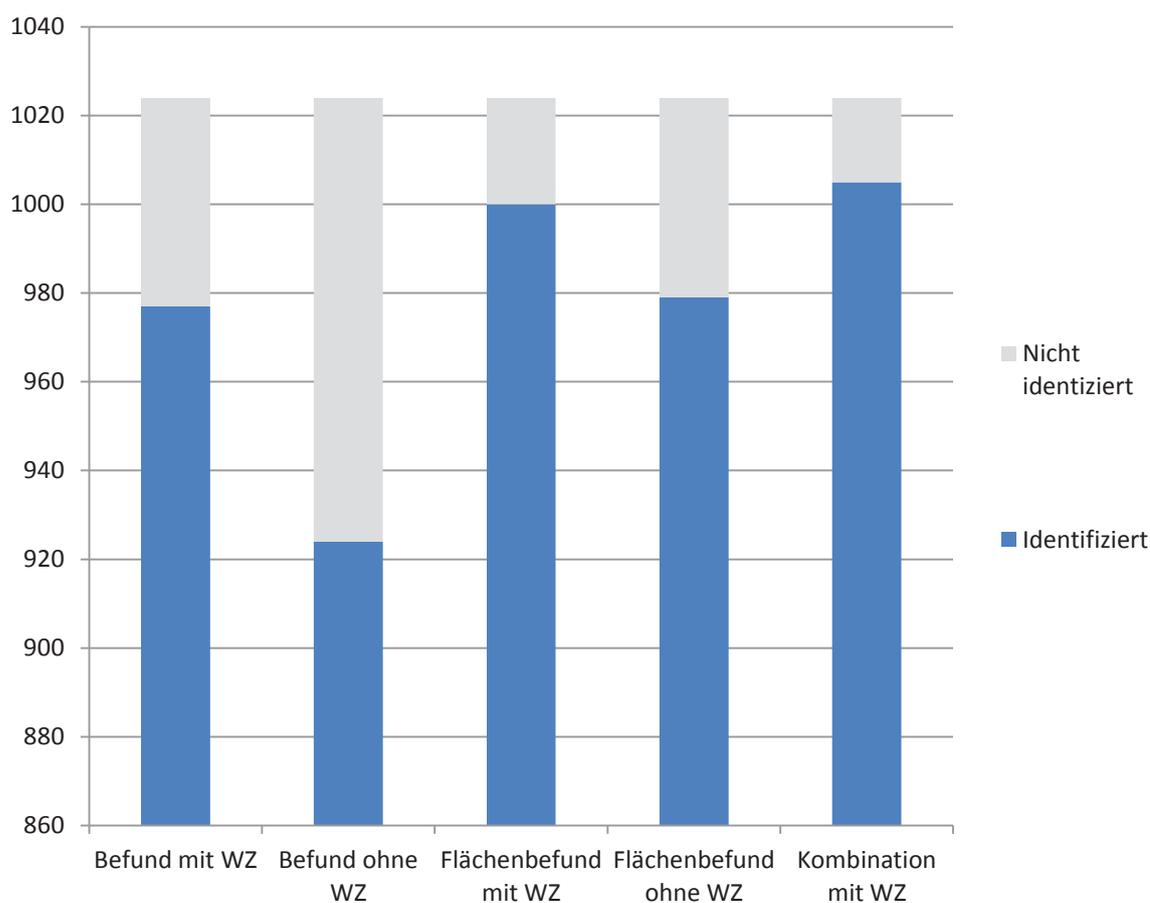
nicht in diesen Code berücksichtigt worden (also ein 28-stelliger Zahlencode), ergäben sich sogar 100 nichtidentifizierbare Probanden.

Der längere Zahlencode mit Einbeziehung der einzelnen Zahnfläche ergab 1000 individuelle Befunde, folglich 24 nichtindividuelle Befunde und somit 24 nichtidentifizierbare Probanden. Ohne Weisheitszähne würde sich der Wert der individuellen Befunde auf 979 reduzieren und der Anteil der nichtidentifizierbaren Probanden auf 45 steigen.

Kombiniert man beide Verfahren erhält man 1005 individuelle Befunde und somit 19 nicht identifizierte Probanden.

Somit besteht die Verbesserung von der Verwendung vom Zahnflächenbefund zur Kombination Zahnbefund und Zahnflächenbefund in nur fünf weiteren eindeutig identifizierten Personen.

Die Ergebnisse beider Gruppen sind in Abbildung 9 dargestellt.



**Abb. 9:** Anzahl der individuellen und nichtindividuellen Befunde.

„Flächenbefund ohne WZ“ bedeutet in diesem Fall, dass die Weisheitszähne weder befundet noch in die Auswertung mit einbezogen wurden. Da die Anzahl der Merkmale dadurch deutlich reduziert wird, ist auch die Identifizierungsrate geringer. Es macht also Sinn, auch den fehlenden Weisheitszahn als Merkmal mit in die Auswertung einzubeziehen.

Es gilt nun darzustellen, ob eine Kombination der beiden Befundprozesse tatsächlich eine signifikante Verbesserung der Identifizierungsrate bewirkt. Standardmäßig können solche Gruppen nicht verglichen werden

Der erste Identifizierungsprozess beinhaltet die Verwendung des allgemeinen Zahncodes, der Zweite verwendet die Genauigkeit der einzelnen Zahnflächen. Es müssen also zwei unterschiedliche Verfahren mit auch unterschiedlichen Ansätzen verglichen werden. Diese verbundenen Stichproben (1.: Identifikation mittels Zahncode, 2.: Identifikation mittels der Kombination aus Zahncode *und* Zahnflächencode) weisen dichotome Merkmale auf und können durch Statistikttests ausgewertet werden. Ein möglicher Test zum Vergleich verschiedener Verfahren ist der McNemar Test, der in diesem Fall die beiden Identifizierungsmethoden innerhalb der Probanden vergleicht.

Die Anzahl der Probanden mit einer Nichtübereinstimmung der Identifizierungen durch Verwendung des Zahnflächencodes bzw. der Kombination aus Zahnflächenbefund und Zahnbefund beträgt -unter Missachtung der Gruppe mit ausschließlicher Zahnflächenverwendung und allgemeiner Zahnverwendung- lediglich 5 Probanden. Da dieser Wert sehr niedrig ist, sollte daher anstelle des o. a. McNemar-Tests, der den p-Wert nur approximativ berechnet, besser der äquivalente Binominaltest zur Anwendung kommen, bei dem die Testentscheidung basierend auf der exakten Binomialverteilung getroffen wird. Dieser exakte Binominaltest ermöglicht es darüber hinaus einseitig zu testen, so dass beurteilt werden kann, ob der kombinierte Befund zu einer signifikanten Verbesserung im Vergleich zum Zahnflächencode führt.

Führt man diesen einseitigen Binomialtest durch erhält man einen p-Wert von 0,03125.

Die 19 nicht identifizierbaren Probanden stellen mit einer Nichtidentifizierungsrate von gerade mal 1,85 % einen sehr kleinen Teil dar. Der

Zahnstatus dieser Probanden war also nicht einmalig. Alle nichtidentifizierbaren Probanden wiesen ähnliche Befunde auf, es zeigte sich, dass die 19 nicht identifizierbaren Probanden sechs verschiedene Zahnstatus aufwiesen (bestehend aus 32 Zähnen):

Anzahl der Probanden	Code
8	3000000000000000000000330000000000000003
3	3440000000000000044334400000000000443
2	3000000000000000000000390000000000000009
2	30000000000000000403300000000000000003
2	3000300000003000330000000000000003
2	3000300000003040330000000000000003

**Tabelle 14:** Der Befund der nichtidentifizierbaren Probanden

Die 8 Probanden in der ersten Zeile beispielsweise hatten alle keine Weisheitszähne mehr: diese wurden als fehlend (Codewert „3“) befundet und natürlich in die Auswertung mit einbezogen, der Wert „0“ bezeichnet physiologische Zähne.

Die Probanden der zweite Zeile wiesen alle Füllungen (Codewert „4“) in den oberen und unteren Molaren (Zähne 16, 17, 26, 27, 36, 37, 46, 47) auf. Über den generellen Zahncode sind diese Befunde nicht weiter verifizierbar. Betrachtet man diese Probanden im speziellen Zahlencode, so zeigt sich, dass es sich bei den Füllungen in den Molaren um einflächige, okklusale Kunststofffüllungen handelt. Der Befund dieser Probanden ist bis auf das kleinste Detail gleich. Diese Personen hätten bei einem Schadensereignis mit Hilfe anderer Verfahren bzw. mit Unterstützung anderer Identifizierungsverfahren identifiziert werden müssen.

### 3.4.3 Reduktion der Anzahl betrachteter Zähne

Es stellt sich auch die Frage, ob man bestimmte Zähne weglassen kann, ohne dass man bei der Eindeutigkeit der Identifizierung viel verliert. Gibt es also Zähne, die zur eindeutigen Identifizierung nicht gebraucht werden?

Werden in diesem Zusammenhang bestimmte Zähne verglichen bzw. gefiltert, so zeigen sich in der vorliegenden Probandengruppe mehrere Zähne, die überhaupt keinen Einfluss auf die Identifizierungsquote haben: Die Frontzähne 22, 32, und 31, die Eckzähne 33 und 43 sowie die Prämolaren 24 und 34 könnten bei den vorliegenden Probanden vernachlässigt werden ohne eine Veränderung der Anzahl der eindeutig identifizierten Probanden zu erhalten.

Ignoriert man zusätzlich die Eckzähne 13 und 23 und die Prämolaren 14, 35 und 45, erhält man mit dem kombinierten Befund eine eindeutige Identifizierung aller 1005 Personen, die man auch basierend auf den 32 Zähnen mit kombinierten Befund eindeutig identifiziert hätte. Dies gilt allerdings nur bei Verwendung des kombinierten Befundes. Betrachtet man beide Prozesse einzeln, so werden durch Nichtbetrachtung dieser insgesamt 12 Zähne nur noch 955 (anstelle von 977) bzw. 996 (anstelle von 1000) Personen durch den Zahnbefund bzw. Zahnflächenbefund eindeutig identifiziert. Weitere einzelne Zähne können ebenfalls ignoriert werden ohne größere Verluste der Identifizierungssicherheit zu erhalten. Beispielsweise würde die Nichtbeachtung der Zähne 15, 41, 44 oder 48 eine Identifizierungsrate von 1004 Probanden bewirken, die auch mittels kombinierten Befund unter Berücksichtigung aller Zähne identifiziert worden wären.

Es können noch einige andere Zähne einzeln weggelassen werden, ohne größere Verluste in der eindeutigen Identifizierbarkeit zu erzielen. Allerdings wird die Anzahl der eindeutig identifizierten Personen dann immer kleiner als 1005 und somit ungenauer als bei Verwendung aller Zähne sein sein.

## 4. Diskussion

---

Schon im alten Rom wurden Leichen anhand ihres Zahnstatus identifiziert (Sweet, 2001). In der heutigen Zeit finden Identifizierungen basierend auf drei forensischen Säulen statt:

Die erste Säule besteht in der vergleichenden zahnärztlichen Identifizierung, basierend auf dem ante- und postmortem Vergleich. Die zweite Säule beinhaltet die rekonstruierende postmortale Profilierung (Hinweise auf Alter, Herkunft und Geschlecht des Opfers anhand von Zahn- und Schädelmerkmalen) und die dritte die DNA-unterstützte Identifizierung anhand oraler Strukturen und Gewebe. (Sweet, 2001). Ergänzend zur Leichenschau sind noch die Identifizierung von Implantaten (Chargennummer/ Individualnummer) sowie die Erfassung zu Lebzeiten erfolgter Operationen anzuführen. Bei oder an der Leiche gefundene Asservate wie Kleidung oder Ausweispapiere sind in aller Regel als unsicher zu bezeichnen.

Ziel der vorgelegten Studie war es, einen Vergleich zu erstellen, ob die detaillierte Erfassung des Zahnstatus im Falle eines Identifizierungsbedarfs notwendig ist, oder ob vielleicht nur die Groberfassung des einzelnen Zahnes aufgrund der auch dann vorliegenden hohen Spezifität nicht sogar ausreicht. Durch die Verwendung eines Binominalkoeffizienten kann man errechnen wie viele Möglichkeiten es gibt,  $k$  Objekte aus  $n$  Objekten auszuwählen oder  $k$  Objekte auf  $n$  Plätze zu verteilen. In diesem Fall könnte man also die Kombination verschiedener Zahncharakteristika aus einer bestimmten Anzahl von Zähnen berechnen. Hierbei spielt die Reihenfolge der Untersuchung keine Rolle. Es ist also egal, wenn man  $n$  Zähne hat, welchen Zahn man zuerst befundet, welchen als zweites usw. Spielt die Reihenfolge demnach keine Rolle, gibt es  $k!=1*2*3*...*k$  Möglichkeiten für die Befundung. Bei verschiedenen Merkmalen können so mittels  $k$  und  $n$  die Anzahl der Möglichkeiten errechnet werden, die durch diese Parameter vorliegen. Dies führt zum Binomialkoeffizienten

$$\binom{n}{k} = \frac{n!}{k!(n-k)!}$$

So kann man ausrechnen, wie bestimmte Parameter einander zugeordnet werden können: Wenn beispielsweise bei einem Unfall eine bestimmte Anzahl von Zähnen gefunden wurde (beispielsweise  $n=7$ ) und man vier Opfer geborgen hat ( $k=4$ ) ergeben sich  $4^7 = 16384$  mögliche Zuordnungen, da jeder Zahn zu einer der 4 Personen gehören kann. Somit gibt es 4 Möglichkeiten den ersten Zahn zuzuordnen, 4 Möglichkeiten den zweiten. Zahn zuzuordnen usw., so dass es  $4 * 4 * 4 * 4 * 4 * 4 * 4$  Möglichkeiten gibt, die 7 Zähne den 4 Personen zuzuordnen.

Bei einem weiteren Beispiel wird deutlich, wie selbst mit wenigen Merkmalen viele Kombinationsvarianten vorliegen können: Wenn bei einem Ereignis sieben Leichen gefunden werden, deren Geschlecht man aufgrund des Zustandes der Leichen primär nicht bestimmen kann (z. B. zu stark verbrannt, fortgeschrittener Verwesungszustand), gleichzeitig aber die Information vorliegt, es handelt sich um vier weibliche und um drei männliche Personen, gibt es rein rechnerisch 35 Möglichkeiten, den sieben Leichen zufällig ein Geschlecht zuzuordnen:

$$\binom{n}{k} = \frac{n!}{k!(n-k)!} = \binom{7}{4} = 35$$

Wenn man nun hingegen die einzelne Zahnfläche bei einem bestimmten Schadensfall betrachtet, ergeben sich bereits sehr hohe Werte und damit eine höhere Spezifität.

Beispiel 3:

Es werden  $n = 15$  gefüllte Zahnflächen an insgesamt  $k = 24$  vorhandenen Zähnen (entspricht 120 Zahnflächen) befundet. Es gilt jetzt:

$$120!/(120 - 15)! = 120!/115! \approx 6,2 \times 10^{30}$$

Es gilt dabei zu beachten, dass in diesem Fall die Reihenfolge der 15 Flächen eine Rolle spielen müsste, bzw. keine strikte Zuordnung dieser 15 Flächen zu lediglich drei Zähnen gemeint ist. Da aber alle Flächen in die Auswertung miteinbezogen werden

sollen, und somit die Reihenfolge der Auswertung unerheblich ist, muss dieser Wert noch durch 15! Geteilt werden:

$$120!/(15! * (120-15)!) = 4,73 \times 10^{18}.$$

Diese Zahlen verdeutlichen die hohe Anzahl möglicher Kombinationen selbst beim Vorliegen scheinbar weniger erfassbarer Daten.

Jetzt können bei einem menschlichen Gebiss natürlich 160 Flächen berücksichtigt werden, man sollte daher annehmen, dass bei dieser hohen Anzahl von Merkmalsmöglichkeiten eine eindeutige Zuordnung möglich ist. Man muss jedoch bedenken, dass nicht alle Merkmale gleich häufig ausgeprägt sind.

Es gibt Merkmale die sehr häufig vorkommen (z. b. Füllungen, Zahn ist gesund), andererseits manche Merkmale relativ selten sind (beispielsweise Kronen auf Weisheitszähnen). Der erste Molar weist die größte Variabilität an Füllungen in der Betrachtung einzelner Merkmale auf und sollte hinsichtlich möglicher Identifizierungen besonders betrachtet werden (Berketa, James und Lake, 2012).

Natürlich stellt sich die Frage inwieweit der Zahnstatus zur Identität eines Leichnams beitragen kann, wenn wenige oder gar keine Zähne mehr vorliegen. In dieser Situation kann der Zahnstatus dann nur unterstützend die Identität belegen, hier sind weitere Identifizierungsmaßnahmen erforderlich. Die Zahnlosigkeit in der Altersgruppe 25 - 74 stagnierte allerdings von 19 % im Jahre 1975 zu 8 % 1989 und 3 % im Jahr 1997 (Osterberg, Carlsson und Sundh, 1975-1997).

Auch in Bezug auf die Materialauswahl bei Restaurationen im menschlichen Gebiss ergeben sich ganz bestimmte Merkmale. Unterschiedliche Füllungs-materialien lassen so u. U. Rückschlüsse auf die Herkunft des Opfers zu (Kraft, Liebhardt und Lindemaier, 1991), (Lindemaier, Czarnecki und Loipfänger, 1993), (Mädebach, 1978).

Auch die Auswahl von Legierungen kann Hinweise auf die Herkunft der zu Identifizierenden geben: So werden z. B. in europäischen Staaten andere Legierungen verwendet als beispielsweise in asiatischen Staaten. Der große Vorteil der Legierungen liegt dabei auch in ihrer Beständigkeit: Nach Bränden können sie auch bei stark verbrannten Opfern häufig noch als Unterstützungmaßnahme bei Identifizierungen verwendet werden (Purves, 1975).

Bei Großschadensereignissen bzw. Massenkatastrophen treten fünf zeitliche, als DVI-Phasen bezeichnete Prozesse auf (Black, Hill 2009), (Black, Briggs 2012):

- 1: Das Szenario/Ereignis als solches
- 2: Das Ableben
- 3: Das Erfassen der AM-Daten
- 4: PM-Abgleich und Rekonziliation und
- 5: *Debriefing*.

Dieses Verfahren hat sich gerade bei der Identifikation der Tsunami-Opfer in Thailand bewährt, wo 78,5% der dem Identifizierungskreislauf zugeführten Opfer identifiziert werden konnten (Petju, Suteerayongprasert, Thongpud und Hassiri, 2007).

Man kann jedoch nicht immer nur von Naturkatastrophen bzw. Verkehrsunfällen als Ursache für forensische Verfahren ausgehen. Neben terroristischen Anschlägen kommen auch weitere kriminelle Handlungen in Frage: Neben Massenmorden an der Bevölkerung bei bewaffneten Konflikten kommen auch Tötungsdelikte im kriminalistischen Alltag mit zu identifizierenden Opfer vor (Pereira, Santos 2013).

Im Rahmen der Identifizierungen von unbekanntem Opfern gibt es deswegen einen großen Bedarf an standardisierten Verfahren (Chomdej, Pankaow und Choychumroon, 2006), (Valenzuela, Heras, Marques, Exposito und Bohoyo, 2000). Gerade bei Massenkatastrophen gilt es innerhalb kürzester Zeit u. U. hohe Opferzahlen identifizieren zu können. Die z. Z. bei Großschadensereignissen angewandte Software „PlassData“ wurde von Interpol als Standardsoftware festgelegt und vergleicht antemortale mit postmortalen Daten und bietet dem Forensiker Vorschläge der Übereinstimmung an.

Diese Software erfasst neben allgemeiner körperlicher Merkmale auch den Zahnstatus. Dabei werden alle Zähne untersucht und bei Restaurationen auch Zahnflächen genau beschrieben. Hier zeigt sich daher der Bedarf einer genauen Befundung: Jeder postmortale Befund kann nur sinnvoll verglichen werden, wenn auch der antemortale Befund entsprechend genau dokumentiert wurde, denn ohne Restaurationen gestaltet sich die Identifizierung generell schwierig (Nelson, 2007).

Die Individualität des einzelnen Zahnstatus wird häufig noch durch charakteristische Angewohnheiten verstärkt: Bei Pfeifenrauchern oder auch

Blasmusikern finden sich spezielle Abrasionen die eine Zuordnung neben allgemeinen Merkmalen unterstützen (Phillips, 2001).

Allerdings gibt es auch Zahnbefunde, die keinen großen forensischen Wert haben: Die Zahnfarbe beispielsweise variiert im Laufe eines Lebens derart, dass eine sichere Zuordnung nicht möglich ist (Schübel und Seichter, 1980). Durch traumatische Umstände (beispielsweise bei Brandleichen) können die Zähne derart verändert werden, dass eine Charakterisierung über die Farbe ausfällt, hier können jedoch andere Befunde, wie Legierungen oder Füllungsmaterialien hilfreich sein, um genügend Identifizierungspunkte zu erlangen. Rein statistisch werden 12 sichere Identifizierungsmerkmale benötigt (Keiser-Nilsen, 1966). Andere Autoren geben zu bedenken, dass u. U. auch weniger als 12 Punkte sicher zur Identifizierung beitragen können (Phillips, 1983).

Bei Kindern oder zahnlosen Menschen sollte der Zahnbefund nur als unterstützendes Merkmal verwendet werden: Bei Kleinkindern kann aufgrund des Wechselcharakters des Gebisses nur bedingt auf den Zahnstatus als Identifizierungsmerkmal zurückgegriffen werden. In Abbildung 10 ist der Kiefer eines Kleinkindes zu erkennen, solche Befunde sind antemortal nicht erhebbar.



**Abb. 10:** Foto eines exartikulierten Unterkiefers eines Kleinkindes



**Abb 11:** Foto der Aufsicht auf die Kiefer eines ca. 8-jährigen Jungen

Abbildung 10 und 11 zeigen die Kiefer eines Kleinkindes und eines ca. 8-9 jährigen Kindes im aktuellen Wechselstadium. Sollte dieses Kind nicht unmittelbar prä mortal zahnärztlich mit entsprechender Dokumentation untersucht worden sein, wird eine Identifizierung anhand der Zähne schwierig.

In Anbetracht der immer besser werdenden zahnärztlichen Versorgung/Prophylaxe muss ein Augenmerk auf jedes Zahnbefunddetail gelegt werden, denn v. a. die heutige Altersgruppe von 18-35 Jahren weist immer weniger pathologische Zahnbefunde auf, dokumentiert sind diese in den sogenannten DMFT/DMFS-Indices. Diese epidemiologischen Untersuchungsverfahren sind sinnvoll zur Beschreibung der Prävalenz von Karies und Füllungsmaterialien, gehen aber nicht auf deren detaillierte Verteilung ein. (Albertini, 1997). Darum wurde in dieser Studie die genaue Verteilung erfasst und gegeneinander abgeglichen. Es hat sich dabei gezeigt, dass durch die Detailerfassung des Befundes mehr Personen in der Vergleichsgruppe identifiziert werden konnten.

Das verwendete Material läßt dabei auch Rückschlüsse auf das Alter zu: In Abbildung 7 zeigt sich beispielsweise, dass bei jungen Menschen mehr zahnfarbene Materialien verwendet werden, der Anteil an Goldrestorationen ist dabei von ca. 35% auf 10% gesunken. Dies liegt zum einen an dem Wunsch vor allem junger Patienten nach zahnfarbenen Versorgungen, zum anderen hat dies zahntechnische Hintergründe: Moderne Keramiken sind inzwischen kostengünstiger als Goldlegierungen.

In der vorliegenden Studie konnte gezeigt werden, dass durch die Kombination der Auswertung des allgemeinen Zahncodes und des detaillierteren Zahnflächenbefundes die höchste Identifizierungsrate erzielt werden konnte: Die 19 nicht eindeutigen Probanden wiesen in den Molaren kleine okklusale Füllungen auf. Dies könnten allerdings auch einfache Fissurenversiegelungen sein, die ebenfalls als Füllung bezeichnet werden. In solchen Fällen könnten lediglich die routinemäßig erstellten Röntgenbilder über die Interpretation weitergehender anatomischer Merkmale Hinweise auf die Identität geben.

Daher gehört es zum Standardprogramm der forensischen zahnärztlichen Untersuchung Röntgenbilder zu erstellen: Mädebach forderte schon 1974 eine exakte schriftliche und röntgenologische Dokumentation, ergänzt durch Photographien unter Verwendung eines zahnärztlichen Identifizierungsbogens (Mädebach, 1974).

Dies zeigt allerdings auch, dass bei der Euphorie über den Zahnstatus identifizieren zu können und zu wollen, eine Überinterpretation von Zahnbefunden vermieden werden muss (Kieser, Firth und Buckley, 2001).

Die sichere Zuordnung von Restaurationen zeigt deutliche Unterschiede bei der Verwendung verschiedener Materialien; eindeutige Materialien (z. B. Gold) sind sicherer zu bestimmen als beispielsweise silberfarbene Restaurationen. Dabei hängt die Beurteilung auch von der Erfahrung des Untersuchenden ab (Yamamoto, Ohtani, Yamazahi, Sato und Sato, 1991).

Die Studie konnte daher zeigen, dass der Zahnstatus bei Präsenz aussagekräftiger antemortaler Zahnbefunde sehr hohe Identifizierungsmöglichkeiten bietet. Dabei sollte zur Erhöhung der Präzision immer der komplette Zahnstatus unter Berücksichtigung der einzelnen Zahnfläche erhoben werden.

Die forensische Trias (rechtsmedizinische Untersuchung einschließlich DNA-Untersuchung, Fingerabdruckauswertung sowie Abgleich des Zahnbefundes) hat sich als erfolgreiches Verfahren zur Identifizierung vor allem bei Großschadensereignissen bewährt.

Es konnte weiterhin gezeigt werden, dass bei Verwendung des kompletten Zahnbefundes die Zahl der nicht möglichen Identifizierungen bei einer Anzahl von 1024 „Opfern“ von 47 auf 24 gesenkt werden konnte.

Durch Kombination beider Verfahren sank diese Zahl sogar auf 19 nicht identifizierbare Opfer.

Die Erfassung/Katalogisierung der Zahnfläche ist daher sinnvoll und indiziert.

## 5. Literaturverzeichnis

---

Aboshi H, Takahashi T, Komuro T.

Component analysis of dental porcelain for assisting dental identification.

J Forensic Odontostomatol. **2006** Dec;24(2):36-41.

Adams BJ.

Establishing personal identification based on specific patterns of missing, filled, and unrestored teeth.

J Forensic Sci. **2003** May;48(3):487-96.

Adams BJ.

The diversity of adult dental patterns in the United States and the implications for personal identification.

J Forensic Sci. **2003** May;48(3):497-503.

Ahlqwist M, Bengtsson C, Furunes B, Hollender L, Lapidus L.

Number of amalgam tooth fillings in relation to subjectively experienced symptoms in a study of Swedish women.

Community Dent Oral Epidemiol. **1988** Aug;16(4):227-31.

Albertini TF, Kingman A, Brown LJ.

Prevalence and distribution of dental restorative materials in US Air Force veterans.

J Public Health Dent. **1997** Winter;57(1):5-10.

Alt KW

Definition, Häufigkeit und Ätiologie retinierter Zähne

Anthropologischer Anzeiger **1991** (49)3: 261-72

Alt W, Walz M

Dental print media and their value in forensic odontology

The Journal of Forensic Odonto-Stomatology, Vol. 17 No.1, June **1999**

Beltrán ED, Malvitz DM, Eklund SA.

Validity of two methods for assessing oral health status of populations.

J Public Health Dent. **1997** Fall;57(4):206-14.

Berketa JW, James H, Lake AW

Forensic odontology in disaster victim identification.

Forensic Sci Med Pathol (**2012**) 8: 148-156

Blau S, Hill A.

Disaster victim identification: a review

Minerva Medicolegale 129 (**2009**) 35-46

Blau S, Briggs CA.

The role of forensic anthropology in Disaster Victim Identification (DVI).

ForSciInt 205 (**2011**) 29-35

Borrman H, Dahlbom M, Loyola R, Renè N

Quality evaluation of 10 years patient records in forensic odontology

Int J Legal Med **1995**; 108: 100-4

Brkić H, Strinovic D, Kubat M, Petrovecki V.

Odontological identification of human remains from mass graves in Croatia.

Int J Legal Med. **2000**;114(1-2):19-22.

Bush MA, Bush PJ, Miller RG.

Detection and classification of composite resins in incinerated teeth for forensic purposes.

J Forensic Sci. **2006** May;51(3):636-42.

Bush MA, Miller RG, Prutsman-Pfeiffer J, Bush PJ.

Identification through X-ray fluorescence analysis of dental restorative resin materials: a comprehensive study of noncremated, cremated, and processed-cremated individuals.

J Forensic Sci. **2007** Jan;52(1):157-65.

Chomdej T, Pankaow W, Choychumroon S.

Intelligent dental identification system (IDIS) in forensic medicine.

Forensic Sci Int. **2006** Apr 20;158(1):27-38. Epub 2005 Jun 4.

Clark DC, Berkowitz J.

The relationship between the number of sound, decayed, and filled permanent tooth surfaces and the number of sealed surfaces in children and adolescents.

J Public Health Dent. **1997** Summer;57(3):171-5.

de Villiers CJ, Phillips VM.

Person identification by means of a single unique dental feature.

J Forensic Odontostomatol. **1998** Jun;16(1):17-9.

Dumančić J, Kaić Z, Njemirovskij V, Brkić H, Zečević D.

Dental identification after two mass disasters in Croatia.

Croat Med J. **2001** Dec;42(6):657-62.

Ermenc B, Rener K

Possibilities for dental identification in the case of mass disaster in Slovenia.

Forensic Sci. Int. 103 (1999) 67-75

Evenot M, Durigon M, Midavaine A, Ceccaldi PF.

[Identification after almost total cremation by using dental fragments]

Acta Med Leg Soc (Liege). **1989**;39(1):371-3

Friedrich RE, Ulbricht C, von Maydell LA.

[Dental caries and fillings in wisdom teeth as an aid in forensic dentistry for determining chronologic age over 18. Radiologic studies of orthopantomography images of children and adolescents]

Arch Kriminol. **2003** Sep-Oct;212(3-4):74-82. German.

Friedrich RE, v Maydell LA, Ulbricht C, Scheuer HA.

[Decayed, filled and missing teeth as a forensic-odontologic aid for determining the age above 18 years: A radiographic study of orthopantomograms from a group of teenagers and young adults]

Arch Kriminol. **2005** Nov-Dec;216(5-6):129-49. German.

Glass RT.

Body identification by forensic dental means.

Gen Dent. **2002** Jan-Feb;50(1):34-8.

Hausen H, Kärkkäinen S, Seppä L.

Caries data collected from public health records compared with data based on examinations by trained examiners.

Caries Res. **2001** Sep-Oct;35(5):360-5.

Hill AJ, Hewson I, Lain R.

The role of the forensic odontologist in disaster victim identification: Lessons for management.

ForSciInt 205 (**2011**) 44-47

Hoffmann-Axthelm Lexikon der Zahnmedizin / Quintessenz Verlags GmbH  
Berlin, 6. Auflage: 52 und 436, **1995**

Kaur S, Eisen M, Leiger K, Injarabian K.

Screening for gold allergy among dental clinic employees and patch test population.

Contact Dermatitis. **2006** Mar;54(3):172-3. No abstract available.

Keiser-Nilsen S:

Geographic factors in forensic odontology

Int Dent J **1966**, Vol. 15: 343-347

Keiser-Nilsen S:

Person identification by means of teeth. A practical guide.

Bristol: J Wright&Sons Ltd. **1980**: 66-70

Kieser JA, Firth NA, Buckley H.

Dental misidentification on the basis of presumed unique features.

J Forensic Odontostomatol. **2001** Dec;19(2):36-9.

Kraft E, Liebhardt E, Lindemaier G.

National characteristics of dental treatment in disaster victim identification.

J Forensic Odontostomatol. **1991** Jun;9(1):32-5.

Kühnisch J, Senkel H, Heinrich-Weltzien R.

[Comparative study on the dental health of German and immigrant 8- to 10-years olds in the Westphalian Ennepe-Ruhr district]

Gesundheitswesen. **2003** Feb;65(2):96-101. German.

Kvaal SI.

Collection of post mortem data: DVI protocols and quality assurance.

Forensic Sci Int. **2006** May 15;159 Suppl 1:S12-4. Epub 2006 Mar 29.

Lake AW, James H, Berketa JW.

Disaster victim identification: quality management from an odontology perspective.

Forensic Sci Med Pathol (**2012**) 8: 157-163

Lee SS, Choi JH, Yoon CL, Kim CY, Shin KJ.

The diversity of dental patterns in the orthopantomography and its significance in human identification.

J Forensic Sci. **2004** Jul;49(4):784-6.

Lindemaier G, Czarnecki Jv, Loipführer C

Mustererkennung zur Identifizierung von Zahnersatz im Rahmen der Forensischen Odontologie

Rechtsmedizin (**1993**); 4: 19-25

Lundy JK.

Morphology in dental identification.

J Oreg Dent Assoc. **1985** Fall;55(1):22

MacEntee M

A look at the (near) future based on the (recent) past-How our patients have changed and how they will change

Journal of the Canadian Dental Association **2005** (71); 5: 331-331e

Mädebach D.

[Identification of unknown persons - possibilities with stomatology and other considerations of dental technology]

Zahntechnik (Berl). **1978** Oct;19(10):451-3

Malaver PC, Yunis JJ.

Different dental tissues as source of DNA for human identification in forensic cases.

Croat Med J. **2003** Jun;44(3):306-9.

Metzger Z, Buchner A, Gorsky M.

Gustafson's method for age determination from teeth--a modification for the use of dentists in identification teams.

J Forensic Sci. **1980** Oct;25(4):742-9.

Mornstad H, Pfeiffer H, Yoon C, Teivens A

Demonstration and semi-quantification of mtDNA from human dentine and its relation to age.

Int J Legal Med **1999**; 112: 98-100

Ndiokwelu E, Miquel JL, Coudert N.

Identification of victims of catastrophes: introduction to the role of forensic odontology.

Odontostomatol Trop. **2003** Dec;26(104):33-6.

Nelson CL.

Case presentation: making a positive identification.

J Indiana Dent Assoc. **2006-2007** Winter;85(4):25. No abstract available.

Osterberg T, Carlsson GE, Sundh V.

Trends and prognoses of dental status in the Swedish population: analysis based on interviews in 1975 to 1997 by Statistics Sweden.

Acta Odontol Scand. **2000** Aug;58(4):177-82.

Pereira CP, Santos JC.

How to do identify single cases according to the quality assurance from IOFOS. The positive identification of an unidentified body by dental parameters.

JForLegMed 20(**2013**): 169-173

Petju M, Suteerayongprasert A, Thongpud R, Hassiri K

Importance of dental records for victim identification following the Indian ocean tsunami disaster in Thailand

Public Health (**2007**) 121, 251-257

Pezzeменти ML, Fisher MA.

Oral health status of people with intellectual disabilities in the southeastern United States.

J Am Dent Assoc. **2005** Jul;136(7):903-12.

Pfähr, E.

Untersuchungen an 5.899 Düsseldorfer Schulkindern über den Ablauf der zweiten Dentition. Eine statistische Erhebung. Medizinische, Dissertation, Düsseldorf, **1978**

Pfeiffer H, Huhne J, Seitz B, Brinkmann B

Influence of stoil storage and exposure period on DNA recovery from teeth.

Int J Legal Med **1999**; 112: 142-4

Phillips VM.

The uniqueness of amalgam restorations for identification.

J Forensic Odontostomatol. **1983** Jan-Jun;1(1):33-8

Phillips VM.

Identification by means of the teeth.

SADJ. **2001** Feb;56(2):79-80. No abstract available.

Pilin A.

Identification of unknown bodies from the point of view of forensic dentistry.

Acta Med Leg Soc (Liege). **1985**;35(1):310-2

Pretty IA, Addy LD.

Associated postmortem dental findings as an aid to personal identification.

Sci Justice. **2002** Apr-Jun;42(2):65-74.

Purves JD.

Dental identification of fire victims.

Forensic Sci. **1975** Dec;6(3):217-9.

Rasmusson L, René N, Dahlbom U, Borrman H.

Quality evaluation of patient records in Swedish dental care.

Swed Dent J. **1994**;18(6):233-41.

Reppien K, Sejrnsen B, Lynnerup N.

Evaluation of post-mortem estimated dental age versus real age: a retrospective 21-year survey.

Forensic Sci Int. **2006** May 15;159 Suppl 1:S84-8. Epub **2006** Mar 15.

Schübel F, Seichter U.

[The importance of detailed findings within the framework of identification]

Dtsch Zahnärztl Z. **1980** Feb;35(2):246-8

Schuller-Götzburg P, Suchanek J

Forensic odontologists successfully identify tsunami victims in Phuket, Thailand

Forensic Science International 171 (2007) 204-207

Slabbert H, Ackermann GL, Altini M.

Amalgam tattoo as a means for person identification.

J Forensic Odontostomatol. 1991 Jun;9(1):17-23.

Solheim T

A hierarchical system for the coding of dental information in reports and computer-assisted identifications.

J Forensic Odontostomatol 15 (1997) 5-8

Sopher IM

The dentist, the forensic pathologist, and the identification of human remains

J Am Dent Assoc. 1972 85(6): 1324-9

Sopher IM.

Person identification through dentistry.

J Law Ethics Dent. 1988 Oct-Dec;1(4):219-25

Spratley MH, Coyne LN.

A survey of the pattern of private general dental practice in Queensland, 1992.

Aust Dent J. 1995 Dec;40(6):392-6.

Steenkiste Mv, Becher A, Banschbach R, Gaa S, Kreckel S, Pocanschi C.

[Prevalence of caries, fissure sealants and filling materials among German children and children of migrants]

Gesundheitswesen. 2004 Nov;66(11):754-8. German.

Sweet D.

Why a dentist for identification?

Dent Clin North Am. 2001 Apr;45(2):237-51. Review.

PMID: 11370453 [PubMed - indexed for MEDLINE]

Szibor R, Huckenbeck W, Thiel W, Krause, Lessig R

Thoughts for the organisation of an early phase response to preserve victim identification information after mass disasters.

For Sci Int 177: 39-42 (2008)

Tan PH.

The killing field of Khao Lak: forensic odontology in Thailand tsunami victim identification.

Singapore Dent J. **2005** Dec;27(1):41-50.

Vale GL.

Identification by dental evidence: basics and beyond.

J Calif Dent Assoc. **2004** Aug;32(8):665-9, 671-2.

Wilson GS, Cruickshanks-Boyd DW.

Analysis of dental materials as an aid to identification in aircraft accidents.

Aviat Space Environ Med. **1982** Apr;53(4):326-31

Valenzuela A, Heras M dl, Marques T, Exposito N, Bohoyo JM

The application of dental methods of identification to human burn victims in a mass disaster

Int J Legal Med. 113 (**2000**) 236-239

Yamamoto K, Ohtani S, Yamazaki M, Sato C, Sato K.

Statistical analysis of the ability of police dental surgeons in identification of dental filling materials.

Nihon Hoigaku Zasshi. **1991** Dec;45(5-6):361-6.

## 6. Danksagung

---

Die Idee zu der vorliegenden Studie kam während des Einsatzes nach der Tsunami Flutkatastrophe in Thailand durch Prof. Dr. Wolfgang Huckenbeck, Institut für Rechtsmedizin der Heinrich-Heine-Universität/Düsseldorf als wir im Rahmen der Evaluation der Einsatzergebnisse über diverse Aspekte der Identifizierungsarbeit sprachen.

Herrn Prof. Dr. Wolfgang Huckenbeck möchte ich ausdrücklich für seine Unterstützung und Beratung bei Erstellung dieser Arbeit danken.

Ein weiterer Dank geht an Herrn Prof. Dr. Holger Schwender, Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät, der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf für seine kritische Begleitung der statistischen Auswertung.

Ein besonderer Dank gilt meiner Frau Astrid, ohne ihre Unterstützung wären sämtliche medizinische und berufliche Vorhaben in meinem Leben nicht möglich gewesen.

## **Eidesstattliche Versicherung**

Ich versicher an Eides statt, dass die Dissertation selbstständig und ohne unzulässige fremde Hilfe erstellt worden ist und die hier vorgelegte Dissertation nicht von einer anderen medizinischen Fakultät abgelehnt worden ist.

06.01.2017

Martin Ulbrich