

Diplomarbeit

Unterschiede zwischen manueller und digitaler IOTN
Vermessung
eine retrospektive Studie an Zahnmodellen

eingereicht von

Thomas Koch

zur Erlangung des akademischen Grades

Doktor der Zahnheilkunde

(Dr. med. dent.)

an der

Medizinischen Universität Graz

ausgeführt an der

**Universitätsklinik für Zahnmedizin und Mundgesundheit
Klinische Abteilung für Orale Chirurgie und Kieferorthopädie**

unter der Anleitung von

Mag.^a phil. Dr.ⁱⁿ med. dent. Dr.ⁱⁿ med. univ. Elisabeth Santigli

und

Univ.-Prof. Dr. med. univ. Walter Wegscheider

Graz, 02.06.2020

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre ehrenwörtlich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst habe, andere als die angegebenen Quellen nicht verwendet habe und die den benutzten Quellen wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Graz, am 02.06.2020

Thomas Koch e.h.

Vorwort

Durch die Lehre im Fach Dental Public Health durch Frau DDr.ⁱⁿ Santigli bin ich auf die Thematik zum IOTN aufmerksam geworden und habe mich für die Herausforderungen, bedingt durch die Einführung der Gratiszahnspange, begeistern lassen.

Bereits vor dieser Arbeit sind in diesem Bereich unter anderem Diplomarbeiten in nahen Themengebieten erfolgreich abgeschlossen worden. Parallel zu mir haben Frau Dr.ⁱⁿ Veronika Scardelli mit dem Thema: „Untersucherübereinstimmung in der IOTN Beurteilung am Gipsmodell“ (1) für ihre Masterarbeit an der Danube Private University Krems und Frau Julia Reischmann mit dem Thema „Unterschiede in der digitalen IOTN Bewertung durch mehrere UntersucherInnen“ (2) für ihre Diplomarbeit an der Medizinischen Universität Graz mitgewirkt.

Im Verlauf dieser Arbeit hat sich das Thema als immer spannender und höchst aktuell präsentiert. Das zügige Voranschreiten der Digitalisierung in der Kieferorthopädie und der Gedanke von Anfang an dabei zu sein hat die Entwicklung der Diplomarbeit maßgeblich mit beeinflusst.

Danksagungen

Zunächst möchte ich mich bei allen bedanken, die mich während des Studiums und bei der Diplomarbeit unterstützt haben.

Bedanken möchte ich mich an dieser Stelle ganz besonders bei Frau DDr.ⁱⁿ Elisabeth Santigli für ihre große Unterstützung, ihr Vertrauen und ihre unentwegte Motivation zu dieser Diplomarbeit. Auch vielen Dank für die vielen Treffen, Seminare und die sowohl intensive also auch motivierende Betreuung.

Ebenso vielen Dank an Herrn Dr. Ernst Reicher und an das Team rund um Frau Dr.ⁱⁿ Santigli, ohne die diese Arbeit nicht möglich gewesen wäre.

Ein großes Dankeschön gebührt dabei auch Frau DIⁱⁿ Irene Mischak für die Statistik und Frau Dr.ⁱⁿ Barbara Schinagl für ihren regelmäßigen konstruktiven Input während der Erstellung der Arbeit.

Dankend erwähnen möchte ich auch Herrn Prof. Karl Glockner, der mir - besonders zu Beginn der Klinikphase - als Mentor hilfreich zur Seite stand.

Ein herzlicher Dank geht an meine Eltern, Großeltern, Geschwister und meine Freunde, die mich stets in ihren Möglichkeiten unterstützt haben. Außerdem danke ich meiner Freundin Barbara für ihre große moralische Unterstützung.

Inhaltsverzeichnis

Eidesstattliche Erklärung	i
Vorwort.....	ii
Danksagungen	iii
Inhaltsverzeichnis	iv
Glossar und Abkürzungen	vi
Abbildungsverzeichnis	vii
Tabellenverzeichnis	viii
Anhangsverzeichnis.....	ix
Zusammenfassung	1
Abstract.....	3
1 Einleitung	5
1.1 Zur Geschichte des IOTN	6
1.2 Zur gesundheitspolitischen Lage der KFO in Österreich	7
1.3 Kieferorthopädische Behandlungsnotwendigkeit	8
1.3.1 <i>Index of Orthodontic Treatment Need</i> (IOTN).....	8
1.3.2 <i>Dental Health Component</i> des IOTN (DHC).....	10
1.3.3 <i>Aesthetic Component</i> des IOTN (AC).....	12
2 Ziele und Fragestellung	13
3 Material und Methoden	14
3.1 Studiendesign.....	14
3.2 UntersucherInnen.....	15
3.3 Auswahl der Studienmodelle	16
3.4 Anleitung und Arbeitsplatz.....	17
3.4.1 Manuelle Beurteilung	17
3.4.2 Digitale Beurteilung	18
3.5 Datensammlung	20
3.5.1 Einzeldatenblatt	20
3.5.2 Datenmatrix	21
3.6 Datenschutz.....	22
3.7 Ethische Überlegungen plus Votum	22
3.8 Kosten-Nutzen-Evaluierung	22

4	Ergebnisse.....	23
4.1	Verteilung der IOTN-DHC Grade	23
4.2	Übereinstimmung der IOTN-DHC Grade innerhalb der UntersucherInnen.....	25
4.3	Übereinstimmung der IOTN-DHC Grade zwischen den UntersucherInnen	26
4.4	Übereinstimmung der IOTN-DHC Grade der Merkmale innerhalb und zwischen den UntersucherInnen	28
4.5	Zeitaufwand für IOTN Bestimmung.....	31
4.5.1	Zeitvergleich nach Methode	31
4.5.2	Zeitvergleich nach Berufsgruppen	32
4.5.3	Lernkurven manuell und digital	33
4.6	Wirtschaftlichkeit.....	34
5	Diskussion	35
5.1	Studiendesign.....	35
5.2	Studienmodelle und UntersucherInnen.....	37
5.3	Verteilung der DHC Grade	38
5.4	Übereinstimmung der IOTN-DHC Grade innerhalb der UntersucherInnen.....	39
5.5	Übereinstimmung der IOTN-DHC Grade zwischen den UntersucherInnen	39
5.6	Qualitative Bewertung der IOTN-DHC Grade und Merkmale.....	40
5.7	Zeitaufwand für die IOTN Bestimmung.....	41
5.7.1	Zeitvergleich manuell versus digital	41
5.7.2	Zeitvergleich der Berufsgruppenunterschiede.....	42
5.7.3	Lernkurven manuell und digital	42
5.8	Wirtschaftlichkeit.....	43
6	Konklusion und Ausblick	44
7	Literaturverzeichnis	46
	Anhang I – Vereinbarung zwischen ÖZÄK und HVB.....	50
	Anhang II – Einzeldatenblätter.....	52
	Anhang III – Codebuch	53
	Anhang IV – Anleitung für digitales Verfahren.....	54
	Anhang V – Ethikvotum.....	55

Glossar und Abkürzungen

AC:	Aesthetic component des Index of orthodontic treatment need
ASVG:	Allgemeines Sozialversicherungsgesetz
Datenmatrix:	Microsoft Office 365 ProPlus EXCEL Version 2002
Dg.:	Durchgang
DHC:	Dental Health Component des Index of Orthodontic Treatment Need
E1-E9:	UntersucherIn / Examiner 1-9
HVB:	Hauptverband der Österreichischen Sozialversicherungsträger
ICC:	Interklassen-Korrelationskoeffizient
ID:	Identifikation anhand eines anonymisierten Codes
IOTN:	Index of Orthodontic Treatment Need
KFO:	Kieferorthopädie
MOCDO:	Missing, Overjet, Crossbite, Displacement, Overbite
Mod.Nr.:	Modellnummer
ÖGZMK:	Österreichischen Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
Onyx:	Onyx Ceph3 Software [Version IOTN2]
OZ:	Onyxzeit
ÖZÄK:	Österreichische Zahnärztekammer
PubMed:	US National Library of Medicine, National Institutes of Health
T1:	Administrationszeit
T2:	Scanzeit
T3:	Zeit der digitalen Bearbeitung
T4:	Zeit der IOTN Beurteilung
T _d :	Zeit für digitale IOTN Beurteilung
T _m :	Zeit für manuelle IOTN Beurteilung
TA _d :	Zeit für digitale IOTN Beurteilung durch Assistentinnen
TK _d :	Zeit für digitale IOTN Beurteilung durch KieferorthopädInnen
TS _d :	Zeit für digitale IOTN Beurteilung durch StudentInnen
VÖK:	Verband Österreichischer Kieferorthopäden
Zirkonzahn:	Modellscanner S600 ARTI von Zirkonzahn
ZZ:	Zirkonzahnzeit

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: IOTN DHC Einteilung nach Brook und Shaw	9
Abbildung 2: IOTN DHC MOCDO Schema für IOTN Einstufung.....	10
Abbildung 3: IOTN DHC Screening: Definitionen.....	11
Abbildung 4: IOTN AC standardisierte Referenzfotos	12
Abbildung 5: Studiendesign	14
Abbildung 6: IOTN-Lineal nach Richmond.....	17
Abbildung 7: Arbeitsplatz digital mit Modellscanner und PC	19
Abbildung 8: IOTN–Datenmatrix	21
Abbildung 9: Verteilung der IOTN-DHC Grade manuell.....	24
Abbildung 10: Verteilung der IOTN-DHC Grade digital	24
Abbildung 11: Übereinstimmung der IOTN-DHC Grade innerhalb der UntersucherInnen	25
Abbildung 12: Übereinstimmung der IOTN DHC Grade und Merkmale innerhalb und zwischen den UntersucherInnen	29
Abbildung 13: IOTN-DHC Zeitaufwand nach Methode.....	31
Abbildung 14: IOTN-Zeitaufwand nach Berufsgruppen.....	32
Abbildung 15: IOTN-DHC Lernkurven manuelle und digitale Methode	33
Abbildung 16: IOTN Vermessung der a Komponente (sagittale Stufe) mit Schiebelehre .	38

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Merkmale UntersucherInnen	15
Tabelle 2: IOTN-DHC Verteilung, relative Häufigkeiten.....	26
Tabelle 3: IOTN-DHC Übereinstimmung zwischen den UntersucherInnen.....	27
Tabelle 4: IOTN Zeitaufwand nach Abschnitten	34

Anhangsverzeichnis

Anhang I: IOTN Vereinbarung ÖZÄK und HV.....	51
Anhang II: Einzeldatenblätter für Datensammlung.....	52
Anhang III: Codebuch für Datenmatrix.....	53
Anhang IV: Anleitung für digitales Verfahren.....	54
Anhang V: Ethikvotum.....	55

Zusammenfassung

Einleitung: Seit 1. Juli 2015 gibt es in Österreich für die kieferorthopädische Behandlung von gravierenden Zahnfehlstellungen bei Kindern und Jugendlichen die Kostenübernahme aus öffentlicher Hand. Zur Kategorisierung der Anspruchsberechtigung wird die *Dental Health Component* (DHC) des *Index of Orthodontic Treatment Need* (IOTN) herangezogen. Dieser Index dient als administrative und fachliche Kommunikationsbasis zwischen den kieferorthopädisch tätigen ZahnärztInnen und den Krankenkassen. Er entspricht einem Notensystem, welches die Zahnfehlstellungen auf einer Skala von 1 (keine Behandlungsnotwendigkeit) bis 5 (hohe Behandlungsnotwendigkeit) einteilt. Bei einem IOTN von 4 oder 5 kommt es zur Kostenübernahme in Form der sogenannten „GRATIS Zahnspange“. Es ist davon auszugehen, dass die entsprechende Einstufung anhand von Zahnmodellen, sei es aus Gips oder in digitaler Form, eindeutig, einheitlich und nachvollziehbar zu ermitteln ist. Derzeit erfolgt die Vermessung in der Regel manuell. Ab 1. Jänner 2021 ist die Übermittlung der erforderlichen Zahnmodelle an die Krankenkassen zum Zwecke der Qualitätssicherung in digitaler Form verpflichtend. **Fragestellung:** In dieser Studie wird untersucht, ob es einen Unterschied in der IOTN Bewertung zwischen der bisherigen manuellen und der neuen digitalen Methode gibt. Ziel ist es den Nutzen einer digital unterstützten Modellbewertung für KieferorthopädInnen und Assistenzpersonal zu untersuchen. Zu erwarten ist, dass es zu einer zunehmenden Übereinstimmung zwischen den BeurteilerInnen kommt, diese mit einer Arbeitserleichterung einhergeht und somit eine praktikable Alternative zur bisherigen manuellen Bewertung darstellt. In diesem Zusammenhang soll auch die Wirtschaftlichkeit beider Messverfahren diskutiert werden. **Material und Methode:** 40 Zahnmodelle wurden durch eine Gruppe von 9 UntersucherInnen, (3 qualifizierte KieferorthopädInnen, 3 Studierende der Zahnmedizin und 3 zahnärztliche Assistentinnen) nach den Kriterien des IOTN vermessen und verglichen. Im ersten Schritt erfolgte die Vermessung der Gipsmodelle manuell mit Schublehre und Messlineal. Im nächsten Schritt wurden die Modelle mit einem Desktop Laser Scanner abgelesen und für die digital unterstützte Vermessung mit der Software *Onyx Ceph3* aufbereitet. Die Bewertung erfolgte gemäß Protokoll nach dem MOCDO Schema mit zusätzlicher Zeiterfassung. Die Einzeldaten wurden in einer Datenmatrix in EXCEL zusammengeführt. Abschließend erfolgte die beschreibende und vergleichende Datenanalyse mit SPSS. **Ergebnisse:** Die Gegenüberstellung der manuellen und digital unterstützten IOTN Bewertung zeigt in ihrer Gesamtheit unterschiedliche DHC

Verteilungen für beide Methoden: Grad 1 (2% vs 0%), Grad 2 (31% vs 25%), Grad 3 (44% vs 45%), Grad 4 (24% vs 28%) und Grad 5 (1% vs 2%). Auch innerhalb ein und derselben UntersucherIn findet sich nur wenig Übereinstimmung zwischen den beiden Verfahren. Die durchschnittliche Übereinstimmung zwischen den einzelnen UntersucherInnen ergibt eine schlechte, gerade noch ausreichende, Übereinstimmung sowohl in der manuellen (*Cronbach* $\alpha = 0,59$) als auch in der digitalen (*Cronbach* $\alpha = 0,56$) Vermessung. Wählt man IOTN Grad und Merkmalsausprägung als Zielgröße, so zeigt die Landkarte der Übereinstimmungen (Heatmap) sowohl innerhalb als auch zwischen den UntersucherInnen viel weiße (nicht übereinstimmende) Fläche auf. Hinsichtlich des Zeitaufwandes zeigen sich signifikante Unterschiede zwischen der durchschnittlichen manuellen und digitalen Vermessungsdauer ($T_m = 1:55$ und $T_d = 8:28$). Während der Zeitaufwand für die manuelle Vermessung über die 3 Berufsgruppen weitgehend konstant bei rund 2 Minuten liegt, zeigen sich signifikante Unterschiede in der digitalen Vermessung zwischen den KieferorthopädInnen einerseits ($TK_d = 12:11$) und den StudentInnen ($TS_d = 6:56$) bzw. den Assistentinnen ($TA_d = 6:16$) andererseits. **Schlussfolgerung:** Die digital unterstützte IOTN Bestimmung zeigt in der vorliegenden Studie keine Vorteile gegenüber der manuellen Auswertung. Hinsichtlich der qualitativen Übereinstimmung in der IOTN Bewertung durch mehrere UntersucherInnen sind beide Verfahren (noch) gleichermaßen unzureichend. Der Zeitaufwand für die digitale IOTN Vermessung beträgt mehr als das Vierfache. Im Generationenvergleich wird dieser Unterschied zwischen älteren KieferorthopädInnen und jüngeren StudentInnen bzw. AssistentInnen noch deutlicher. Die digitale Erfahrung dürfte dabei eine wesentliche Rolle spielen. Die vermeintlichen Vorteile einer Digitalisierung werden durch erhöhten Personal- und Kostenaufwand erkaufte. Derzeit beschränkt sich die digitale Auswertung auf die digitale Messhilfe für von Menschengest und – hand eingespeiste Informationen. Erst eine vollautomatisierte Ablesung von Zahnmodellen nach den Kriterien des IOTN könnte die „Fehlerquelle Mensch“ umgehen. Aufgrund der bevorstehenden umfangreichen Datensammlung durch die gesetzliche Digitalisierung ließen sich zukünftig entsprechende Algorithmen entwickeln. Die Zusammenführung von Gesundheitsdaten mit kieferorthopädischer und technischer Expertise in einem Großprojekt könnte die Vollautomatisierung der IOTN Bestimmung ermöglichen.

Abstract

Introduction: Since July 1st 2015 Austrian public financing remits orthodontic treatment in severe cases of malocclusion for children and adolescents. Eligibility to claim this benefit is based on the *Dental Health Component* (DHC) of the *Index of Orthodontic Treatment Need* (IOTN). This index serves as communication between orthodontists and health insurance provider. It classifies malocclusions into 5 grades: 1 (no treatment need) to 5 (high treatment need). Falling into the IOTN category 4 or 5 public funds cover the costs for orthodontic treatment which is called “Gratis Zahnsperre” – “free braces”. The according classification by the orthodontists via manual or digital measurements on plaster models should therefore be clear, consistent and verifiable. Currently the measurements sent to the health insurance provider are mostly made manually. Beginning with January 1st 2021, all measurements must be performed and sent digitally. **Aim:** In this study the similarities and differences in manually and digitally performed IOTN classification were investigated. The aim here was to analyze the probable benefit of a digitally supported model measurement for orthodontists and dental assistants. A clear increase in the correlation of measurements performed by different raters due to the digitalization was expected. This should further lead to a simplification of the digital and such offer a feasible alternative to manual IOTN measurements. In this context we also took a look at the efficiency of the two methods. **Material and methods:** 40 tooth plaster models were analyzed by 9 raters (3 qualified orthodontists, 3 dentistry students and 3 dental assistants) according to the IOTN criteria. In a first step plaster models were measured manually with a caliper and the IOTN ruler. In the next step models were scanned with a desktop laser scanner for further digital processing and measurement with *Onyx Ceph3*. The IOTN classification was then performed according to the MOCDO scheme. Additionally the time needed was noted. All data was entered into an EXCEL data matrix. Descriptive and comparative data analysis was performed with SPSS. **Results:** Manual and digital IOTN measurement revealed different distributions of the IOTN grades: grade 1 (2% vs 0%), grade 2 (31% vs 25%), grade 3 (44% vs 45%), grade 4 (24% vs 28%) und grade 5 (1% vs 2%). Comparing manual and digital measurements of the same person revealed a lack of intra-rater agreement between the 2 methods. The intra-rater analysis displayed a mean poor agreement in manual (Cronbach $\alpha = 0,59$) and in digital measurements (Cronbach $\alpha = 0,56$). Finally we displayed intra- and interrater agreement for IOTN grades and components by a heat map. Extended white spots presented missing agreement.

Significant differences were found regarding time needed for the methods ($T_m = 1:55$ vs. $T_d = 8:28$). While the manual measurements took approximately 2 minutes over all 3 educational levels, significant differences were found between orthodontists ($TK_d = 12:11$) and students ($TS_d = 6:56$) and assistants ($TA_d = 6:16$) respectively in the digital measurements. **Conclusion:** In this study no advantage could be found in the digital versus the conventional manual IOTN measurement. Concerning the qualitative correlation of the IOTN measurements through several raters both procedures are (still) insufficient. Time required for the digital measurements is more than four times higher. Most likely this difference can be explained by age related to digital experience. The “older” orthodontist probably will bring less digital experience than the “younger” students and assistants. Another point is that apparent advantages of the digital measurements need to be paid through higher costs for employees and their time. At the moment the “digital” measurement is still only semi-automatic. Only improvements enabling a fully automated digital measurement could circumvent the biggest source of error the “human being”. Using the big data sets that will be created through the new legislation, respective self-learning algorithms should enable such measurements in future. Combining this health data with orthodontic and technical expertise in respective projects might lead to a computer interface allowing easy handling and fully automated classification of malocclusions.

1 Einleitung

Im Rahmen einer wissenschaftlich fundierten Zahnmedizin, die eine umfassende Zahn- und Mundgesundheit als Ziel hat, ist es wichtig auch die Stellung der Zähne und der Kiefer zueinander zu betrachten. Eine orthognathe Zahn- und Kieferentwicklung trägt zu einer allgemein gesunden Entwicklung bei (3,4).

Im Bereich der Kieferorthopädie (KFO), als spezielles Fachgebiet der Zahnmedizin, spielen Funktion und Ästhetik zusammen. Für die objektive und kulturunabhängige Einschätzung der Fehlstellungen, wurden einige Indices entwickelt und haben sich durchgesetzt (5–7).

In Österreich wird seit 1. Juli 2015 die Bestimmung des *Index of Orthodontic Treatment Need* (IOTN) als Kommunikationsmittel zwischen behandelnden ZahnärztInnen und den Krankenkassen verwendet. Im Rahmen der Digitalisierung sind laut kieferorthopädischem Gesamtvertrag ab 2021 digitalisierte Anfangs- und Endmodelle an die Kostenträger zu übermitteln (8,9). So stellt sich die Frage ob bzw. welche Veränderungen mit der Digitalisierung einhergehen.

1.1 Zur Geschichte des IOTN

Bereits im Jahr 1899 hat Angel postuliert, welche große Bedeutung die korrekte Diagnose der Fehlstellung der Zähne zueinander hat (10). Daraufhin erfolgte die Einteilung der sogenannten „Angel-Klassifikation“ mit den Klassen I, II und III, so wie sie heute noch verstanden wird. Die Klasse I beschreibt die Normokklusion oder Idealokklusion. Die Klassen II und III beschreiben somit erstmals die klassifizierte Abweichung dieser Idealform in der Art, dass Ober- und Unterkiefer in Relation zueinander gesetzt werden. Es wird primär die Relation der ersten Molaren und der Canini zueinander beschrieben. Hervorzuheben ist, dass bereits in dieser Arbeit die Auswirkung einer frühen lokalen Fehlstellung auf die Gesamtentwicklung des Kausystems betrachtet wird.

Eine entsprechende Malokklusion kann, je nach Schweregrad, zu verschiedenen schweren Folgebeschwerden führen. Dazu zählen Beschwerden, welche sich auf eine erschwerte Mundhygiene zurückführen lassen, wie Karies und parodontale Probleme mit allgemein erhöhter Plaqueakkumulation. Sandalli et. al. (1973) sowie Addy et. al. (1988) erklärten, dass Zahnfehlstellungen zwar nicht die Ursache von Karies und Parodontitis sind, aber je geringer die Zahnfehlstellung ist, desto einfacher ist auch die Durchführung der Mundhygiene, was wiederum zu einer allgemeinen Verbesserung der Mundgesundheit führt (11,12).

Sehr wichtig erscheint auch, seit den 1970er Jahren, der Bezug zu den anatomisch funktionellen Beschwerden in Betrachtung der Okklusion mit dem Kiefergelenk (4,13). Im Lauf der Zeit hat sich auch das Verständnis im Zusammenhang zwischen Kiefergelenk und dem Halte- und Stützapparat mit Hals, Brust- und Lendenwirbelsäule verfeinert (3,14).

In dieser Zeit entwickelte sich auch der Gedanke einer Weiterentwicklung und Vereinheitlichung der Parameter. Dafür sind zahlreiche ProbandInnen, Gipsmodelle und einzelne Zähne vermessen worden, um die natürliche Variabilität in einem optimalen Normspektrum zu erfassen (6,7,10,13,15–19).

Der *Index of Orthodontic Treatment Need* (IOTN) hat sich hierbei als eine von vielen möglichen Methoden etabliert. Da er den Schweregrad der Zahnfehlstellungen einstuft und verhältnismäßig leicht erlernbar ist, kommt er mittlerweile weltweit zur Anwendung (18,20,21).

1.2

1.3 Zur gesundheitspolitischen Lage der KFO in Österreich

Seit 1. Juli 2015 gibt es in Österreich für die Behandlung bestimmter Zahnfehlstellungen eine Kostenübernahme für Kinder und Jugendliche bis zum 18. Lebensjahr. Um die entsprechende Behandlungsnotwendigkeit zu kategorisieren, wird der *Index of Orthodontic Treatment Need* (IOTN) herangezogen (9).

Mitte August 2017 wurde eine Vereinbarung zwischen der österreichischen Zahnärztekammer (ÖZÄK) und dem Hauptverband der Österreichischen Sozialversicherungsträger (HVB) bezüglich der Bewertungskriterien zum IOTN getroffen, welche seit 01. September 2017 Gültigkeit hat. (22) Diese Vereinbarung wurde mit Bezug auf die Gesamtvertragliche Vereinbarung gemäß §§153a und 343d Allgemeines Sozialversicherungsgesetz (ASVG) zwischen der ÖZÄK und dem HVB mit Stand 16. Dezember 2014 getroffen.

In dieser Vereinbarung wird nun erstmals als Referenz für die Festlegung auf eine Arbeit von Stephen Richmond, mit dem Titel „*Evaluating Effective Orthodontic Care*“ aus dem Jahr 2014 (23), Bezug genommen. Hierbei wird besonders die *Dental Health Component* (DHC) des IOTN erwähnt und die Grade 3 bis 5 in allen Unterkategorien beschrieben (Anhang I).

Die zweite Komponente des IOTN, die *Aesthetic Component* (AC), wird explizit von den Bewertungsrichtlinien ausgenommen, da für die Versicherungsträger nur die medizinische Indikation relevant ist.

Die DHC des IOTN dient somit als Kommunikationsbasis zwischen ZahnärztInnen und den Krankenkassen für die Behandlungsplanung und Administration. Die Zahnfehlstellungen werden in 5 Schweregrade eingeteilt, wobei hier die entscheidende Grenze zwischen der Gruppe 3 und 4 für die Anspruchsberechtigung auf eine „GRATIS Zahnspange“ festgelegt wurde. Demzufolge ist es wichtig, einheitlich, eindeutig und nachvollziehbar zu ermitteln, in welche Gruppe die PatientInnen fallen. Derzeit erfolgt die Vermessung in der Regel manuell. Ab 1. Jänner 2021 ist die Übermittlung der erforderlichen Modelle zur Analyse in digitaler Form, verpflichtend (9).

1.4 Kieferorthopädische Behandlungsnotwendigkeit

Eine kieferorthopädische Behandlungsnotwendigkeit kann verschiedene Ursachen haben. Per Definition ist die Kieferorthopädie die „... Lehre von der Erkrankung, Verhütung und Behandlung von Dysgnathien“ (24). Diese Ansicht unterscheidet sich zum Teil von dem Anspruch, welche die PatientInnen mitbringen, da aus deren Sicht oft die Ästhetik im Vordergrund steht (25,26).

Somit darf der psychosoziale Druck durch eine Zahnfehlstellung nicht vernachlässigt werden, auch wenn diese nicht in einer dringenden zahnmedizinischen Behandlungsnotwendigkeit erfasst werden kann (27). Diese spezielle psychosoziale Auswirkung wird in dieser Studie jedoch nicht weiter betrachtet, da sie für den IOTN keine Relevanz hat.

Um die Behandlungsnotwendigkeit reproduzierbar und vergleichbar zu kategorisieren wurde eine Vielzahl an Vermessungen, Studien und Einteilungen getroffen (28). In der weiteren Folge werden die geführten Untersuchungen anhand des derzeit für die österreichische Befunderhebung in der Kieferorthopädie besonders relevanten IOTN erhoben.

1.4.1 *Index of Orthodontic Treatment Need (IOTN)*

Forderungen nach einer einheitlichen, vergleichbaren und internationalen Kategorisierung einer kieferorthopädischen Behandlungsnotwendigkeit führten zur Entwicklung des IOTN. Dieser ist ein Index, der aus einer Zusammenfassung von Befunden aus mehreren Studien entwickelt wurde.

Brook und Shaw haben 1989 eine Zusammenstellung der Ergebnisse veröffentlicht (18), so wie sie auch heute, zum Teil in leicht abgewandelter Form, noch aktuell ist und bei der Publikation von Richmond 2005 Anwendung findet (29).

Zuvor wurden viele großangelegte Studien, vorrangig in Nordeuropa, durchgeführt. In diesen wurden Kinder, Jugendliche und junge Erwachsene vermessen und befragt. So haben sich für den IOTN zwei Bereiche ergeben, die *Dental Health Component (DHC)* und die *Aesthetic Component (AC)*.

Linder-Aronson hat unter anderem 3500 Kinder untersucht, in die Klassen 0 bis 4 eingeteilt und auch auf die psychologische Komponente der Zahnfehlstellungen hingewiesen (30). Shaw selbst hat auch davor bereits an Untersuchungen zu Reproduzierbarkeit bzw. zu

Ästhetik und Selbstwahrnehmung von PatientInnen mitgewirkt (7,31). Diese Ergebnisse der Ästhetik sind in die AC mit eingeflossen.

Der IOTN wird in 5 Hauptgruppen entsprechend der DHC eingeteilt. Für die DHC sind zusammenfassend die Kriterien aus Abbildung 1: IOTN DHC Einteilung (18) erhoben worden.

Table 1 Index of orthodontic treatment need dental health component: for use on patients.
<p><i>Grade 5—Very great</i> Defects of cleft lip and/or palate. Increased overjet greater than 9 mm. Reverse overjet greater than 3.5 mm with reported masticatory or speech difficulties. Impeded eruption of teeth (with the exception of third molars) due to crowding, displacement, the presence of supernumerary teeth, retained deciduous teeth and any other pathological cause. Extensive hypodontia with restorative implications (more than one tooth missing in any quadrant) requiring pre-restorative orthodontics.</p>
<p><i>Grade 4—Great</i> Increased overjet greater than 6 mm but less than or equal to 9 mm. Reverse overjet greater than 3.5 mm with no reported masticatory or speech difficulties. Reverse overjet greater than 1 mm but less than or equal to 3.5 mm with reported masticatory or speech difficulties. Anterior or posterior crossbites with greater than 2 mm displacement between retruded contact position and intercuspal position. Posterior lingual crossbites with no occlusal contact in one or both buccal segments. Severe displacement of teeth greater than 4 mm. Extreme lateral or anterior open bite greater than 4 mm. Increased and complete overbite causing notable indentations on the palate or labial gingivae. Patient referred by colleague for collaborative care e.g. periodontal, restorative or TMJ considerations. Less extensive hypodontia requiring pre-restorative orthodontics or orthodontic space closure to obviate the need for a prosthesis (not more than 1 tooth missing in any quadrant).</p>
<p><i>Grade 3—Moderate</i> Increased overjet greater than 3.5 mm but less than or equal to 6 mm with incompetent lips at rest. Reverse overjet greater than 1 mm but less than or equal to 3.5 mm. Increased and complete overbite with gingival contact but without indentations or signs of trauma. Anterior or posterior crossbite with less than or equal to 2 mm but greater than 1 mm displacement between retruded contact position and intercuspal position. Moderate lateral or anterior open bite greater than 2 mm but less than or equal to 4 mm. Moderate displacement of teeth greater than 2 mm but less than or equal to 4 mm.</p>
<p><i>Grade 2—Little</i> Increased overjet greater than 3.5 mm but less than or equal to 6 mm with lips competent at rest. Reverse overjet greater than 0 mm but less than or equal to 1 mm. Increased overbite greater than 3.5 mm with no gingival contact. Anterior or posterior crossbite with less than or equal to 1 mm displacement between retruded contact position and intercuspal position. Small lateral or anterior open bites greater than 1 mm but less than or equal to 2 mm. Pre-normal or post-normal occlusions with no other anomalies. Mild displacement of teeth greater than 1 mm but less than or equal to 2 mm.</p>
<p><i>Grade 1—None</i> Other variations in occlusion including displacement less than or equal to 1 mm.</p>

Abbildung 1: IOTN DHC Einteilung nach Brook und Shaw
 Einteilung der 5 IOTN-DHC Grade mit Beschreibung der Indikationen
 (Quelle: Brook und Shaw 1989)

1.4.2 Dental Health Component des IOTN (DHC)

Die DHC ist die qualitative Bewertungsmethode für die Beurteilung nach dem IOTN. Hier wird anhand eines hierarchischen Bewertungssystems die Einteilung nach Brook und Shaw in die aufsteigenden Grade 1-5 vorgenommen (18). Dieser Bewertung entsprechend wird in der gleichen Veröffentlichung analog der AC, Grad 1 als kein Behandlungsbedarf und 5 als sehr hoher Behandlungsbedarf angenommen.

Die Einteilung der DHC folgt hierbei in der Wertigkeit absteigend dem „MOCDO“ Schema (Abbildung 2), wobei am Ende nur der schwerwiegendste Wert zählt.

Parameter		
M	missing	fehlende Zähne
O	overjet	sagittale Stufe
C	crossbite	Kreuzbiss
D	displacement	Kontaktpunktverschiebung
O	ovbite	vertikale Überbiss
o	others	sonstiges

Abbildung 2: IOTN DHC MOCDO Schema für IOTN Einstufung
Reihenfolge für die IOTN Einstufung nach Wertigkeit (höchste zuerst)

Jedem dieser MOCDO Punkte sind weitere Unterpunkte mit lateinischen Kleinbuchstaben zugeordnet, welche die Gradeinteilung bestimmen (Abbildung 3). Exemplarisch wird in diesen Punkten z.B. nach retinierten Zähnen geschaut oder der Lippenschluss betrachtet. Unter „sonstige“ Befunde zählen z.B. Scherenbiss, gekippte, impaktierte, überzählige Zähne oder andere gelistete Fehlstellung.

Für das österreichische Gesundheitssystem wird es in der Vereinbarung über eine gemeinsame Festlegung zum IOTN zwischen ÖZÄK und HVB (Anhang I) für die DHC Grade 3-5 spezifisch ausgeführt (22).


IOTN academy		KFO Screening im Überblick					
		1	2	3	4	5	
MISSING FEHLENDE ZÄHNE	h				max 1 pro Qu	ab 2 in 1 Qu	h
	i					retinierte Zähne Platz ≤ 4mm WG UK≤17/OK≤18mm	i
OVERJET SATGITTALE STUFE	⊕ a		3,6 - 6mm KOMP ¹ 0,1 - 1mm	3,6 - 6mm INKOMP ² ★ 1,1 - 3,5mm OHNE ³	6,1 - 9mm > 3,5mm OHNE ³ 1,1-35mm MIT ⁴ ★	> 9mm	a
	⊖ b m					> 3,5mm MIT ⁴ ★	b m
CROSSBITE KREUZBISS	c		0,1 - 1mm RKP-IKP	> 1 - 2mm RKP-IKP	> 2mm RKP-IKP		c
DISPLACEMENT KONTAKTPUNKT- VERSCHIEBUNG	d	< 1,1mm	1,1 - 2mm	2,1 - 4mm	> 4mm		d
OVERBITE ÜBERBISS	⊕ f		≥ 3,5mm OHNE ⁵	MIT Gingivakontakt	MIT Trauma		f
	⊖ e		1,1 - 2mm	2,1 - 4mm	> 4mm		e
OTHER SONSTIGES			g: Kl bis 1/2 PMB		l: Scherenbiss (4-7) t: gekippt x: überzählig	p: LKG s: versunkene MZ	
Missing Teeth	5i, 5h, 4h				1kompetenter Lippenschluss		
Overjet / reverse OJ	5a, 4a, 3a, 2a, 5m, 4m, 4b, 3b, 2b				2inkompetenter Lippenschluss		
Crossbite	4c, 3c, 2c	copyright by			3ohne Kau- und Sprechschwierigkeiten		
Displacement	4d, 3d, 2d	♦santigli - reicher - greiner♦			4mit Kau- und Sprechschwierigkeiten		
Overbite / open bite	4f, 3f, 2f / 4e, 3e, 2e				5ohne Gingivakontakt		
Other	5p, 5s, 4l, 4t, 4x, 2g				6Bewertung am Modell		

Abbildung 3: IOTN DHC Screening: Definitionen

Beurteilungshilfe für die IOTN DHC Grade 1-5 mit Untergruppen a-x

Quelle: ARGE Dental Public Health der ÖGZMK (mit freundlicher Genehmigung)

Die Abbildung 3 zeigt eine Übersichtskarte für die Beurteilung der DHC. Mit Hilfe dieser Karte wurde im Basiskurs durch die ARGE Dental Public Health der ÖGZMK unterrichtet. Durch die Unterpunkte wird deutlich, dass neben der reinen Modellbeurteilung auch klinische und radiologische Unterlagen vorliegen müssen, so wie es unter anderem bereits 1956 von Gardiner für notwendig erachtet worden ist (15).

Basis für die Einteilung bilden die Arbeiten von Linder-Aronson 1974 (30), Lau et al 1984 (7), Evans und Shaw 1987 (31) sowie Addy 1988(11).

Nach Björk ist seit 1964 festgelegt, dass dritte Molaren nicht mit betrachtet werden, es sei denn es handelt sich um überzählige Zähne (6).

1.4.3 *Aesthetic Component* des IOTN (AC)

Für den IOTN wurde zunächst 1987 von Evans & Shaw eine Methode entwickelt, um die subjektive Einschätzung der Ästhetik anhand von 10 Bildern in eine vergleichbare Skala einzuordnen (31). In dieser Bilderfolge aus einer Sammlung von 1000 Fotografien von geschlossenen Gebissen von 12-jährigen Kindern wurden entsprechend 10 Bilder ausgewählt und von 1 bis 10 nummeriert. Dabei entspricht 1 einer sehr starken Zahnfehlstellung mit sehr hohem Behandlungsbedarf und 10 entspricht einer optimalen Zahnstellung ohne Behandlungsbedarf. Diese Einteilung und die zugehörigen Bilder wurden 1989 von Brook und Shaw adaptiert. Die Reihenfolge wurde umgedreht und die Einteilung erfolgte in halben Schritten von 1-5, um sie der Einteilung der DHC anzugleichen (18). Richmond hat 2005 in der ersten Auflage seiner Arbeit „Evaluating Effective Orthodontic Care“ (29) wieder die ganzzahlige Skala von 1-10 aufgegriffen, jedoch mit der Reihenfolge 1 entspricht keiner Behandlungsnotwendigkeit und 10 entspricht einer sehr hohen Behandlungsnotwendigkeit (Abbildung 4).



Abbildung 4: IOTN AC standardisierte Referenzfotos
Einteilungshilfe der Ästhetischen Komponente mit 10 intraoralen Fotos
(Quelle: Richmond 2005)

2 Ziele und Fragestellung

Das Ziel der Arbeit war es herauszufinden, wie groß der Nutzen einer digital unterstützten Modellbewertung in der Kieferorthopädie ist und ob sie eine anwendbare Alternative zur manuellen Bewertung darstellt. Es stellt sich die Frage, ob es einen Unterschied in der Bewertung der Modelle durch unterschiedliche UntersucherInnen aus dem zahnmedizinischen Fachpersonal zwischen der bisherigen manuellen und der neuen digitalen Methode gibt.

Zu erwarten ist, dass es zu einer deutlichen Zunahme der Übereinstimmung zwischen den BeurteilerInnen kommt, welche mit einer Arbeitserleichterung einhergeht und somit eine praktikable Alternative zur bisherigen manuellen Bewertung darstellt. In diesem Zusammenhang sollte bei der Analyse auch die Wirtschaftlichkeit der beiden Messverfahren berücksichtigt werden.

Hauptfragestellung:

Nullhypothese (H₀): Es besteht kein Unterschied zwischen manueller und digital unterstützter IOTN Bewertung

Alternativhypothese (H₁): Es besteht ein Unterschied zwischen manueller und digital unterstützter IOTN Bewertung

Nebenfragestellungen:

Lässt sich durch die digital unterstützte IOTN Bewertung eine Verbesserung in der Übereinstimmung mehrerer UntersucherInnen erreichen?

Gibt es einen Unterschied in der Wirtschaftlichkeit zwischen manuellem und digital unterstütztem Verfahren anhand von ausgewählten Merkmalen?

3 Material und Methoden

3.1 Studiendesign

Für den Vergleich der manuellen mit der digital unterstützten IOTN Bewertung war es notwendig beide Bewertungsmethoden individuell zu betrachten.

Bei dieser retrospektiven Studie sind Gipsmodelle aus einem Archiv ausgewählt worden, welches im Rahmen des Zahnmedizinstudiums von Studierenden angelegt wurde.

Um die Beurteilung des IOTN durch mehrere BeurteilerInnen vergleichen zu können, wurden drei UntersucherInnengruppen gebildet. Es wurde unterschieden in erfahrene KieferorthopädInnen, Studierende der Zahnmedizin und zahnärztliche Fachassistentinnen. Allen gemeinsam war, dass vor der Beurteilung der Modelle ein IOTN Basiskurs besucht wurde. Dieser Eintageskurs wurde von der ARGE Dental Public Health der Österreichischen Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde (ÖGZMK) durchgeführt bzw. im Rahmen des Zahnmedizinstudiums abgehalten.

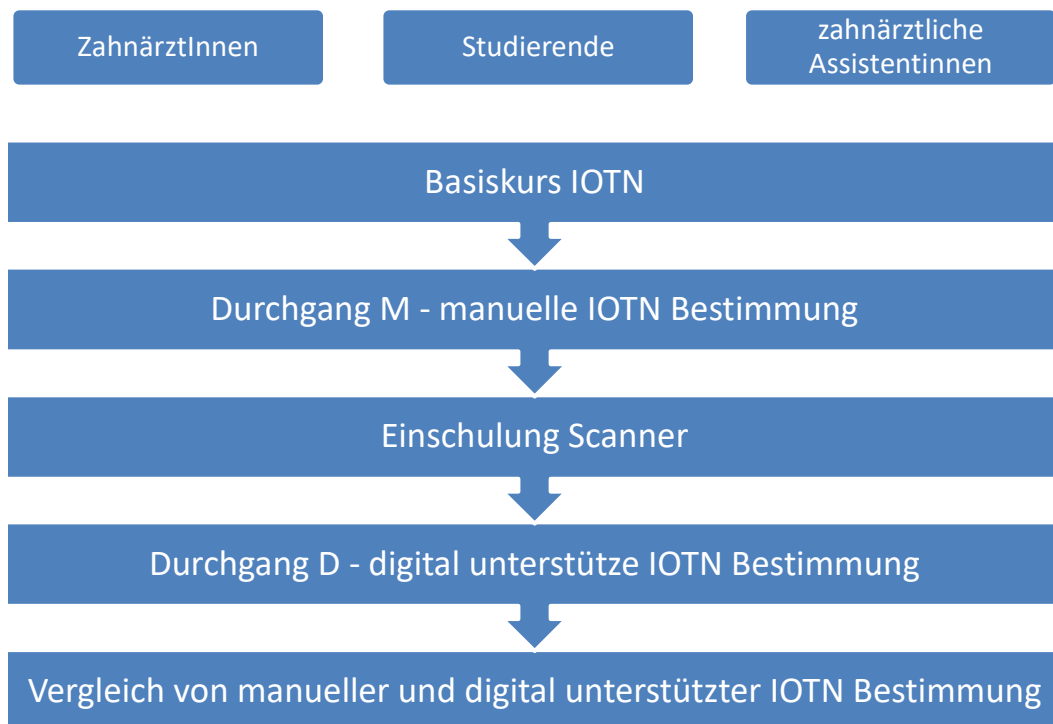


Abbildung 5: Studiendesign

Zunächst wurde die manuelle Bestimmung des IOTN mittels IOTN-Lineal (Abbildung 6) und/oder Schiebelehre durchgeführt (Durchgang M). Im Anschluss erfolgte, nach

entsprechender Einschulung, die digital gestützte Beurteilung der Gipsmodelle (Durchgang D) mit dem Modellscanner S600 ARTI von Zirkonzahn (im Folgenden als Zirkonzahn bezeichnet) und der Onyx Ceph3 Software [Version IOTN2] (im Folgenden als Onyx bezeichnet) (Abbildung 7).

Alle erhobenen Daten wurden auf die entsprechend entwickelten Einzeldatenblätter (Anhang II) übertragen und für die statistische Auswertung in eine Microsoft Office EXCEL Datenmatrix (im Folgenden als Datenmatrix bezeichnet) eingefügt.

3.2 *UntersucherInnen*

Bei der UntersucherInnengruppe wurde darauf geachtet möglichst alle potenziell mit der Auswertung des IOTN in Kontakt kommenden Personengruppen abzubilden. Somit bestanden die UntersucherInnen aus 9 Personen, nämlich 3 qualifizierten KieferorthopädInnen, 3 Studierende der Zahnmedizin und 3 zahnärztliche Assistentinnen (Tabelle 1). Diese Personen haben sich bereit erklärt Gipsmodelle nach den im vorangegangenen Tageskurs erlernten Kriterien des IOTN zu vermessen.

Tabelle 1: Merkmale UntersucherInnen

Überblick der UntersucherInnen in dieser Studie mit Ausbildungsgrad und Berufserfahrung (n=9)

ID	Ausbildungsgrad	Berufserfahrung
E1	Kieferorthopäde	26 Jahre KFO, IOTN Kurstrainer
E2	Zahnärztin	21 Jahre KFO neben Allgemeinpraxis
E3	Kieferorthopädin	18 Jahre KFO, IOTN Kurstrainerin
E4	Studentin der Zahnmedizin	5. Studienjahr
E5	Student der Zahnmedizin	5. Studienjahr
E6	Studentin der Zahnmedizin	5. Studienjahr
E7	Zahnärztliche Assistentin	11 Jahre KFO
E8	Zahnärztliche Assistentin	4 Jahre KFO
E9	Zahnärztliche Assistentin	beginnend KFO

Die KieferorthopädInnen haben zwischen 18 und 26 Jahren kieferorthopädische Erfahrung. Die Studierenden der Zahnmedizin befanden sich zum Zeitpunkt der Untersuchung im 5. Studienjahr und bringen somit zahnmedizinische Grundlagenkenntnisse mit. Bei den zahnärztlichen Assistentinnen splittet es sich in eine gerade fertig ausgebildete Fachassistentin und zwei Assistentinnen mit 3 bzw. 9 Jahren kieferorthopädischer Erfahrung.

3.3 Auswahl der Studienmodelle

Die Gipsmodelle für die Studie stammen aus einem Archiv, welches im Zeitraum von 2004 bis 2016 angelegt wurde. Diese anonymisierten Modelle von Studierenden entstanden im Rahmen des Zahnmedizinstudiums an der Medizinischen Universität Graz im 3. Studienjahr. Es handelt sich somit um paarige Ober- und Unterkiefermodelle von jungen Erwachsenen mit einem Mindestalter von 20 Jahren.

Die Zahl der zu planenden Durchläufe hat sich nach der Durchführbarkeit und den bisher bekannten Studienlagen gerichtet. In diesen wurden von einzelnen Untersuchungsmodellen mit bis zu 130 Modellen berichtet. Jedoch existieren bisher keine derartigen Untersuchungen mit 9 BeurteilerInnen.

Für die vorliegende Pilotstudie wurden 40 Modelle nach dem Zufallsprinzip für den Vergleich zwischen der manuellen und der digital unterstützte IOTN Bestimmung ausgewählt, welche sich entsprechend der Vergleichsarbeit von Scardelli 2018 (1) und Reischmann 2020 (2) ergeben. Die Datenlage entspricht einer Vergleichsarbeit von Steinhuber 2018 aus dem Bereich der digitalisierten Planung in der orthognathen Kieferchirurgie (32).

3.4 Anleitung und Arbeitsplatz

Für die Beurteilung der Gipsmodelle wurde eine genaue Arbeitsreihenfolge festgelegt. Diese erfolgte tabellarisch mit Auflistung der Modelle in der abzuarbeitenden Reihenfolge und einer Zuordnung zu den neun UntersucherInnen. Somit war es möglich, das Einhalten der Arbeitsreihenfolge bei paralleler Arbeit einzuhalten. Die ausgewählten Gipsmodelle wurden sortiert gelagert, um die Reihenfolge der Untersuchung zu gewährleisten.

3.4.1 Manuelle Beurteilung

Für die manuelle Beurteilung der Gipsmodelle stand ein einfacher Arbeitsplatz mit den gelagerten Gipsmodellen zur Verfügung. Am Arbeitsplatz lag eine Modellliste und eine Kurzbeschreibung des IOTN mit den Kriterien im Postkartenformat (Abbildung 3), sowie eine genaue Beschreibung der einzelnen IOTN Grade mit den entsprechenden Unterkategorien, aus. Für die Beurteilung und Dokumentation war ein IOTN-Lineal (Abbildung 6), die AC Übersicht mit den 10 Fotos (Abbildung 4), beides nach Richmond (23), und die Einzeldatenblätter der aktuellen Version (Anhang II) vorhanden. Ebenso lag eine Stoppuhr parat. Individuell war es auch möglich anstatt des IOTN-Lineals mit einer Schiebelehre zu arbeiten.

Das IOTN-Lineal muss, wie in der Abbildung 6 sichtbar, bündig mit der Startmarkierung abschließen, um keine fehlerhaften Messungen zu generieren. Es darf also auf der linken Seite kein Plastiküberstand vorhanden sein, welcher bei neuen Linealen zum Teil besteht.

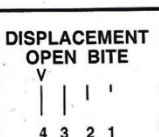
0	3	4	5	5 Defect of CLP	3 O.B. with NO G + P trauma	DISPLACEMENT OPEN BITE 
1	2		5 Non eruption of teeth	3 crossbite 1-2 mm discrepancy		
2	c		5 Extensive hypodontia	2 O.B. > —		
3		4	4 Less extensive hypodontia	2 Dev. From full interdig		
4	ms - 5		4 Crossbite > 2 mm discrepancy	2 Crossbite < 1mm discrepancy		
			4 Scissors bite			
			4 O.B. with G + P trauma			
IOTN © VICTORIA UNIVERSITY OF MANCHESTER						

Abbildung 6: IOTN-Lineal nach Richmond

(copyright University of Manchester)

Links der Bereich für overjet und overbite, Rechts der Bereich für displacement und open bite

Im IOTN Basiskurs wurden die Hilfsunterlagen unterrichtet und zur Verfügung gestellt. Die genauen Arbeitsabläufe zur manuellen Beurteilung sind bei Scardelli 2018 erläutert, werden hier aber in den wichtigsten Punkten zusammengefasst (1).

Nachdem die UntersucherIn das Modell der entsprechenden Beurteilungsreihenfolge vor sich hatte, wurde die Stoppuhr gestartet und die Modelle auf Zuordnung, Beschädigungen

und passende Bissplatte sowie fehlende Zähne kontrolliert. Bei fehlenden Zähnen erfolgte die Eintragung entsprechend dem Einzeldatenblatt mit Zuordnung der Ursache laut vorgegebenen Möglichkeiten. Direkt im Anschluss wurde die erste Zwischenzeit (T1 – Administrationszeit) im Datenblatt eingetragen.

Im nächsten Schritt erfolgte die Beurteilung des IOTN durch systematische Beurteilung der einzelnen Abfragepunkte auf dem Datenblatt für DHC und AC mit den zur Verfügung stehenden Hilfsmitteln. Am Ende wurde die Stoppuhr abgelesen und der Wert (T4 – IOTN Zeit) in das Datenblatt eingetragen.

3.4.2 Digitale Beurteilung

Für die digital unterstützte Beurteilung haben alle UntersucherInnen bereits die manuelle Beurteilung erledigt. Für diesen Durchgang „D“ wurden die Gipsmodelle wieder in einer Modellliste entsprechend der Beurteilungsreihenfolge aufgelistet. Diese Liste lag am Scanner Arbeitsplatz (Abbildung 7) aus, welcher mit dem „Scanner S600 ARTI“ der Firma Zirkonzahn und einem Windows-PC mit Onyx Ceph3-Software ausgestattet war. Bei dem verwendeten Scanner handelt es sich um einen vollautomatischen Streifenlichtscanner mit zwei hochauflösenden Hochgeschwindigkeitskameras (33). Die Modelle und die Einzeldatenblätter „D“ zur Dokumentation wurden am Arbeitsplatz bereitgestellt. Nach den ersten Probendurchgängen wurde, zusätzlich zu der Einschulung mit dem Scanner und der Software, eine ausführliche Scananleitung mit Bildern und Beschreibung zu jedem Arbeitsschritt nur für diesen Studienzweck erstellt und als Arbeitsheft ausgelegt (Anhang IV). Ergänzend waren auch die Arbeitsmaterialien aus der manuellen Beurteilung am Arbeitsplatz hinterlegt.

Der genaue Scanvorgang ist bei Reischmann 2020 erläutert, soll hier jedoch in den wesentlichen Punkten herangezogen werden (2).

Zunächst wurden je UntersucherIn drei Probemodelle entsprechend den Herstellerangaben des Scanners und der Scananleitung gescannt und beurteilt. Zu Beginn wurde je UntersucherIn pro Modell eine „PatientInnenakte“ in Onyx angelegt. Dann wurde die Stoppuhr gestartet und es erfolgte die Kontrolle der Modelle auf korrekte Zuordnung, Beschädigungen und passende Bissplatte sowie fehlende Zähne. Bei fehlenden Zähnen erfolgte die Eintragung entsprechend dem Einzeldatenblatt mit Zuordnung der vermuteten

Ursache laut vorgegebenen Möglichkeiten. Direkt im Anschluss wurde die erste Zwischenzeit (T1 - Administrationszeit) im Datenblatt eingetragen.

Es folgte die Montage der Ober- und Unterkiefermodelle zunächst einzeln auf einer Modellhalterung und dann gemeinsam mittels Fixierklammer in Okklusion zum Scan. Die korrekte Zuordnung der Kiefer zueinander erfolgt durch Setzen von vier Markierungspunkten am PC in der Desktopoberfläche Zirkonzahn. Wenn der Scan korrekt war, wurde dieser gespeichert und am Protokoll die Zwischenzeit (T2) eingetragen. Andernfalls musste der Scan wiederholt werden.

Bevor nun der IOTN bestimmt werden konnte, mussten die digitalen Modelle noch technisch bearbeitet werden. Dazu wurden die Modelle digital beschnitten, gesockelt und beschriftet. Nachdem diese technische Arbeit erledigt war, wurde erneut gespeichert und die dritte Zwischenzeit – „digitale Bearbeitung“ (T3) eingetragen.

Als nächster Schritt wurden die Modelle segmentiert, und somit die Zähne durch Mausclick ihrer Position zugeordnet. Die Software begann dabei mit der Berechnung der einzelnen Komponenten entsprechend der IOTN Vorgaben. Es folgt eine Reihe von Abfragepunkten, welche zuvor klinisch bzw. technisch am Gipsmodell oder am Röntgen erhoben wurden. Ebenso mussten gewisse Referenzpunkte gesetzt werden bzw. konnten auch Messpunkte verschoben werden, wenn diese von der Software nicht korrekt platziert wurden.

Für die AC wurden einem 10 Farbbilder von Zahnfehlstellungen eingeblendet, die sich an der Bildfolge von Evans und Shaw orientieren, wobei auch hier 1 keine Behandlungsnotwendigkeit und 10 sehr hohe Behandlungsnotwendigkeit bedeutet.

Im Anschluss wurden die ermittelten IOTN Werte auf das Einzeldatenblatt „D“ übertragen und die letzte Zeit (T4) wurde eingetragen.

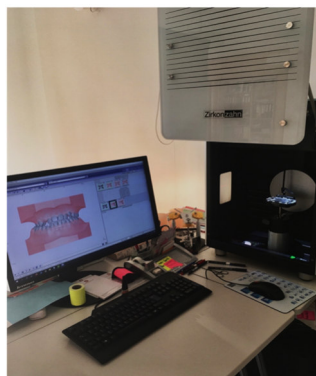


Abbildung 7: Arbeitsplatz digital mit Modellscanner und PC

Arbeitsplatz für die digitale IOTN Vermessung mittels Streifenlichtscanner S600 Arti (Fa. Zirkonzahn) und PC mit Onyx Ceph3 Software

Quelle: Julia Reischmann (mit freundlicher Genehmigung)

3.5 Datensammlung

3.5.1 Einzeldatenblatt

Das Protokoll zur Datenerhebung entstand in mehreren Durchläufen in Form von Einzeldatenblättern unter dem Projektnamen „IOTN 3000“, so dass nach sieben Versionen die finalen Versionen für die jeweiligen Durchgänge vorlagen (Anhang II). Die Einzeldatenblätter entsprachen dabei den Durchgängen der Beurteilung, wobei „M“ der manuelle Durchgang ist. Nach diesem Durchgang wurde das Datenblatt für den digital unterstützten Durchgang „D“ erstellt.

Wichtig für die Umsetzung war die Erstellung eines leicht verständlichen und kompakten Einzeldatenblattes. So wurden alle wichtigen Informationen für diese und mögliche weitere Studien auf eine DIN A4 Seite komprimiert. Zusätzlich wurde ein Codebuch (Anhang III) erstellt, welches die genaue Erläuterung der einzelnen Abfragepunkte erfasst.

Die wichtigsten Abfragepunkte für diese Arbeit betrafen die Zeiterfassung (Stunden, Minuten, Sekunden), anonymisierte Identifikation der Modelle (individuelle vierstellige fortlaufende Nummer), technische Qualität der Modelle und fehlende Zähne laut Zahnschema mit Einschätzung der Ursache (ausgenommen 8er). Die Ursache wurde geschätzt, da weder Röntgen noch weitergehende Anamnesen vorhanden waren. Die Beurteilung des IOTN wurde für die DHC mittels MOCDO (Grad 1-5, a-x) bestimmt. Die AC (Grad 1-10) wurde in dieser Studie ebenfalls durch die BeurteilerInnen erfasst. Speziell zur d-Komponente (Kontaktpunktverschiebung) wurde ergänzend notiert, wo der größte anzunehmende Wert gemessen wurde.

Für den Durchgang D wurden die Arbeitszeiten zusätzlich in die einzelnen Unterarbeitsschritte aufgesplittet, so dass eine genaue Analyse von Vorarbeit, 3D Scan, PC-Arbeitszeit und der IOTN Auswertung möglich war. Des Weiteren wurden den Datenblättern die verwendeten Bezeichnungen der Variablen für die Datenmatrix zugefügt, um eine unmissverständliche Eintragung in der Datenmatrix zu garantieren. In der Zeitmessung unterschieden sich die Durchgänge M und D im Arbeitsablauf. Der Durchgang M wurden in Administrationszeit (T1) und Abschlusszeit (T4) unterschieden. Für den Durchgang D wurde zusätzlich eine Scanzeit (T2) und eine digitale Bearbeitungszeit (T3) eingefügt (Anhang II).

3.5.2 Datenmatrix

Die gesammelten Daten der Datenblätter wurden in eine Datenmatrix (Microsoft Office 365 ProPlus EXCEL Version 2002) übertragen und ausgewertet. Jedem einzelnen Abfragepunkt aus den Datenblättern ist hier, ebenfalls in einem Codebuch hinterlegt (Anhang III), eine Variable zugeordnet. Gleiche Abfragepunkte der verschiedenen Durchgänge erhalten dabei die gleichen Variablen. Thematisch zusammengehörige Parameter wurden durch Farbmarkierungen optisch hervorgehoben. Im Detailausschnitt in Abbildung 8 erkennt man, dass gleiche Variablen in der Datenmatrix einander zugeordnet sind.

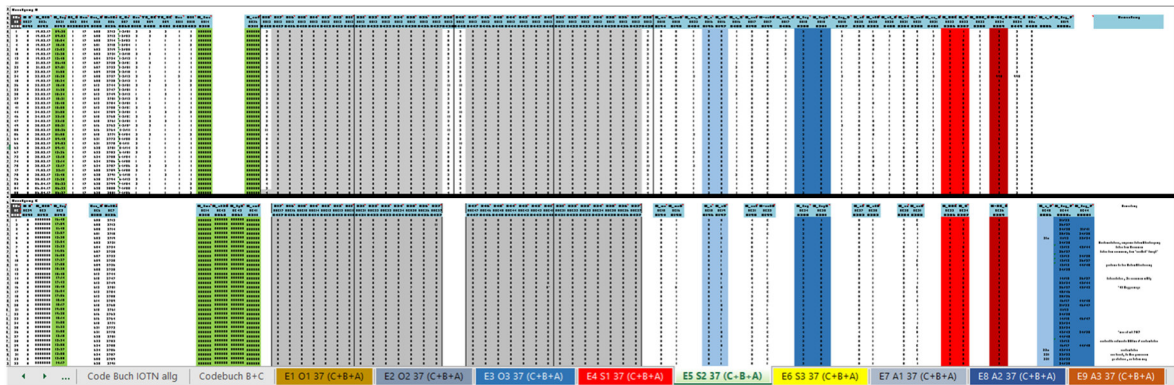


Abbildung 8a: Datenmatrix Überblick

1	1	00:01:10	00:03:42	0	0
1	1	00:00:45	00:01:58	0	0
1	1	00:01:30	00:03:18	2	0
1	1	00:01:30	00:04:52	0	0
1	1	00:02:00	00:03:14	2	0
1	1	00:01:25	00:04:00	0	0
1	3	00:03:34	00:07:03	4	0
1	3	00:01:29	00:03:56	2	0
1	2	00:01:10	00:04:23	4	0

Durchgang D

M_time	M_st3D	M_digB	M_end	V17
VC14	VC42	VC 43	VC41	VZC17
V210	V560	V561	V211	V417
00:01:11	00:09:24	00:24:06	00:26:42	0
00:01:10	00:09:50	00:19:50	00:23:45	0
00:01:00	00:07:42	00:14:00	00:19:22	0
00:00:40	00:07:42	00:12:30	00:20:14	0
00:01:20	00:01:24	00:15:01	00:21:35	0
00:00:55	00:04:20	00:08:33	00:37:35	0
00:00:50	00:03:50	00:10:46	00:24:36	0
00:00:59	00:20:00	00:30:00	00:34:00	0
00:02:16	00:09:50	00:17:00	00:26:50	0

Abbildung 8b: Datenmatrix Detail

Abbildung 8: IOTN–Datenmatrix (a) Überblick und (b) Detail

Überblick der Datenmatrix mit manuellem und digitalem Durchgang einer UntersucherIn im Vergleich innerhalb der kompletten Datenmatrix aller UntersucherInnen inkl. Codebuch (oben). Ausschnitt der Zeiterfassung zwischen Durchgang M und D im Vergleich mit Angabe einer Kurzbezeichnung und der Variablen laut Einzeldatenblatt bzw. Codebuch (Anhang II, Anhang III)

3.6 Datenschutz

Die anonymisierten Gipsmodelle wurde von Frau DDr.ⁱⁿ Santigli an den Studenten Thomas Koch übergeben. Die Modelle sind mit einer vierstelligen Nummer codiert (ID) und sämtliche Informationen sind datensicher mit einem Microsoft Visual Basic (VBA) Code verschlüsselt (34). Dieser Code erlaubt eine direkte Ver- und Entschlüsselung in Excel, wobei der Zugriff auf die Originaldaten nur durch die Studienleitung möglich ist.

Für die Datenerhebung am Einzeldatenblatt und die Zusammenführung in der Datenmatrix wurde ausschließlich die ID verwendet. Die auszuwertenden Daten sind auf einem PC mit Zugriffsbeschränkung für die Studienleiterin Frau DDr.ⁱⁿ Santigli gespeichert.

3.7 Ethische Überlegungen plus Votum

Die mit den Prüfobjekten assoziierten Personen haben keinen direkten Nutzen aus der Studie. Da es sich um eine rein retrospektive Auswertung der Daten handelt liegt auch kein Risiko vor. Das einzig mögliche Risiko, das Bekanntwerden der sensiblen Daten wird durch die Pseudonymisierung und Zugriffsbeschränkung minimiert.

Die Untersuchung wurde durch die Ethikkommission der medizinischen Universität Graz mit dem Votum Nummer 32-038 genehmigt (Anhang V).

3.8 Kosten-Nutzen-Evaluierung

Bei der vorliegenden Untersuchung handelt es sich um eine retrospektive Studie von archivierten Gipsmodellen, welche während der studentischen Lehre entstanden sind. Für die Studie selbst konnte auf bereits vorhandenes Material Zugriff gewährt werden. Die Modelle wurden pseudonymisiert zur Verfügung gestellt.

Die Ergebnisse dieser Studie können für die Planung der kieferorthopädischen Behandlungen von großer Bedeutung sein, da die Umsetzung der Rahmenrichtlinien für die Kassenzahnspange mit der Digitalisierung einen noch nicht erhobenen finanziellen und personellen Aufwand bedeutet.

Die in dieser Studie erhobenen Daten sind über mehrere Stufen erhoben worden, und bringen in jeder einzelnen Studienphase und im Ganzen betrachtet einen hohen Mehrwert gegenüber dem Aufwand. Die erhobenen Daten dienen mehreren geplanten Studienzwecken und können sowohl ergänzt werden als auch für weitere Studien genutzt werden.

4 Ergebnisse

Im Folgenden werden die Resultate aus dem manuellen Durchgang mit denen aus dem digital unterstützten Durchgang zur IOTN Feststellung ausgewerteten Gipsmodellen verglichen. Von den 40 ausgewählten Modellen konnten drei Gipsmodelle nicht in den Vergleich zwischen „manuell“ und „digital unterstützt“ eingeschlossen werden, da diese drei Gipsmodelle zu wiederholten Übungszwecken verwendet wurden und somit nicht den Einschlusskriterien entsprochen haben.

4.1 Verteilung der IOTN-DHC Grade

In den folgenden zwei Balkendiagrammen (Abbildung 9, Abbildung 10) werden die Verteilung der IOTN-DHC Grade (1-5) mit den Merkmalen (a-x) dargestellt. Die Darstellung zeigt die Ergebnisse aller Vermessungen (9 UntersucherInnen und 37 Gipsmodelle) im Durchgang M (manuell) und im Durchgang D (digital). Die Angaben sind in Prozent der Gesamtwerte aller 9 UntersucherInnen auf 100% aufgeschlüsselt.

Es zeigt sich in beiden Durchgängen eine Häufung des Merkmals „d“ welches für die Kontaktpunktverschiebung im Sinne eines Engstandes steht. Bei der Verteilung der DHC-Grade sieht man, dass der Grad 1 in 1,5% der Fälle gewählt wurde. Im Durchgang D wurde der Grad 1 gar nicht diagnostiziert. Der Grad 4 ist im Durchgang M in 23,62% der Fälle gewählt worden. Dabei fallen 12,27% aller Ergebnisse auf den IOTN Grad 4d. Für den gleichen IOTN Grad 4d haben sich die BeurteilerInnen im Durchgang D mit 11,25% entschieden. Insgesamt wurde der Grad 4 bei diesem Durchgang mit 27,96% diagnostiziert. In jedem Falle ist es mit freiem Auge ersichtlich, dass die beiden Profile nicht ganz übereinstimmen.

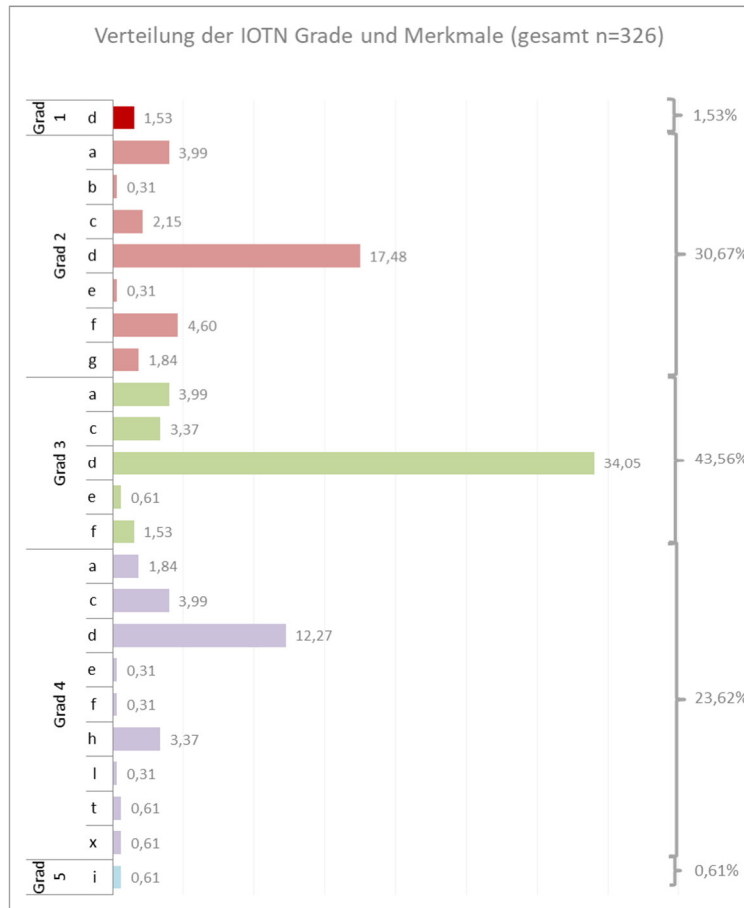


Abbildung 9: Verteilung der IOTN-DHC Grade manuell

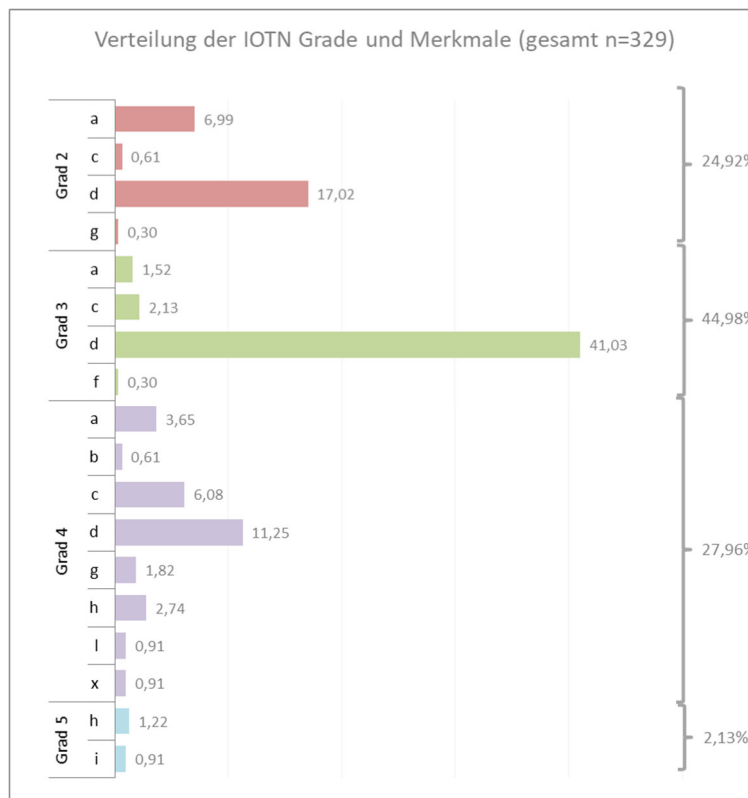


Abbildung 10: Verteilung der IOTN-DHC Grade digital

4.2 Übereinstimmung der IOTN-DHC Grade innerhalb der UntersucherInnen

In Abbildung 11 wird die absolute Verteilung der 37 beurteilten Modelle im Vergleich zwischen Durchgang M (gemustert) und Durchgang D (schwarz) pro UntersucherIn (E1-E9) gezeigt. Anhand der Balkenverteilung lässt sich die Verteilung zwischen den UntersucherInnen vergleichen.

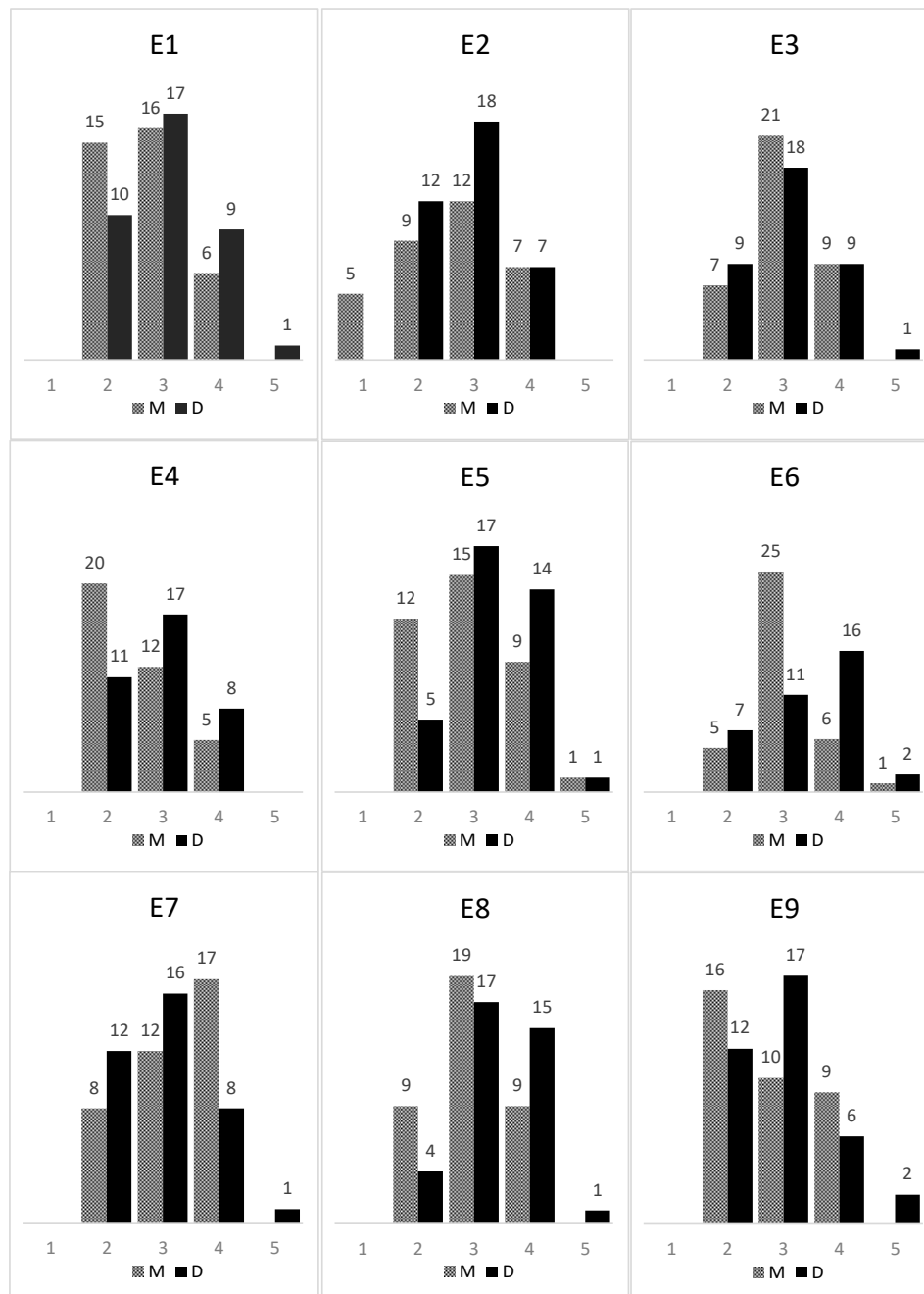


Abbildung 11: Übereinstimmung der IOTN-DHC Grade innerhalb der UntersucherInnen
Säulendiagramm der Verteilung der IOTN-DHC Grad zwischen manuellem (M) und digitalem (D) Durchgang der 37 Gipsmodelle der UntersucherInnen E1-E9

Tabelle 2 stellt dazu die relative Verteilung der erhobenen IOTN Grade je UntersucherIn (E1-E9) gegenüber. Exemplarisch sieht man für E2, dass im Durchgang M 15,2% der Fälle mit IOTN Grad 1 beurteilt wurden. Im Durchgang D wurde dieser Grad nicht vergeben. Bei derselben UntersucherIn wurde der Grad 3 im Durchgang M in 36,4% und im Durchgang D mit 47,2% vergeben.

Tabelle 2: IOTN-DHC Verteilung, relative Häufigkeiten

Vergleich der IOTN Verteilung nach Graden innerhalb und zwischen den UntersucherInnen E1-E9 in Prozent. Verglichen wird der manuelle (M) und der digitale (D) Durchgang.

IOTN	E1		E2		E3		E4		E5		E6		E7		E8		E9		
	M	D	M	D	M	D	M	D	M	D	M	D	M	D	M	D	M	D	
Grad 1			15,2																
Grad 2	40,5	24,32	27,3	30,56	18,9	32,43	54,1	13,51	32,4	19,44	13,5	32,43	21,6	27,03	24,3	32,43	45,7	10,81	
Grad 3	43,2	48,65	36,4	47,22	56,8	48,65	32,4	45,95	40,5	30,56	67,6	45,95	32,4	45,95	51,4	43,24	28,6	45,95	
Grad 4	16,2	24,32	21,2	22,22	24,3	18,92	13,5	37,84	24,3	44,44	16,2	16,22	45,9	24,32	24,3	21,62	25,7	40,54	
Grad 5		2,70						2,70	2,7	5,56	2,7	5,41		2,70		2,70		2,70	

4.3 Übereinstimmung der IOTN-DHC Grade zwischen den UntersucherInnen

Eine genaue Aufschlüsselung zwischen den einzelnen BeurteilerInnen innerhalb der Durchgänge M und D erfolgt in Tabelle 3. Dargestellt ist die Übereinstimmung durch das „Cronbachsche Alpha“.

Die Einteilung erfolgt zwischen 0 und 1, wobei 0 einer inakzeptablen Übereinstimmung entspricht und 1 einer hervorragenden Übereinstimmung.

Hier wurden 5 Abstufungen vorgenommen. Unter 0,5 entspricht hier einer inakzeptablen Übereinstimmung (farblos). Von 0,5 bis kleiner 0,6 ist eine ausreichende Übereinstimmung (orange). 0,6 bis kleiner 0,7 ist eine akzeptable Übereinstimmung (gelb). 0,7 bis unter 0,9 wird als gute Übereinstimmung (hellgrün) eingestuft. 0,9 bis 1 entspricht somit einer hervorragenden Übereinstimmung (dunkelgrün).

Vergleicht man z.B. UntersucherIn E4 mit UntersucherIn E5, so ist im Durchgang M eine Übereinstimmung nach Cronbachs Alpha von 0,652 (akzeptabel) und im Durchgang D von 0,298 (inakzeptabel) feststellbar.

Tabelle 3: IOTN-DHC Übereinstimmung zwischen den UntersucherInnen

Vergleich der Übereinstimmung zwischen den UntersucherInnen (E1-E9) nach Cronbach Alpha und ICC zwischen manueller (M37) und digitaler (D37) IOTN Bewertung von 37 Gipsmodellen

M37	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9
E1	0,650	0,635	0,744	0,856	0,742	0,651	0,735	0,339
E2		0,649	0,526	0,717	0,621	0,545	0,373	0,571
E3			0,528	0,594	0,745	0,760	0,798	0,032
E4				0,652	0,692	0,553	0,642	0,479
E5					0,773	0,624	0,644	0,605
E6		$\alpha_{MW} = 0,59$				0,501	0,693	0,392
E7		ICC = 0,862					0,841	-0,038
E8								0,514

D37	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9
E1	0,683	0,758	0,281	0,675	0,709	0,767	0,883	0,631
E2		0,581	0,336	0,684	0,624	0,622	0,687	0,358
E3			0,231	0,602	0,611	0,740	0,854	0,645
E4				0,298	0,051	0,422	0,283	0,598
E5					0,620	0,562	0,637	0,324
E6		$\alpha_{MW} = 0,56$				0,448	0,682	0,350
E7		ICC = 0,869					0,842	0,589
E8								0,534

Cronbachs Alpha	$\alpha \geq 0,9$ exzellent	$0,9 > \alpha \geq 0,7$ gut akzeptabel	$0,7 > \alpha \geq 0,6$ fragwürdig	$0,6 > \alpha \geq 0,5$ schlecht	$\alpha < 0,5$ inakzeptabel
-----------------	--------------------------------	---	---------------------------------------	-------------------------------------	--------------------------------

Eine hervorragende Übereinstimmung ist weder im manuellen noch im digitalen Durchgang feststellbar.

Eine gute Reliabilität zeigt sich bei Durchgang M in 10 Vergleichen und im Durchgang D bei 7 Vergleichen. Eine akzeptable Übereinstimmung liegt im Durchgang M bei 12 und im Durchgang D bei 13 Vergleichen vor. Eine ausreichende Übereinstimmung ist bei Durchgang M in 8 Fällen und im Durchgang D bei 5 Fällen vorhanden.

Inakzeptabel ist die Übereinstimmung zwischen zwei UntersucherInnen im Durchgang M bei 6 Gegenüberstellungen und im Durchgang D bei 10 Gegenüberstellungen.

Im Mittel liegt eine Reliabilität im Durchgang M bei 0,59 und im Durchgang D bei 0,56.

Der p-Wert für die Reliabilität liegt bei 0,476.

Für den Vergleich der UntersucherInnen untereinander wird der Interklassen-Korrelationskoeffizient (ICC) herangezogen. Der ICC wird im Bereich von 0-1 angegeben, wobei 0 einer schlechten Reliabilität entspricht und 1 einer hohen Reliabilität.

4.4 Übereinstimmung der IOTN-DHC Grade der Merkmale innerhalb und zwischen den UntersucherInnen

In Abbildung 12a und b sind alle 37 für die Studie ausgewählten Gipsmodelle erfasst und dargestellt. Es werden die Durchgänge (Dg.) M und D gegenübergestellt. Es sind jeweils die Gipsmodelle mit den Modellnummern (Mod.Nr.) und je UntersucherIn E1-E9 (siehe Tabelle 1) zusammengefasst.

Im mittleren Bereich zeigen die Tabellen im Bereich der UntersucherInnenübereinstimmung farblich markiert welche Haupt- und welche Untergruppen pro Modell nach Häufigkeit vergeben wurden. Je kräftiger die Farbmarkierung, desto häufiger wurde die Gruppe gewählt. In der Tabellenspalte „max“ in Abbildung 12a ist zusammengefasst, welche Gruppe bei diesem Modell und Durchgang am häufigsten gewählt worden ist. Direkt dazu ist im Bereich der UntersucherIn mit der Methodenübereinstimmung erkennbar von welcher Person, welche Bewertung gestellt wurde. Auch hier sind die häufigsten Befunde farblich hervorgehoben. Bei einer kompletten Übereinstimmung, nur einer IOTN-Übereinstimmung oder nur einer Übereinstimmung des Merkmals sind die Bereiche markiert. In Abbildung 12a sind diese Bereiche durch graue Markierung bzw. hervorgehobene Buchstaben markiert. Zur besseren Veranschaulichung wird in Abbildung 12b durch farbliche Markierung hervorgehoben, ob lediglich die Haupt- oder Untergruppe bzw. eine komplette Übereinstimmung vorliegt. Übereinstimmungen werden hier nur im Bereich der gleichen Modellnummern betrachtet.

Zusätzlich sind die Übereinstimmungen der ausgewählten Gruppen zwischen Durchgang M und D hervorgehoben. Mit Stern (*) sind in Abbildung 12a die Ergebnisse markiert, bei denen zumindest zwei Komponenten mit gleicher Häufigkeit so gewählt wurden, dass keine eindeutige Aussage zur häufigsten Kategorie getroffen werden kann. In diesen Fällen wurde die Einstufung zugunsten einer Übereinstimmung getroffen, wenn kein anderes Merkmal öfter gewählt wurde.

Betrachtet man die Übereinstimmung der Hauptgruppen so kann man sehen, dass in 24 von 37 Fällen der häufigste IOTN Grad in Durchgang M und Durchgang D gleich gemessen wurde. Dies entspricht 64,86%. Zieht man die 7 mit Stern markierten Übereinstimmungen ab, bleiben 17 Übereinstimmungen stehen. Dies entspricht 45,95% häufigster Übereinstimmung zwischen Durchgang M und D in der DHC-Hauptgruppe. Bei der Untergruppe wurden in 33 von 37 Fällen in der Mehrheit der Fälle die gleichen Komponenten diagnostiziert. Dies entspricht 89,19%. Nach Abzug von 4 nicht eindeutigen Zuordnungen verbleiben 29 Übereinstimmungen in der Untergruppe. Dies entspricht 78,38% Übereinstimmung.

Im Konkreten kann man dies am Beispiel mit der Modellnummer 5 zeigen. Die meisten UntersucherInnen haben sowohl im Durchgang M als auch im Durchgang D für die DHC die Hauptgruppe „3“ und die Untergruppe „d“ gewählt. Im Durchgang M haben sich allerdings 4 UntersucherInnen für IOTN Grad 3 und 4 UntersucherInnen für IOTN Grad 4 entschieden. Eine UntersucherIn hat IOTN Grad 2 gewählt. Im Durchgang D haben sich dann 8 UntersucherInnen für IOTN Grad 3 entschieden und 1 Person hat IOTN Grad 4 diagnostiziert. Betrachtet man jetzt die UntersucherInnen einzeln, sieht man, dass UntersucherIn E1, E4 und E6 in beiden Durchgängen den gleichen IOTN Grad bestimmt haben. Bei den anderen UntersucherInnen sind die Diagnosen in den beiden Durchgängen unterschiedlich. Bei den UntersucherInnen E1, E4 und E6 haben E1 und E6 auch dieselbe Untergruppe „d“.

Im Überblick der Untergruppen, sieht man in Summe, dass die Untergruppe „d“ in beiden Durchgängen am häufigsten gewählt wurde. Im Durchgang M haben 6 von 9 UntersucherInnen Gruppe „d“ gewählt und 3 wählten die Gruppe „c“. Bei Durchgang D haben 7 UntersucherInnen die Untergruppe „d“ und 1 UntersucherIn die Gruppe „c“ gewählt. Somit sind 8 von 9 UntersucherInnen in der Übersicht erfasst. Die im Überblick nicht erfasste UntersucherIn ist in diesem Fall E5. Diese Person hat die Untergruppe „l – Scherenbiss ohne funktionalen Okklusionskontakt in mindestens einem der beiden Seitenzahnsegmente – Messbereich: Zähne 4-7“ (22) diagnostiziert.

Die beiden häufigsten Gruppen zusammengefasst ergeben den IOTN Grad 3d. Am Modell Nr. 5 ist dieser im Durchgang M von 3 UntersucherInnen und im Durchgang D von 7 der 9 UntersucherInnen diagnostiziert worden. Exakt übereinstimmend zwischen Durchgang M und D waren 2 UntersucherInnen.

4.5 Zeitaufwand für IOTN Bestimmung

4.5.1 Zeitvergleich nach Methode

Die folgende Boxplot Grafik zeigt den Zeitaufwand für die IOTN Bestimmung im Durchgang M und D pro UntersucherIn (E1-E9) in Sekunden. Der Mittelwert wurde für die IOTN Bestimmung im Durchgang M mit 115 Sekunden (1:55min) und im Durchgang D mit 508 Sekunden (8:28min) bestimmt.

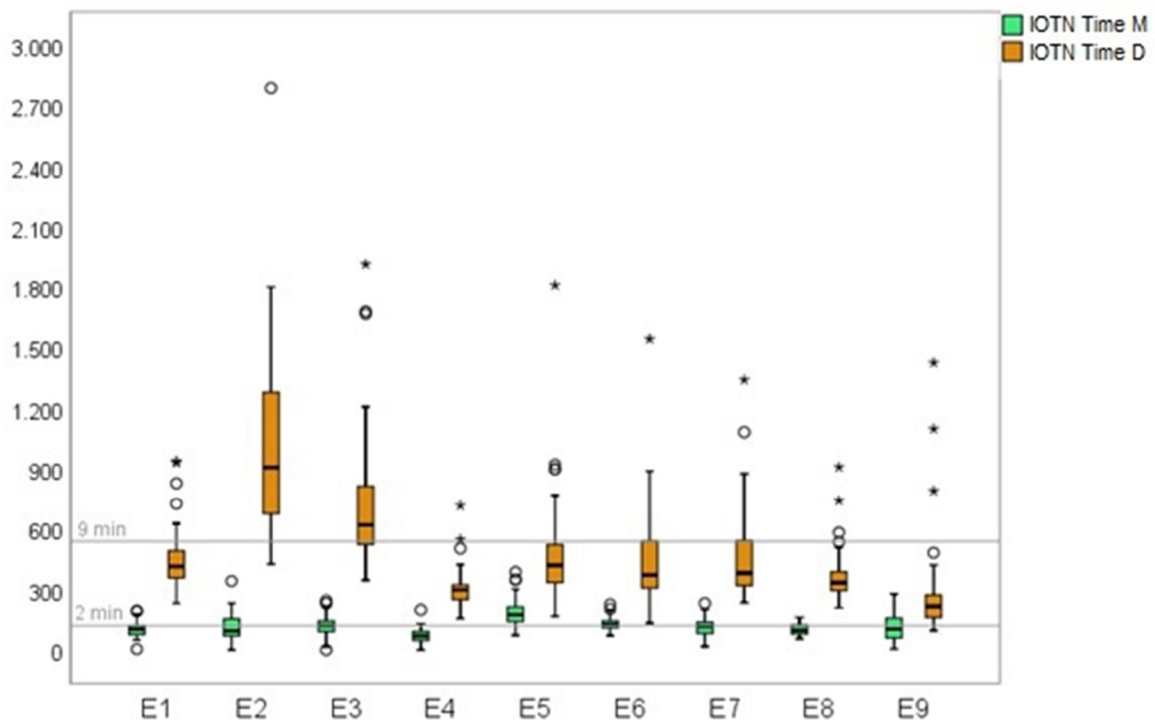


Abbildung 13: IOTN-DHC Zeitaufwand nach Methode

Boxplots für den Vergleich Zeitaufwand Dg. M vs. D pro UntersucherIn E1-E9 in Sekunden.

° und * Markieren starke Abweichungen innerhalb eines Durchgangs.

Mit grün ist der Durchgang M und mit orange der Durchgang D dargestellt.

Der Median liegt verteilt von 70 bis 175 Sekunden bei Durchgang M und zwischen 215 und 450 Sekunden bei Durchgang D, wobei E2 mit 909 Sekunden und E3 mit 622 Sekunden im Median darüber liegen. Mit * und ° werden einzelne Ausreißer dargestellt.

4.5.2 Zeitvergleich nach Berufsgruppen

Um die einzelnen Berufsgruppen zu vergleichen, wird der durchschnittliche Zeitaufwand in Minuten für die IOTN Bestimmung im folgenden Säulendiagramm gezeigt. Es sind jeweils gepaart die UntersucherInnen-Gruppen KieferorthopädInnen, Assistentinnen, StudentInnen und gesamt dargestellt. Schraffiert wird der manuelle Durchgang gezeigt und mit vollen Säulen der digitale Durchgang dazugestellt. Die Einteilung der Berufsgruppen ist in Tabelle 1: dargestellt.

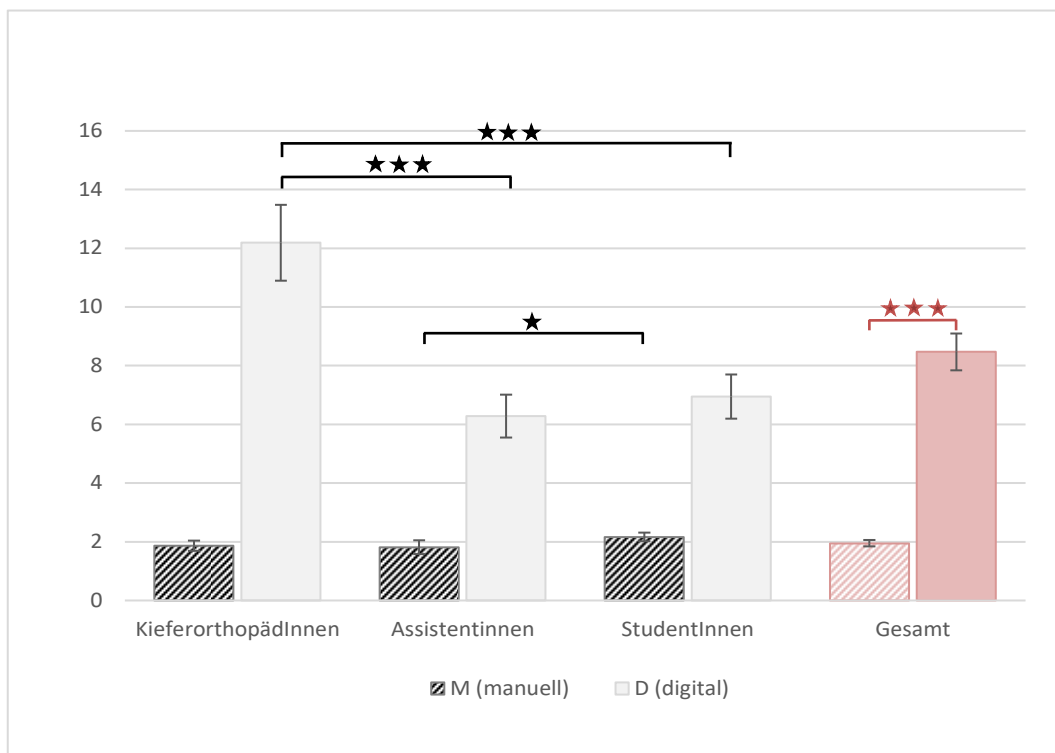


Abbildung 14: IOTN-Zeitaufwand nach Berufsgruppen

Säulendiagramm für den Zeitaufwand bei der IOTN Bestimmung in Minuten nach Berufsgruppe. Vergleich zwischen Dg. M und Dg. D. Mit Stern sind die p-Werte ($\star p > 0,5$; $\star\star p = 0,01$; $\star\star\star p = 0,001$) markiert.

Für den Durchgang M liegt der Zeitaufwand bei allen drei Gruppen ca. bei 2 Minuten mit einem Gesamtwert von 1:57 Minuten. Für den Durchgang D haben die KieferorthopädInnen im Durchschnitt 12:07 Minuten benötigt, die Assistentinnen 6:17 Minuten und die StudentInnen 6:57 Minuten. Im Schnitt über alle Gruppen hat die IOTN Bestimmung für Durchgang D 8:28 Minuten gedauert.

Mit Stern sind die Unterscheidungen der Vergleiche markiert. Der T-Test für unabhängige Stichproben zwischen M und D Gesamt ergibt einen Wert von $p < 0,001$ und zeigt damit die hohe statistische Signifikanz. Ebenso hoch ist die Signifikanz im Vergleich der KieferorthopädInnen mit den anderen Berufsgruppen.

4.5.3 Lernkurven manuell und digital

Im folgenden Liniendiagramm (Abbildung 15) wird der Zeitaufwand in Minuten für die IOTN Bestimmung der 37 ausgewerteten Modelle dargestellt, Durchgang M (rot), Durchgang D (grün). Die Linien zeigen jeweils die gemittelten Werte der 9 UntersucherInnen.

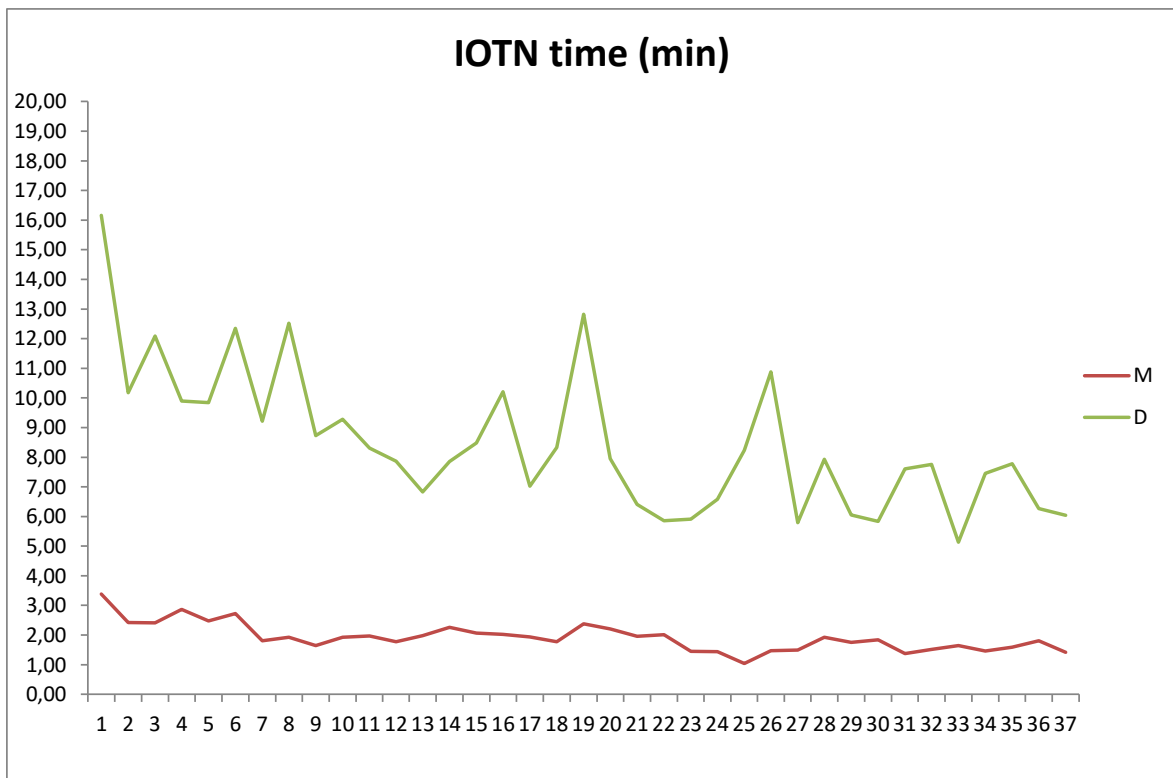


Abbildung 15: IOTN-DHC Lernkurven manuelle und digitale Methode

mittlere Zeitaufwand für die DHC Bestimmung in Minuten im Verlauf der 37 Modelle. Vergleich zwischen manuellem (rot) und digitalem (grün) Durchgang

Die rote Linie zeigt einen relativ konstanten Verlauf um den Mittelwert 1:55 min. Bei der grünen Linie sind starke Schwankungen bezüglich des Zeitaufwands zu sehen. Insgesamt ist eine abfallende Tendenz von Modell 1 zu Modell 37 erkennbar. Der Mittelwert von Durchgang D beträgt 8:28 min.

4.6 Wirtschaftlichkeit

Die Tabelle 4 gibt einen Überblick zum gesamten Zeitaufwand der einzelnen Arbeitsschritte für die manuelle Bewertung der Gipsmodelle in Durchgang M37. Es wird die Administrationszeit (Admin. Zeit), die IOTN Zeit und Gesamtzeit unterschieden. Für D37 werden ebenfalls die einzelnen Arbeitsschritte, aufgeteilt in Zirkonzahnzeit (ZZ), Onyxzeit (OZ), IOTN Zeit und Gesamtzeit, dargestellt.

Beide Tabellen zeigen die Mittelwerte (MW) jeweils aufgeschlüsselt nach den Gruppen KieferorthopädInnen, Assistentinnen und StudentInnen. Die Standardabweichung (SD) ist jeweils in Klammern angegeben.

Tabelle 4: IOTN Zeitaufwand nach Abschnitten

Überblick des mittleren Zeitaufwands nach Berufsgruppen im Vergleich zwischen manueller (M) und digitaler (D) IOTN Bewertung der 37 Gipsmodelle in Minuten aufgeschlüsselt nach Arbeitsschritten.

Durchgang M37	Admin. Zeit (T1)		IOTN Zeit (T4)		Gesamtzeit (T1 + T4)	
	MW	(SD)	MW	(SD)	MW	(SD)
KieferorthopädInnen	01:29	(00:53)	01:51	(00:56)	03:21	(01:27)
Assistentinnen	01:19	(00:33)	01:49	(00:48)	03:08	(01:07)
StudentInnen	01:23	(00:42)	02:09	(01:12)	03:33	(01:37)

Durchgang D37	Zirkonzahnzeit (T1 + T2)		Onyxzeit (T3 + T4)		IOTN Zeit (T4)		Gesamtzeit (T1-T4)	
	MW	(SD)	MW	(SD)	MW	(SD)	MW	(SD)
KieferorthopädInnen	11:45	(05:48)	20:59	(11:43)	12:11	(06:52)	32:45	(15:11)
Assistentinnen	07:58	(02:35)	12:03	(05:56)	06:16	(03:53)	20:01	(07:41)
StudentInnen	07:41	(02:29)	11:20	(05:42)	06:56	(04:00)	19:02	(06:22)

Die ZZ setzt sich aus der T1 (Admin. Zeit) und T2 (Scanzeit) zusammen. Die OZ besteht aus T3 (digitale Bearbeitung) und T4 (IOTN Zeit).

Die IOTN Zeit ist somit im Durchgang C ein Teil der OZ und daher noch einmal gesondert aufgelistet.

5 Diskussion

5.1 Studiendesign

Das Studiendesign hat sich auf Grund der Entwicklung im österreichischen Gesundheitssystem entwickelt. So stellt die Basis der IOTN Beurteilung ein IOTN Kurs dar. Die Notwendigkeit des Erlernens wurde zuvor auch durch Untersuchungen von Popat et al. und Jawad et al. bestätigt (35,36).

Dadurch kann jede/r UntersucherIn auf den Wissensstand gebracht werden, der in der Praxis als Basisgrundlage angenommen werden kann. Auf Grund der zwei manuellen Durchgänge kann die bisherige Erfahrung in der Vermessung des IOTN gut simuliert werden. Der allgemeine Studienaufbau soll den Entwicklungsprozess im Umbruch der zum Großteil analogen Welt der Kieferorthopädie in das digitale Zeitalter erfassen. Die Durchführung des Digitalscans und die anschließende Vermessung stellt die Situation dar, in der sich die meisten KieferorthopädInnen in der nahen Zukunft befinden werden, bzw. bereits befinden.

Für die Studie wurden die Einzeldatenblätter über mehrere Versionen entwickelt, um einen möglichst einfachen und logischen Ablauf zu ermöglichen und dabei den zusätzlichen Zeitaufwand beim Ausfüllen während der Beurteilung der Modelle so gering wie möglich zu halten. Dadurch sind auch Änderungen im Design der Durchgänge M und D notwendig gewesen, welche jedoch den Vorteil haben, dass alle Daten auf einem A4 Blatt erfasst werden können. Durch die Digitalisierung sollte es jedoch in den nächsten Schritten möglich sein, die erhobenen Daten direkt in eine entsprechende Matrix zu übertragen.

Die eigens entwickelte Scananleitung umfasst 92 Seiten und hat sich als sehr hilfreich erwiesen, da die einmalige Einschulung in den Ablauf von scannen und digitaler Bearbeitung mehrere Durchgänge benötigt, um die Schritte zu verinnerlichen. Die entsprechende Anleitung für den manuellen Durchgang ist im Vergleich dazu auf fünf Seiten zusammengefasst.

Die Anzahl von 9 UntersucherInnen und 37 Studienmodellen trägt auch zu einer besseren Studiensituation bei. Vergleicht man andere Studien wie Albino et al aus dem Jahr 1978 (37) oder Radeke et al. aus dem Jahr 2014 (38), so findet man bereits dort eine ähnliche Studienzusammensetzung von den drei UntersucherInnengruppen aus Laien,

ZahnmedizinstudentInnen und KieferorthopädInnen. Jedoch sind diese Gruppen in diesen Studien nur durch jeweils eine Person vertreten.

Albino hat in seiner Studie dargestellt, dass Untersuchungen mit entsprechender Einschulung und einem leicht erlernbaren Index auch für nicht-zahnmedizinisches Personal durchführbar ist, jedoch eine sehr gute Übereinstimmung nur zwischen ZahnärztIn und ZahnmedizinstudentIn feststellbar war. In seiner Studie wurden die Diagnosen jedoch an den PatientInnen gestellt und nicht wie in dieser Studie am Gipsmodell.

Nakas et al. (39) stellt in Ihrer Arbeit 2016 fest, dass eine höhere Anzahl an Studienobjekten oft mit einer geringeren Anzahl an UntersucherInnen verbunden ist. Sie beschreibt zusätzlich das Fehlen von weiteren Unterlagen wie Röntgenbilder. Diese fehlenden Unterlagen sind dem Studiendesign geschuldet und führen zu einem Mehrwert, der die Diagnose verbessert. Somit kann schon hier gesagt werden, dass nur das Vorliegen aller Informationen zu einer korrekten Diagnose führen kann.

Die Art und Weise der Digitalisierung mittels Desktopscanner gehört noch nicht zu den Routineverfahren, so dass sich in der PubMed Suche der letzten zehn Jahre wenige Arbeiten zu dieser Thematik finden lassen. Drei Arbeiten befassen sich mit der Digitalisierung von Gipsmodellen mittels Desktopscanner (40,41).

Die Arbeit von Radeke verwendet ebenfalls eine Version der OnyxCeph 3 -Software (37). In allen Fällen fand eine Vermessung der Modelle statt, nicht jedoch die Diagnose im Sinn einer IOTN Beurteilung. Für die Vermessung der Modelle wurde ein Vorteil beim Scanner, vor allem für unerfahrene UntersucherInnen, herausgefunden.

Dass digitale Scans mit dem aktuellen Stand der Technik bereits klinisch gute Ergebnisse liefern, hat Darroudi et al. 2017 (42) dargelegt. Allerdings berichtet er auch hier über noch bestehende Probleme in der Kieferrelation, welche durch Softwareanpassungen relativ einfach behoben werden können. Das Studiendesign lässt sich somit also vergleichen, stellt aber in seiner Art eine neue und aktuelle Form der Untersuchung dar.

5.2 Studienmodelle und UntersucherInnen

Die zufällig ausgewählten Studienmodelle aus dem großen Pool von etwa 3000 Modellen von Zahn-/ MedizinstudentInnen ermöglicht eine sehr große Diversität an zu beurteilenden Zahnfehlstellungen. Unter den Studierenden der Medizinischen Universität Graz befinden sich Angehörige verschiedener Ethnien und mit verschiedenen sozialen Hintergründen. Ebenso findet sich ein durchmischtes Bild von bereits kieferorthopädisch behandelten und nicht behandelten Studierenden bzw. deren Modellen. Auch wenn Zuschüsse durch die Versicherungsträger in Österreich schon länger existieren, ist erst durch die „Kassenzahnspange“ seit 2015 eine Kostenübernahme ab IOTN Grad 4 gewährleistet. Es kann nicht erwartet werden, dass unter den Studienmodellen alle möglichen Fehlstellungen vorzufinden sind. Es ist aber zu erwarten, dass eine ausreichende Anzahl an Fällen im Bereich zwischen IOTN 3 und 4 vorhanden sind. Im konkreten Fall soll untersucht werden, wie vergleichbar die beiden Messmethoden sind, so dass diese bevölkerungsmäßige Verteilung für die Aussage der Studie vernachlässigt werden kann.

Der Umgang mit digitalen Medien ist inzwischen überall angekommen, dennoch kann auch im Bereich der Zahnmedizin das eigene Lebensalter und die Erfahrung mit digitalen Techniken eine Herausforderung darstellen. So ist die IOTN Diagnose bisher manuell erfolgt. Diese Diagnose ist eine ärztliche Aufgabe (38,43) und dafür stehen die erfahrenen KieferorthopädInnen mit ihrer gestreuten Berufserfahrung im Bereich zwischen 18 und 26 Jahren KFO-Erfahrung. Diese Gruppe ist deswegen besonders wichtig, weil hier große und umfangreiche Neuanschaffungen auch aus wirtschaftlicher Sicht genau durchgedacht werden müssen.

Durch die Gruppe der AssistentInnen kann betrachtet werden, welche oder ob Aufgaben delegiert werden könnten. Diese Gruppe ist auch in der Berufserfahrung sehr breit aufgestellt und lässt somit eine gute Stichprobe über die Arbeitsschritte zu und wie viel Berufserfahrung in den einzelnen Arbeitsschritten einen Vorteil darstellt.

Die Studierenden können die Situation der Gruppe gut erfassen, welche sich in naher Zukunft auf die Kieferorthopädie konzentrieren werden bzw. die Beurteilung neu erlernen und von Anfang an mit der digitalen Technik arbeiten müssen. Zum Zeitpunkt der Studie sind erste Kontakte zum IOTN bereits auf der Universität erfolgt, jedoch trägt auch hier der Basiskurs IOTN zu der Grundlage bei, die als KieferorthopädIn benötigt wird. Zusätzlich spiegelt die Gruppe der AssistentInnen und Studierenden eine Generation wider, die mit Computersystemen aufgewachsen ist und dadurch einen guten Zugang zu der Thematik hat.

5.3 Verteilung der DHC Grade

Bei der Verteilung der DHC Grade lässt sich zunächst feststellen, dass im Durchgang M alle IOTN Grade diagnostiziert wurden, im Durchgang D jedoch kein IOTN Grad 1. Im Grad 2 und 3 findet sich eine breitere Streuung der Untergruppen im manuellen Durchgang, während im digitalisierten Durchgang im Grad 5 mehr Untergruppen vorhanden sind. Insgesamt sind die Grade IOTN 3-5 in Summe jeweils im Durchgang D öfter vergeben worden, während Grad 2 knapp 5% weniger und Grad 1 gar nicht mehr vergeben wurde.

Der Grad 2a hat im Durchgang D mit 6,99% eine Zunahme von 3% der Gesamtbewertungen zu verzeichnen. Gleiches gilt für den Grad 4a, der sich von 1,84% im Durchgang M auf 3,65% im Durchgang D erhöht. Dies lässt darauf schließen, dass mit dem digitalisierten Scanverfahren sagittale Stufen besser diagnostiziert werden können. Betrachtet man beispielhaft Abbildung 16, so kann man feststellen, dass mit einem horizontal angelegten IOTN-Lineal (Abbildung 6) einzelne nach lingual verkippte Unterkieferzähne nicht erfasst werden können, während der Scanner jeden Zahn separat zu seinem Bezugspunkt stellt.



Abbildung 16: IOTN Vermessung der a Komponente (sagittale Stufe) mit Schiebelehre

Quelle: Ernst Reicher (mit freundlicher Genehmigung)

Das Merkmal „d“ – Kontaktpunktverschiebung ist in beiden Durchgängen das dominante Merkmal, wobei eine leichte Verschiebung der Häufigkeiten von Durchgang M zu D auf den IOTN Grad 3 zu verzeichnen ist.

Dieser Punkt ist durch die UntersucherInnen häufig diskutiert worden, da dieser Punkt davon abhängt, wo der Mittelpunkt des Zahnes jeweils markiert wird. Dieser kann im Onyx zwar individuell verändert werden, wurde laut der UntersucherInnen jedoch nur selten und nur in augenscheinlich falschen Positionen verändert. Dies sind zwei Beispiele für Unterschiede in der Herangehensweise für die IOTN Bestimmung im Vergleich zwischen manuellem und digitalem Verfahren. Zusätzlich spielen noch weitere Abfragepunkte für die Beurteilung eine Rolle, welche z.T. nur direkt am Modell oder weiteren Unterlagen sowie der Klinik der PatientInnen beantwortet, aber durch die Software auch nicht übersehen werden können.

5.4 Übereinstimmung der IOTN-DHC Grade innerhalb der UntersucherInnen

Um nun festzustellen, ob die Verschiebung der DHC Bewertung auf einzelne UntersucherInnen oder Gruppen zurückzuführen ist, muss man sich jede UntersucherIn direkt im Vergleich ansehen. Dies wird in Tabelle 2: IOTN-DHC Verteilung, relative Häufigkeit und Abbildung 11: Übereinstimmung der IOTN-DHC gegenübergestellt. Es lässt sich direkt erkennen, dass bei keiner BeurteilerIn zwischen Durchgang M und Durchgang D dieselbe IOTN Verteilung vorliegt. Es lässt sich jedoch erkennen, dass ähnliche Verteilungsentwicklungen zwischen E1, E4 und E5 vorliegen. Nun ist es wichtig zu beobachten, ob diese Verteilungsmuster und Differenzen nur bei bestimmten Modellen auftreten oder über alle Modelle verteilt sind.

5.5 Übereinstimmung der IOTN-DHC Grade zwischen den UntersucherInnen

Das Cronbachsche Alpha zeigt im Mittel nur 0,59 bzw. 0,56 und liegt somit nur in einer ausreichenden Übereinstimmung. Hier kann angemerkt werden, dass die digitalisierte Auswertung sogar einen, wenn auch nicht signifikant, schlechteren Wert zeigt. Dies könnte eventuell mit der noch geringen Erfahrung mit der neuen Technik zu tun haben. Diese nur schlechte Übereinstimmung reiht sich damit in die Vorherigen Untersuchungen zum IOTN ein, in denen häufig von ausreichender Übereinstimmung berichtet wird (18,19).

Bezogen auf die einzelnen Gruppen, lässt sich sagen, dass die Studierenden im digitalisierten Durchgang, v.a. auch im Vergleich zum manuellen Durchgang, die schlechteren Übereinstimmungen aufweisen. Besonders UntersucherIn E4 fällt dabei mit einer schlechten Übereinstimmung zu den anderen UntersucherInnen auf. Geht man zurück zur Heatmap (Abbildung 12: Übereinstimmung der IOTN DHC Grade und Merkmale innerhalb und zwischen den UntersucherInnen) so kann man sehen, dass zum Teil auf spezifischere Fragestellungen, wie palatinales Trauma, eingegangen wird. Es lässt sich auf Grund der Übereinstimmung nicht sagen, ob hier „falsch“ gemessen wurde. Es kann lediglich festgehalten werden, dass die Studierenden in der digitalisierten IOTN Bestimmung eine schlechtere Übereinstimmung aufweisen als die erfahrenen KieferorthopädInnen.

Die Assistentinnen weisen eine verbesserte Übereinstimmung untereinander, aber auch zu den KieferorthopädInnen auf. Dabei ist festzuhalten, dass diese beiden Berufsgruppen deutlich häufiger mit der IOTN Bestimmung allgemein, aber auch mit der digitalen Arbeit im beruflichen Alltag zu tun haben als die Studierenden. Somit zeigt sich, dass die Berufserfahrung einen großen Einfluss auf das Ergebnis hat.

5.6 Qualitative Bewertung der IOTN-DHC Grade und Merkmale

In Abbildung 11 und Tabelle 2 lässt sich erkennen, dass nur E2 und E3 den IOTN Grad 4 und E5 den IOTN Grad 5 gleich oft bei der manuellen und digitalen IOTN Bestimmung gewählt haben. Das heißt, dass alle anderen Gruppen und UntersucherInnen in sich schon Unterschiede zwischen den Durchgängen aufweisen.

Die genaue Betrachtung der DHC Verteilung auf einzelne UntersucherInnen ermöglicht die Heatmap in Abbildung 12. Es lässt sich zeigen, dass in der Mehrzahl der Fälle mindestens fünf der neun UntersucherInnen im IOTN Grad übereinstimmen. In drei Fällen war es im Durchgang M nicht möglich eine mehrheitliche IOTN Festlegung zu bestimmen. Im Durchgang D dazu war es sogar bei vier Modellen nicht möglich. Es lässt sich feststellen, dass es zum Teil sowohl manuell zu einer klar und mehrheitlichen IOTN Bestimmung gekommen ist und es im Vergleich dazu digital zu einer Streuung der Festlegung kam, wie auch umgekehrt. Weiter lässt sich auch erkennen, dass bei keiner BeurteilerIn zwischen manuell und digital dieselbe IOTN Verteilung bewertet wurde.

Bei einer nicht eindeutigen Festlegung in den Bereich zwischen IOTN Grad 3 und 4 wird hier eine Entscheidung über Kostenübernahme oder keine Kostenübernahme getroffen. Bei 13 der 37 beurteilten Modelle sind in der Mehrheit der BeurteilerInnen Differenzen genau zwischen diesen IOTN Graden 3 und 4 festzustellen. Hierbei lässt sich keine Auswertmethode als vorteilhafter gegenüber der anderen erkennen. Weiter finden sich unter den 37 Modellen nur drei Modelle, bei denen sich alle UntersucherInnen in der Hauptgruppe einig sind. Dabei zeigt die digitalisierte Auswertung leichte Vorteile. Betrachtet man dagegen das Modell Nummer 13, ist man sich zwar in beiden Durchgängen in der Mehrheit einig, dass die „d“-Komponente das bestimmende Merkmal ist, aber in der digitalisierten Auswertung streut der IOTN von Grad 2 bis 4, was darauf hindeutet, dass Grenzfälle sehr eng beieinander liegen und auch durch die derzeitige Software keine Übereinstimmung erreicht wird.

5.7 Zeitaufwand für die IOTN Bestimmung

5.7.1 Zeitvergleich manuell versus digital

Die beiden Durchgänge, manuell und digital, unterscheiden sich von ihrem Ablauf her wesentlich. Für die manuelle Messung braucht es aufgerundet im Durchschnitt 2,5 Minuten während die digitale Messung 24 Minuten benötigt.

Für die manuelle Messung ist eine einfache Aufschlüsselung in eine Admin. Zeit und die eigentliche IOTN Bestimmung möglich.

Das digitale Messverfahren hingegen kann in vier Zwischenschritte aufgeteilt werden, von denen wiederum zwei Zeiten in den Bereich der Vorbereitung fallen (ZZ) und zwei Zeiten in den Bereich der Beurteilung (OZ). Die Vorbereitung ist in beiden Durchgängen eine ähnliche, da sich der Arbeitsschritt nur wenig unterscheidet und nicht vom ärztlichen Personal durchgeführt werden muss. Danach unterscheiden sich die Arbeitsschritte stark in den Durchgängen. Jeder dieser Schritte auf dem Weg zur IOTN Diagnose beinhaltet seine eigenen Fehlerquellen. Die häufigsten Probleme sind durch Systemüberlastungen und Systemabstürze hervorgerufen worden, so dass starke Schwankungen beim Zeitaufwand für einzelne Zwischenschritte zu verzeichnen sind.

Um diese Fehlerquellen zunächst außen vor zu lassen, wurde sich im Folgenden auf die IOTN Bestimmung konzentriert, so wie sie jeweils als „T4“ vergleichbar erhoben und ausgewertet wurde.

5.7.2 Zeitvergleich der Berufsgruppenunterschiede

Die Aufschlüsselung für den Zeitaufwand nach den Berufsgruppen kann mit Hilfe des Säulendiagramms in Abbildung 14: IOTN-Zeitaufwand nach Berufsgruppen für den Durchgang D zeigen, dass Assistentinnen und Studierende jeweils etwa halb so lange für die IOTN Beurteilung benötigen wie die KieferorthopädInnen. Diese benötigen dafür ca. 12 Minuten, während die anderen beiden Gruppen bei ca. 6 bzw. 7 Minuten Zeitaufwand liegen. Daraus lässt sich ableiten, dass die jüngere Generation mit den neuen digitalen Techniken besser zurechtkommt.

Für den manuellen Durchgang M lässt sich anhand des Säulendiagramms kein Unterschied zwischen den Gruppen feststellen.

Für eine differenziertere Betrachtung kann man in Tabelle 4 erkennen, dass, trotz der Erfahrung der KieferorthopädInnen, dies im Durchgang M nicht dazu führt, dass diese Gruppe schneller ist. Es zeigt sich, dass die manuelle IOTN Bewertung am Gipsmodell beim Faktor Zeitaufwand eine effiziente und leicht erlernbare Methode für alle Gruppen darstellt. Bei der digitalisierten Auswertung lässt sich der höhere Zeitaufwand im Vergleich zu der Gruppe der Assistentinnen und StudentInnen in allen Zwischenschritten zeigen. Nimmt man einen Mittelwert über alle Gruppen, so liegt dieser bei knapp 24 Minuten. Eine Annäherung an diesen Wert ist durch eine Arbeitsteilung der Zwischenschritte denkbar.

5.7.3 Lernkurven manuell und digital

Das Liniendiagramm der Abbildung 15: IOTN-DHC , zeigt für den Durchgang M eine Linie mit leichten Ausschlägen um den Mittelwert von knapp 2 Minuten. Diese Linie zeigt einen geübten Umgang, da bei den ersten Modellen ein leicht erhöhter Zeitwert feststellbar ist, aber im Verlauf keine extremen Ausschläge feststellbar sind.

Die Lernkurve für den Durchgang D zeigt anfangs den höchsten Wert bei ca. 16 Minuten. Der Mittelwert über alle BeurteilerInnen liegt bei etwa 8,5 Minuten. Sieht man sich die Ausschläge an, die von diesem Mittelwert weg gehen, so sind diese auch bei über der Hälfte der Modelle noch sehr stark. Dies kann wiederum auf technische Probleme mit der Software hindeuten, oder darauf, dass der Lernprozess für diese Art der Beurteilung noch deutlich mehr Erfahrung benötigt.

Durch Rückmeldungen der BeurteilerInnen, welche unter anderem durch ein Fehlerprotokoll geführt wurde, müssen beide Ursachen in Betracht gezogen werden.

5.8 Wirtschaftlichkeit

Bei der Überlegung zur Wirtschaftlichkeit der digital unterstützten IOTN Auswertung muss bedacht werden, dass nach dem derzeitigen System ein nicht zu vernachlässigender Mehraufwand gegenüber der manuellen Auswertung besteht.

Die Gipsmodelle müssen weiterhin analog hergestellt werden, so dass an Kosten und Zeit an dieser Stelle nicht eingespart werden kann. Diese Modelle müssen nun, neben dem normal laufenden Praxisbetrieb, eingescannt werden. Betrachtet man die einzelnen Arbeitsschritte, so zeigt sich, dass diese Arbeit nicht neben den sonstigen Tätigkeiten parallel erledigt werden kann und je nach PatientInnenaufkommen somit eine weitere Vollzeitkraft benötigt wird. Die Archivierung der Modelle kann nach Abschluss der Behandlung entfallen, so dass lediglich der Platz für das laufende Behandlungsarchiv benötigt wird. Ob diese Einsparungen mit den Anschaffungskosten von Hardware, Software, Wartungen und Schulungen für den Scanner gegengerechnet werden können, darf bezweifelt werden, da der Scanner selbst einen eigenen Arbeitsplatz benötigt und bereits geschaffene Archivplätze nur mit Mehraufwand wieder umfunktioniert werden können.

Wie die Statistik zeigt, nimmt auch der Zeitaufwand, der für die IOTN Bestimmung durch die ZahnärztInnen anfällt, um etwa das 4-8 fache zu.

Es ist also durch die Verpflichtung zu digitalisierten Modellen von einem hohen personellen und finanziellen Mehraufwand für die KieferorthopädInnen, bei gedecktem Finanzvolumen auszugehen.

Eine detaillierte Aufarbeitung dieser Faktoren und die Frage der Kostenübernahme für diesen Mehraufwand müssen also unbedingt zeitnah erfolgen, um negative wirtschaftliche Folgen zu erkennen und abzuwenden.

6 Konklusion und Ausblick

Die Digitalisierung kann die erwartete Vereinheitlichung der IOTN Bewertung noch nicht bringen. Genau betrachtet kommt es in dieser Studie sogar zu einer geringen Verschlechterung der Übereinstimmung im Vergleich zur manuellen Bewertung. Das Cronbachsche Alpha zeigt für beide Verfahren im Mittel eine schlechte Übereinstimmung der UntersucherInnen.

Ruft man sich in Erinnerung, dass kein Unterschied in der Qualität der IOTN Bewertung zwischen dem manuellen und digitalen Verfahren liegt, so scheint die manuelle IOTN Bewertung am Gipsmodell der digitalen derzeit noch überlegen. Lediglich in Einzelfällen zeigt sich ein Vorteil der digitalisierten Bewertung mit besserer Übereinstimmung zwischen UntersucherInnen.

Der vierfach höhere Zeitaufwand und die Kosten scheinen nicht in Relation zum derzeitigen Nutzen der Technologie zu stehen. Zudem ist die genaue Übereinstimmung zwischen manueller und digital unterstützter Bewertung auch innerhalb derselben BeurteilerInnen unzureichend.

Für die weitere Untersuchung sollte eine Wiederholung mit den 37 Modellen erfolgen, um die Ergebnisse durch die erweiterte Erfahrung besser vergleichen zu können.

Der aktuell gemessene Unterschied der Berufsgruppen lässt auf einen Generationensprung im Umgang mit digitalen Technologien schließen, so dass die Bedienung der Technik als kompliziert im Vergleich zur manuellen Auswertung angesehen werden muss.

Derzeit spielen zu viele individuelle, menschliche Komponenten eine Rolle, so dass lediglich die bekannten Vorteile der digitalen Speicherung und Versendung von Datenpaketen bleiben. Die vermeintlichen Vorteile einer Digitalisierung werden durch erhöhten Personal- und Kostenaufwand erkaufte. Derzeit beschränkt sich die digitale Auswertung auf digitale Messhilfen. Erst eine vollautomatisierte Ablesung von Zahnmodellen nach allen Kriterien des IOTN könnte die „Fehlerquelle Mensch“ umgehen. Aufgrund der bevorstehenden umfangreichen Datensammlung durch die gesetzliche Digitalisierung ließen sich zukünftig entsprechende Algorithmen entwickeln. Die Zusammenführung von Gesundheitsdaten mit kieferorthopädischer und technischer Expertise in einem Großprojekt könnte die

Vollautomatisierung der IOTN Bestimmung ermöglichen. Hierbei ist jedoch zu bedenken, dass eine klinische, zahnärztliche Untersuchung weithin notwendig sein wird.

Weiterhin gilt es zu beobachten, ob zukünftig sowohl für die IOTN Bestimmung als auch für die Behandlungsplanung, wie bereits in anderen Bereichen der Zahnmedizin, vollständig auf Gipsmodelle verzichtet werden kann.

7 Literaturverzeichnis

1. Scardelli V. Untersucherübereinstimmung in der IOTN Beurteilung am Gipsmodell. Danube Private University Krems (Manuscript submitted for publication); 2018.
2. Reischmann J. Unterschiede in der digitalen IOTN Bewertung durch mehrere UntersucherInnen. Medizinische Universität Graz (Manuscript submitted for publication); 2020.
3. Korbmacher H, Eggers-Stroeder G, Koch L, Kahl-Nieke B. Wechselwirkungen zwischen Gebissanomalien und Erkrankungen des Halte- und Bewegungsapparats - Eine Literaturübersicht. *J Orofac Orthop.* 2004;65(3):190–203.
4. Mohlin B, Thilander B. The importance of the relationship between malocclusion and mandibular dysfunction and some clinical applications in adults. *Eur J Orthod.* 1984;6(1):192–204.
5. Ngom PI, Brown R, Diagne F, Normand F, Richmond S. A cultural comparison of treatment need. *Eur J Orthod.* 2005 Dec;27(6):597–600.
6. Björk A, Krebs A, Solow B. A method for epidemiological registration of malocclusion. *Acta Odontol Scand.* 1964;22(1):27–41.
7. Lau D, Griffiths G, Shaw WC. Reproducibility of an index for recording the alignment of individual teeth. *Br J Orthod.* 1984;11(2):80–4.
8. HVB, ÖZÄK. SVS-Satzung 2020, Verlautbarung Nr. 153/2019 [Internet]. 2019 p. 1–56. Available from: https://www.ris.bka.gv.at/Dokumente/Avsv/AVSV_2019_0153/AVSV_2019_0153.pdf
9. ÖZÄK, HVB. Gesamtvertrag Kieferorthopädie - Gratis-Zahnspange. *Österreichische Zahnarzt-Zeitung* [Internet]. 2015;1–2:27–60. Available from: <https://www.aekoee.at/index.php?eID=dumpFile&t=f&f=1040&token=3698b05309e067275a64a256e60b273bd3c9009d>
10. Angle EH. Classification of Malocclusion. *Dent Cosm.* 1899;41:248–64.
11. Addy M, Griffiths GS, Dummer PMH, Kingdon A, Hicks R, Hunter ML, et al. The association between tooth irregularity and plaque accumulation, gingivitis, and caries in 11-12-year-old children. *Eur J Orthod.* 1988;10(1):76–83.
12. Sandalli T. Irregularities of the teeth and their relation to periodontal condition with particular reference to the lower labial segment. *Trans Eur Orthod Soc.* 1973;319–33.
13. Anders L. Need for Treatment in Cases of Malocclusion. 1977;111–23.

14. Korbmacher-Steiner H. Kieferorthopädie und Funktion. zm-online [Internet]. 2019 Jan; Available from: https://www.zm-online.de/archiv/2019/01_02/zahnmedizin/kieferorthopaedie-und-funktion/seite/alle/
15. Gardiner JH. A survey of malocclusion and some etiologic factors on 1,000 Sheffield school children. *Dent Pr.* 1956;6:187–201.
16. Grainger RM. Orthodontic treatment priority index. *Vital Heal Stat Ser 1 Programs Collect Proced.* 1967;2(25):1–49.
17. Baume LJ, Horowitz HS, Summers CJ. A method for measuring occlusal traits. *INTDENTJ.* 1973;23(3):530–7.
18. Brook PH, Shaw WC. The development of an index of orthodontic treatment priority. *Eur J Orthod.* 1989;11(3):309–20.
19. Richmond S. Personal audit in orthodontics. *Br J Orthod.* 1993;20(2):135–44.
20. Burden DJ, Pine CM, Burnside G. Modified IOTN: An orthodontic treatment need index for use in oral health surveys. *Community Dent Oral Epidemiol.* 2001;29(3):220–5.
21. Cubas YP, Hardy D, Dhillon DK, Orellana MF. Effectiveness of Training Dental Students in Two Occlusal Indices. Vol. 76/6, *Journal of Dental Education.* 2012.
22. Biach Alexander, Wurzer B, Horejs T. Vereinbarung über gemeinsame Festlegung zum IOTN [Internet]. Austria; 2017. Available from: https://www.zahnaerztekammer.at/fileadmin/user_upload/IOTN-Vereinbarung_HV-OEZAEEK_010917.pdf
23. Richmond S. *Evaluating Effective Orthodontic Care.* Cardiff: FIRST Numerics Ltd.; 2014. 84 p.
24. Kahl-Nieke B. Einführung in die Kieferorthopädie - Diagnostik, Behandlungsplanung, Therapie [Internet]. 3. überarb. Hamburg: Deutscher Zahnärzte Verlag Köln; 2009. 3/363. Available from: www.zahnheilkunde.de
25. dos Santos PR, Meneghim M de C, Ambrosano GMB, Filho MV, Vedovello SAS. Influence of quality of life, self-perception, and self-esteem on orthodontic treatment need. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2017;151(1):143–7.
26. Flores-Mir C, Major PW, Salazar FR. Self-perceived orthodontic treatment need evaluated through 3 scales in a university population. *J Orthod.* 2004;31(4):329–34.
27. Bernabé E, Sheiham A, Tsakos G, Messias De Oliveira C. The impact of orthodontic treatment on the quality of life in adolescents: A case-control study. *Eur J Orthod.* 2008;30(5):515–20.

28. Dobusch C. Die Bestimmung der kieferorthopädischen Behandlungsnotwendigkeit von Studierenden der Medizin und Zahnmedizin mittels IOTN - eine retrospektive Studie. Thesis. Medizinischen Universität Graz; 2012.
29. Richmond S. Evaluating Effective Orthodontic Care. First prin. 2005.
30. Linder-Aronson S. Orthodontics in the Swedish Public Dental Health Service. *Trans Eur Orthod Soc.* 1974;233–40.
31. Evans R, Shaw WC. Preliminary evaluation of an illustrated scale for rating dental attractiveness. *Eur J Orthod.* 1987 Nov;9(4):314–8.
32. Steinhuber T, Brunold S, Gärtner C, Offermanns V, Ulmer H, Ploder O. Is Virtual Surgical Planning in Orthognathic Surgery Faster Than Conventional Planning? A Time and Workflow Analysis of an Office-Based Workflow for Single- and Double-Jaw Surgery. *J Oral Maxillofac Surg.* 2018;76(2):397–407.
33. Zirkozahn. Eigenschaften Scanner S600 ARTI. 2020;04. Available from: <https://www.zirkozahn.com/de/cad-cam-systeme/scanner-s600-arti>
34. ExtendOffice.com. Microsoft Visual Basic (VBA) Code [Internet]. 2016. Available from: <https://www.extendoffice.com/documents/Excel/3435-excel-encrypt-cell-contents.html>
35. Popat H, Corns S, Richmond S, Playle R. Preparing for practice – calibration of dental undergraduate students in the Index of Orthodontic Treatment Need. *Br Dent J* [Internet]. 2013 Nov 8;215(9):469–71. Available from: <http://www.nature.com/articles/sj.bdj.2013.1043>
36. Jawad Z, Bates C, Hodge T. Can dental registrants use the Index of Orthodontic Treatment Need accurately? Part 2. Factors influencing knowledge of IOTN among dental registrants. *Br Dent J.* 2016 Jun 10;220(11):591–5.
37. Radeke J, Wense C Von Der, Lapatki BG. Comparison of orthodontic measurements on dental plaster casts and 3D scans Vergleichbarkeit der Erfassung metrischer Werte an konventionellen Gipsmodellen und 3D-Scans. 2014;(4):264–74.
38. Albino JE, Lewis EA, Slakter MJ. Examiner reliability for two methods of assessing malocclusion. *Angle Orthod.* 1978;48(4):297–302.
39. Nakas E, Tiro A, Vrazalica L, Hadzihasanovic D, Dzemiđić A. Use of Orthodontic Treatment Needs Indices for Oral Health Survey. *Mater Socio Medica.* 2016;28(2):138–40.
40. Czarnota J, Hey J, Fuhrmann R. Virtuelle Modellvermessung mit einer kieferorthopädischen Analysesoftware nach 3-D-Scan von Gipsmodellen: Intrarater-

- Reliabilität und Validität. *J Orofac Orthop*. 2016;77(1):22–30.
41. Nouri M, Asefi S, Baghban AA, Aminian A, Shamsa M, Massudi R. Validity and reliability of a three-dimensional dental cast simulator for arch dimension measurements. *Dent Res J (Isfahan)*. 2014 Nov;11(6):656–62.
 42. Darroudi AM, Kuijpers-Jagtman AM, Ongkosuwito EM, Suttorp CM, Bronkhorst EM, Breuning KH. Accuracy of a computed tomography scanning procedure to manufacture digital models. *Am J Orthod Dentofac Orthop* [Internet]. 2017;151(5):995–1003. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ajodo.2016.12.013>
 43. Fox NA, Richmond S, Wright JL, Daniels CP. Factors affecting the outcome of orthodontic treatment within the general dental service. *Br J Orthod*. 1997;24(3):217–21.

4x	<p>Überzähliger bleibender Zahn bzw. überzählige bleibende Zähne, der/die eine Zahnerkennung notwendig macht/machen, gefolgt von einer kieferorthopädischen Behandlung zur Ausformung des Zahnbogens und/oder zum Lückenschluss.</p> <p>Vorkandieren eines überzähligen bleibenden Zahnes bzw. überzählige bleibender Zähne, bei dessen/deren Vorliegen nach einer angemessenen Extraktion (= keine relevante negative Beeinflussung des Zahnbreitenverhältnisses von Oberkiefer zu Unterkieferzahnbogen und vice versa) eine kieferorthopädische Ausrichtung oder ein kieferorthopädischer Lückenschluss durchgeführt wird. Merkmal ist nicht gegeben bei (einem) überzähligen Weisheitszahn/zähnen]</p>
3a	<p>Sagittale Stufe größer 3,5 mm aber kleiner gleich 6 mm mit inkompetentem Lippenchluss → Messbereich: Zähne 2 bis 2. Das 1a auslösende Merkmal ist gegeben, wenn an mindestens einem davon mehr als 3,5 mm oder weniger als/gleich 6 mm Distanz zum Antagonisten vorliegt. Definition der Messstrecke: Parallel zur Okklusionsebene und radial zum Zahnbogen; an den Punkten, die am weitesten voneinander entfernt liegen.</p>
3b	<p>Vertikaler Überbiss größer 1 mm aber kleiner gleich 3,5 mm; Messbereich (Zähne 2 bis 2). Das 3b auslösende Merkmal ist gegeben, wenn sich alle 4 oberen Schneidezähne im verloteten Überbiss befinden und an mindestens einem davon mehr als 1 mm und weniger als/gleich 3,5 mm Distanz zum Antagonisten vorliegt. Messstrecke: Parallel zur Okklusionsebene und radial zum Zahnbogen, an den Punkten, die am weitesten voneinander entfernt liegen.</p>
3c	<p>Anteriorer oder posteriorer Kreuzbiss bzw. Kreuzbiss mit Diskrepanz größer 1mm aber kleiner gleich 2 mm zwischen IEP und IOP</p> <ul style="list-style-type: none"> • Anteriorer Kreuzbiss bzw. Kreuzbiss liegt vor, wenn 1, 2 oder 3 OK-Schneidezähne in linguale Position stehen. • Posteriorer Kreuzbiss bzw. Kreuzbiss liegt vor, wenn für mindestens einen der Zähne (3 bis 7) eines der folgenden Merkmale vorliegt: <ul style="list-style-type: none"> ○ Schneidekanten-Schneidekantenkontakt (Eckzahn) ○ Höcker-Höcker-Verzahnung (bukkal linguale) Zähne 4 bis 7 ○ Kreuzbiss
3d	<p>Kontaktpunktverschiebung von benachbarten bleibenden Zähnen größer 2 mm aber kleiner gleich 4mm. Die Kontaktpunktverschiebung wird an den anatomischen Kontaktpunkten gemessen, wo Zähne von der Linie des Zahnbogens abweichen (rotierte Prämolaren werden nicht berücksichtigt). Generell <u>nicht</u> berücksichtigt werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vertikale Verschiebungen in der Höhe. • Lücken (auch nicht nach Zahnextraktionen), es sei denn, ein Zahn bzw. mehrere Zähne weichen vom Zahnbogen ab. <p>Messstrecke: Parallel zur Okklusionsebene; an den anatomischen Kontaktpunkten, die am weitesten voneinander entfernt liegen.</p>
3e	<p>Seitlicher oder frontaler offener Biss bei vollständig durchgebrochenen bleibenden Zähnen größer 2mm aber kleiner gleich 4mm. Kriterium liegt bei mindestens einem Zahn vor. Messbereich: Zähne 1 bis 7. Messstrecke - vertikal (rechter Winkel) zur Okklusionsebene.</p>

3f	Vergrößerter und kompletter Überbiss (eines oder mehrerer Frontzähne) ohne traumatischen Einbuß in palatinale, labiale Schleimhaut.
-----------	---

Anhang I: IOTN Vereinbarung ÖZÄK und HV

Vereinbarung mit der Erklärung der DHC Grad 3-5 in den Haupt und Untergruppen.

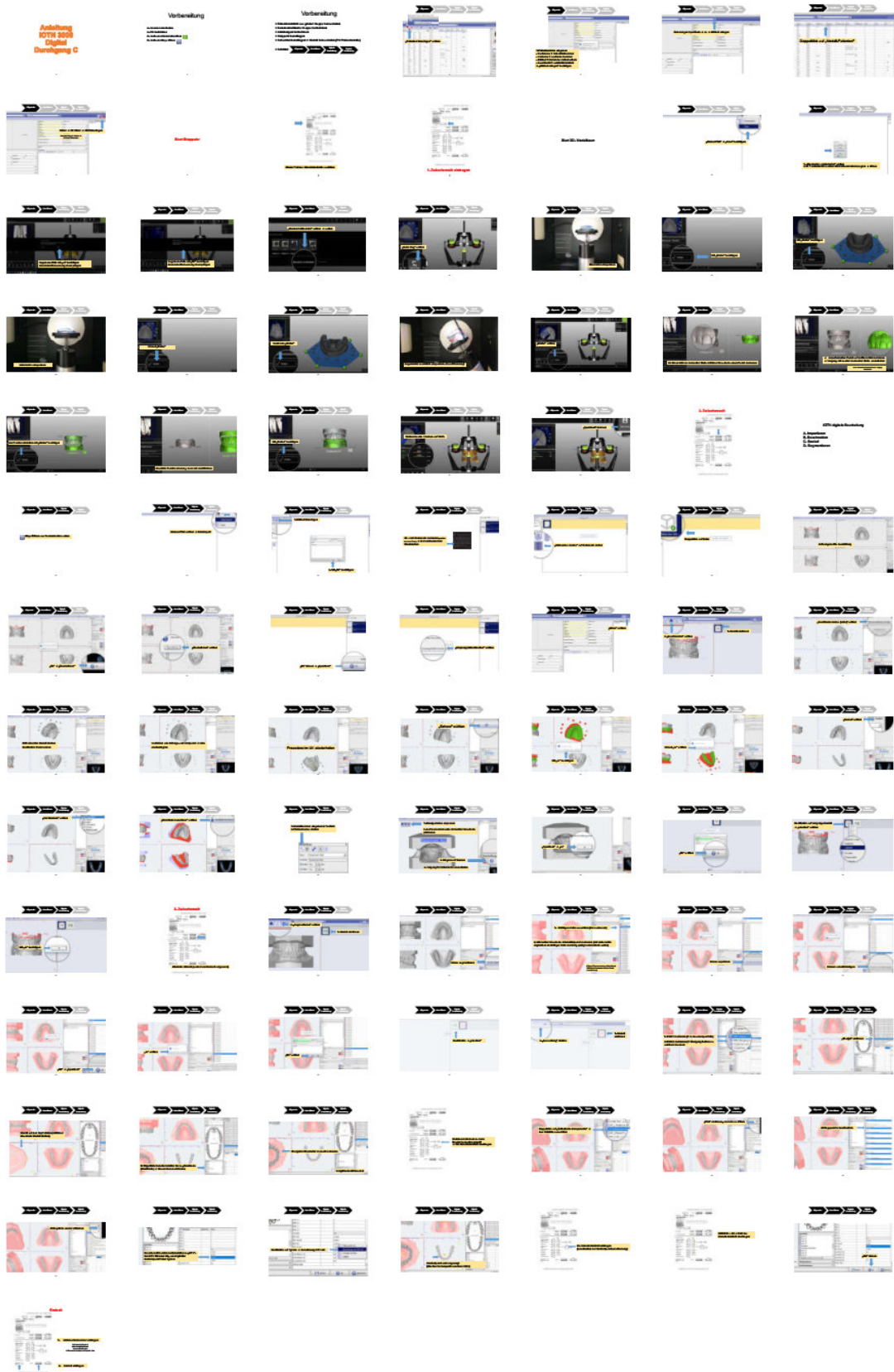
Anhang III – Codebuch

Spalte	Code Datenblatt B	Code Datenblatt C	Abkürzung	Frage	Antwort	Code
	V8_yyr	VC_yyr	V101	Fortlaufende Nummer	Zahl	fortlaufend
	V85	VC5	V105	Nummer der Modellschachtel	Zahl	1-900
	V88	VC7	V110	Sex	weiblich/männlich/unklar	1/2/3
	V86	VC7	V126	Modellnummer	Zahl	fortlaufend
	V83	VC8	V128	Studienrichtung	Humanmedizin/Zahnmedizin	1/2
	V84	VC8	V129	Semester	SS08/WS0809/SS09/WS0910/SS10/WS1011/SS11/WS1112/SS12/WS1213/SS13/WS1314/SS14/WS14/15/16/17/18/19/20	1/2
Beurteilung Modell nach IOTN						
	V827	VC39	V191	M_B	Beurteilerin der Modelle anhand des IOTN	1 Christina/2 Daniela/3 Claudia/4 Dr. Santiago/5 Ernst/6 Dr. Scardelli/7 Julia/8 Thomas/9 Martina/
	V82a	VC2	V192	M_DdB	Datum der Beurteilung Modelle	Datum
	V82b	VC3	V193	M_Deg	Beginnzeit der Beurteilung Modelle (hh:mm)	Uhrzeit
	V815	VC15	V194	M_mis	fehlende Zähne Modelle	fehlender pro Quadrant/mind 2 fehl. pro Quadrant
	V816	VC16	V195	M_misQ	fehlende Zähne Qualität Modelle	weniger extensive Hypodontie / extensive Hypodontie
	V817	VC21	V198	M_oj	Overjet Modelle	10 ≤ 6mm mit suff. Lippenschluss / >3,5mm und ≤ 6mm mit insuff. Lippenschluss bzw. am Modell / > 10 ≤ 6mm ohne Kau- und Sprechschwierigkeiten / >3,5mm mit Kau- und Sprechschwierigkeiten
	V818	VC24	V200	M_disp	Kontaktpunktverschiebung Modelle	vergrößerter OI / verkehrter OI / verkehrter OI >3,5mm mit Kau- und Sprechschwierigkeiten
	V820	VC28	V203	M_obQ	Overbite Qualität Modelle	posterior mit Diskrepanz zwischen RKP und IWP ≤ 1mm / <1mm und ≤ 2mm / > 2mm bzw. bei Mess.
	V821	VC30	V204	M_so	Sonstiges Qualität Modelle	vergrößerter Überbiss ≥3,5mm ohne Zahnfleischkontakt / mit Zahnfleischkontakt / mit Trauma
	V822	VC33	V206	M_DHC	Gradentelung DHC Modelle	Buchstabe
	V822V822	VC34	V207	M_Q	Qualität der Gradeinteilung Modelle	Zahl
	V824	VC36	V208	M_DHC_Q	Grad und Qualität Modelle	Zahl und Buchstabe
	V814	VC14	V210	M_end	Endzeit der Beurteilung Modelle	(Uhr) Zeit
	V826	VC41	V211	M_time	Zeit in Sekunden Modelle	Zahl
	V817	VC37	V212	F_sisk	Einzeldiagnose Modelle	KI C/D, Res...
	VC42	V560	M_s130	Start 3D Scan Modelle	(Uhr) Zeit	Engabewert
	VC43	V561	M_dig8	IOTN digitale Bearbeitung	(Uhrzeit)	Engabewert (hh:mm)
Technische Qualität						
	V89	V400	TQ_OK	Technische Qualität Oberkiefer	vollständig/beschädigt/fehlend	1/2/3
	V811	V402	TQ_LIK	Technische Qualität Unterkiefer	vollständig/beschädigt/fehlend	1/2/3
	V810	V403	Bes.	Beschliff	passend/nachahmen/jauchschliss	1/2/3
	V823	V404	Okk	Okklusion	endeutig/bedingtegar nicht	1/2/3
	V816	V405	M_mis_B	fehlende Zähne Qualität	Vollbeurteil/Geschätzt	1/2
	V817	V406	M_oj_B	Overjet Qualität	Vollbeurteil/Geschätzt	1/2
	V818	V407	M_disp_B	Kontaktpunktverschiebung Qualität	Vollbeurteil/Geschätzt	1/2
	V820	V408	M_ob_B	Overbite Qualität	Vollbeurteil/Geschätzt	1
	V409	FE0	FE0	Angaben fehlend	fehlende Daten	998
	V410	FEZ	FEZ	Fehlende Zähne	nicht auswertbare Eintragung	999
	VC211	V411	V411	Fehlende Zähne / Facts / Annahmen	arie - vorzeitige Zahnverlust/ KFO Tx mit Extraktion/ Annahme Nichtanlage/ Annahme Retention/ N	1/2/3/4/5/6/7/8
	VC212	V412	V412	Fehlende Zähne / Facts / Annahmen	arie - vorzeitige Zahnverlust/ KFO Tx mit Extraktion/ Annahme Nichtanlage/ Annahme Retention/ N	1/2/3/4/5/6/7/8
	VC213	V413	V413	Fehlende Zähne / Facts / Annahmen	arie - vorzeitige Zahnverlust/ KFO Tx mit Extraktion/ Annahme Nichtanlage/ Annahme Retention/ N	1/2/3/4/5/6/7/8
	VC214	V414	V414	Fehlende Zähne / Facts / Annahmen	arie - vorzeitige Zahnverlust/ KFO Tx mit Extraktion/ Annahme Nichtanlage/ Annahme Retention/ N	1/2/3/4/5/6/7/8
	VC215	V415	V415	Fehlende Zähne / Facts / Annahmen	arie - vorzeitige Zahnverlust/ KFO Tx mit Extraktion/ Annahme Nichtanlage/ Annahme Retention/ N	1/2/3/4/5/6/7/8
	VC216	V416	V416	Fehlende Zähne / Facts / Annahmen	arie - vorzeitige Zahnverlust/ KFO Tx mit Extraktion/ Annahme Nichtanlage/ Annahme Retention/ N	1/2/3/4/5/6/7/8
	VC217	V417	V417	Fehlende Zähne / Facts / Annahmen	arie - vorzeitige Zahnverlust/ KFO Tx mit Extraktion/ Annahme Nichtanlage/ Annahme Retention/ N	1/2/3/4/5/6/7/8
	VC218	V418	V418	Fehlende Zähne / Facts / Annahmen	arie - vorzeitige Zahnverlust/ KFO Tx mit Extraktion/ Annahme Nichtanlage/ Annahme Retention/ N	1/2/3/4/5/6/7/8
	VC219	V419	V419	Fehlende Zähne / Facts / Annahmen	arie - vorzeitige Zahnverlust/ KFO Tx mit Extraktion/ Annahme Nichtanlage/ Annahme Retention/ N	1/2/3/4/5/6/7/8
	VC220	V420	V420	Fehlende Zähne / Facts / Annahmen	arie - vorzeitige Zahnverlust/ KFO Tx mit Extraktion/ Annahme Nichtanlage/ Annahme Retention/ N	1/2/3/4/5/6/7/8
	VC221	V421	V421	Fehlende Zähne / Facts / Annahmen	arie - vorzeitige Zahnverlust/ KFO Tx mit Extraktion/ Annahme Nichtanlage/ Annahme Retention/ N	1/2/3/4/5/6/7/8
	VC222	V422	V422	Fehlende Zähne / Facts / Annahmen	arie - vorzeitige Zahnverlust/ KFO Tx mit Extraktion/ Annahme Nichtanlage/ Annahme Retention/ N	1/2/3/4/5/6/7/8
	VC223	V423	V423	Fehlende Zähne / Facts / Annahmen	arie - vorzeitige Zahnverlust/ KFO Tx mit Extraktion/ Annahme Nichtanlage/ Annahme Retention/ N	1/2/3/4/5/6/7/8
	VC224	V424	V424	Fehlende Zähne / Facts / Annahmen	arie - vorzeitige Zahnverlust/ KFO Tx mit Extraktion/ Annahme Nichtanlage/ Annahme Retention/ N	1/2/3/4/5/6/7/8
	VC225	V425	V425	Fehlende Zähne / Facts / Annahmen	arie - vorzeitige Zahnverlust/ KFO Tx mit Extraktion/ Annahme Nichtanlage/ Annahme Retention/ N	1/2/3/4/5/6/7/8
	VC226	V426	V426	Fehlende Zähne / Facts / Annahmen	arie - vorzeitige Zahnverlust/ KFO Tx mit Extraktion/ Annahme Nichtanlage/ Annahme Retention/ N	1/2/3/4/5/6/7/8
	VC227	V427	V427	Fehlende Zähne / Facts / Annahmen	arie - vorzeitige Zahnverlust/ KFO Tx mit Extraktion/ Annahme Nichtanlage/ Annahme Retention/ N	1/2/3/4/5/6/7/8
	V813	V428	V428	Fehlende Zähne / Facts / Annahmen	arie - vorzeitige Zahnverlust/ KFO Tx mit Extraktion/ Annahme Nichtanlage/ Annahme Retention/ N	1/2/3/4/5/6/7/8
	VC231	V431	V431	Fehlende Zähne / Facts / Annahmen	arie - vorzeitige Zahnverlust/ KFO Tx mit Extraktion/ Annahme Nichtanlage/ Annahme Retention/ N	1/2/3/4/5/6/7/8
	VC232	V432	V432	Fehlende Zähne / Facts / Annahmen	arie - vorzeitige Zahnverlust/ KFO Tx mit Extraktion/ Annahme Nichtanlage/ Annahme Retention/ N	1/2/3/4/5/6/7/8
	VC233	V433	V433	Fehlende Zähne / Facts / Annahmen	arie - vorzeitige Zahnverlust/ KFO Tx mit Extraktion/ Annahme Nichtanlage/ Annahme Retention/ N	1/2/3/4/5/6/7/8
	VC234	V434	V434	Fehlende Zähne / Facts / Annahmen	arie - vorzeitige Zahnverlust/ KFO Tx mit Extraktion/ Annahme Nichtanlage/ Annahme Retention/ N	1/2/3/4/5/6/7/8
	VC235	V435	V435	Fehlende Zähne / Facts / Annahmen	arie - vorzeitige Zahnverlust/ KFO Tx mit Extraktion/ Annahme Nichtanlage/ Annahme Retention/ N	1/2/3/4/5/6/7/8
	VC236	V436	V436	Fehlende Zähne / Facts / Annahmen	arie - vorzeitige Zahnverlust/ KFO Tx mit Extraktion/ Annahme Nichtanlage/ Annahme Retention/ N	1/2/3/4/5/6/7/8
	VC237	V437	V437	Fehlende Zähne / Facts / Annahmen	arie - vorzeitige Zahnverlust/ KFO Tx mit Extraktion/ Annahme Nichtanlage/ Annahme Retention/ N	1/2/3/4/5/6/7/8
	VC238	V438	V438	Fehlende Zähne / Facts / Annahmen	arie - vorzeitige Zahnverlust/ KFO Tx mit Extraktion/ Annahme Nichtanlage/ Annahme Retention/ N	1/2/3/4/5/6/7/8
	VC241	V441	V441	Fehlende Zähne / Facts / Annahmen	arie - vorzeitige Zahnverlust/ KFO Tx mit Extraktion/ Annahme Nichtanlage/ Annahme Retention/ N	1/2/3/4/5/6/7/8
	VC242	V442	V442	Fehlende Zähne / Facts / Annahmen	arie - vorzeitige Zahnverlust/ KFO Tx mit Extraktion/ Annahme Nichtanlage/ Annahme Retention/ N	1/2/3/4/5/6/7/8
	VC243	V443	V443	Fehlende Zähne / Facts / Annahmen	arie - vorzeitige Zahnverlust/ KFO Tx mit Extraktion/ Annahme Nichtanlage/ Annahme Retention/ N	1/2/3/4/5/6/7/8
	VC244	V444	V444	Fehlende Zähne / Facts / Annahmen	arie - vorzeitige Zahnverlust/ KFO Tx mit Extraktion/ Annahme Nichtanlage/ Annahme Retention/ N	1/2/3/4/5/6/7/8
	VC245	V445	V445	Fehlende Zähne / Facts / Annahmen	arie - vorzeitige Zahnverlust/ KFO Tx mit Extraktion/ Annahme Nichtanlage/ Annahme Retention/ N	1/2/3/4/5/6/7/8
	VC246	V446	V446	Fehlende Zähne / Facts / Annahmen	arie - vorzeitige Zahnverlust/ KFO Tx mit Extraktion/ Annahme Nichtanlage/ Annahme Retention/ N	1/2/3/4/5/6/7/8
	VC247	V447	V447	Fehlende Zähne / Facts / Annahmen	arie - vorzeitige Zahnverlust/ KFO Tx mit Extraktion/ Annahme Nichtanlage/ Annahme Retention/ N	1/2/3/4/5/6/7/8
	V824	V448	V448	Fehlende Zähne / Facts / Annahmen	arie - vorzeitige Zahnverlust/ KFO Tx mit Extraktion/ Annahme Nichtanlage/ Annahme Retention/ N	1/2/3/4/5/6/7/8
	V81	V450	M_AC_Q	Beurteilung der AC durch die Beurteilerin	Vollbeurteil/Geschätzt	01. Feb
	V81	V450	BvS	Auswertbogen Version	1- Nov 15/2- Dez 15/3- Jan 16/4- Feb 16/5-Nov16	1/2/3/4/5 01. Feb
	V821	V451	M_so_B	Sonstiges Qualität	Vollbeurteil/Geschätzt	01. Feb
	V823	V452	Rt	Retainer am Modell erkennbar	nein/ja	0/1
	VC42	V453	VC42	Start 3D Scan (mm:ss)		
	VC43	V554	VC43	IOTN digitale Bearbeitung (mm:ss)		
sonstiges						
			0	keine Besonderheiten	Zähne vorhanden und unauffällig	
	V819	VC44	V555	M_disp_P	Daten nicht auswertbar	Engabewert
	VC45	V556	M_oj_P	Displacement wo gemessen	ei benachbarten Zähnen; z.B. 33/34 = Abstand der Kontaktpunkte 33 distal und 34 mesial entlang d	Engabewert
	V87	V560	G_Nr	Gruppen Nummer intern	z.B. 31m = Zahn 31 mesial; 22d = Zahn 22 distal Version C Fragen Datenblatt (1-45) g:0/D	Engabewert

Anhang III: Codebuch für Datenmatrix

genaue Beschreibung der Variablen aus den Einzeldatenblättern mit Codierung für die Datenmatrix

Anhang IV – Anleitung für digitales Verfahren



Anhang IV: Anleitung für digitales Verfahren

Anhang V – Ethikvotum



Auenbruggerplatz 2, A-8036 Graz
ethikkommission@medunigraz.at
Tel.: +43 / 316 / 385-13628, Fax: -14348

VOTUM gültig bis 27.12.2020

EK-Nummer: 32-038 ex 19/20
Studientitel: Differences between manually and digital IOTN measurements
- a retrospective pilot study on plaster models
Prüfer: Mag.DDr. Elisabeth Santgill
Medizinische Universität Graz, Zahnklinik
Sponsor: Medizinische Universität Graz, Klinische Abteilung für Orale Chirurgie und
Kieferorthopädie
Ansprechpartner: Mag.DDr. Elisabeth Santgill, 8010 Graz, Bilrothgasse 4
CRO: -
Antragsteller: Medizinische Universität Graz
Ansprechpartner: Thomas Koch

Die o.a. Studie wurde von der Ethikkommission erstmals im 'expedited Review' am 11.10.2019 behandelt.
Die Ethikkommission ist zu folgendem Schluss gekommen:

Es besteht kein Einwand gegen die Durchführung der Studie in der vorliegenden Form.

Kommissionsmitglieder, die für diesen Tagesordnungspunkt als befähigt anzusehen waren und daher gemäß Geschäftsordnung an der Entscheidungsfindung und Abstimmung nicht teilgenommen haben:
keine

Zur Beurteilung vorliegende Dokumente:

Dokumente eingegangen am 23.09.2019, begutachtet im 'expedited Review' am 11.10.2019	
✓ Cover Letter 2019 09 23 KOCH Thomas ID 7649 COVER Letter Ethikantrag V01	22.09.2019
✓ Antragsformular ECS Unterschriftenseiten	23.09.2019
✓ Antragsformular ECS	23.09.2019
✓ Originalprotokoll 2019 09 22 KOCH Thomas ID 7649 Prot_retrosp V01 submitted V01	22.09.2019
Dokumente eingegangen am 15.12.2019, begutachtet im 'expedited Review' am 27.12.2019	
✓ Letter of Authorization	15.12.2019

Die Ethikkommission geht - rechtlich unverbindlich - davon aus, dass es sich um keine klinische Prüfung nach AMG bzw. MPG handelt.

Es handelt sich um eine Studie im Rahmen einer Diplomarbeit.

Das Votum der Ethikkommission berührt in keiner Weise die alleinige Verantwortung der Prüferin / des Prüfers / der Prüfer für die ordnungsgemäße Durchführung der Studie unter Einhaltung aller einschlägiger gesetzlicher Bestimmungen und Richtlinien.

Weiters machen wir darauf aufmerksam, dass der Kommission unverzüglich zu melden sind:

- Abweichungen vom Protokoll aus Sicherheitsgründen oder Protokolländerungen
- Änderungen, die das Risiko der Teilnehmer/-innen erhöhen oder die Durchführung der Studie wesentlich beeinflussen

EK-Nummer: 32-038 ex 19/20 Votum (27.12.2019) Seite 1 von 2

Medizinische Universität Graz, Auenbruggerplatz 2, A-8036 Graz, www.medunigraz.at
Rechtsform: Juristische Person öffentlichen Rechts gem. Unternehmensgesetz 2005, Internationales Mikrotugengesetz der Universität und keine rechtsfähige AN. FN: 215 9484.
UID: ATU 575 111 79. Bankverbindung: Bank Austria Creditanstalt BUL 12000 Kurzf-Nr. 500 948 400/04. Raiffeisen Landesbank Steiermark BUL 30000 Kurzf-Nr. 49910.

- Unübliche unerwartete schwerwiegende Nebenwirkungen - SUSARs (AMG-Studien ab 1.5.2004) oder schwerwiegende unerwünschte Ereignisse - SAEs (andere Studien)

- Jegliche Information über sonstige Umstände, die die Sicherheit der Teilnehmer/-innen oder die Durchführung der Studie beeinträchtigen können

Dieses Votum gilt für ein Jahr ab dem Datum der Ausstellung. Bei längerer Studiendauer ist rechtzeitig vor Ablauf der Gültigkeit des Votums ein Zwischenbericht vorzulegen (Berichtsformular), um eine etwaige Verlängerung zu erlangen.

Graz, 27. Dezember 2019

Univ.-Prof. Dr. Josef Haas
Vorsitzender

Univ.-Prof. Dr. Hans Dimai
Stv. Vorsitzender

Achtung: Bitte bei allen das Projekt betreffende Schreiben oder telefonischen Anfragen die EK-Nummer angeben!

EK-Nummer: 32-038 ex 19/20 Votum (27.12.2019) Seite 2 von 2

Medizinische Universität Graz, Auenbruggerplatz 2, A-8036 Graz, www.medunigraz.at
Rechtsform: Juristische Person öffentlichen Rechts gem. Unternehmensgesetz 2005, Internationales Mikrotugengesetz der Universität und keine rechtsfähige AN. FN: 215 9484.
UID: ATU 575 111 79. Bankverbindung: Bank Austria Creditanstalt BUL 12000 Kurzf-Nr. 500 948 400/04. Raiffeisen Landesbank Steiermark BUL 30000 Kurzf-Nr. 49910.

Anhang V: Ethikvotum

Votum der Ethikkommission der Medizinischen Universität Graz 32-038 ex 19/20