

Aus dem Institut für 3D-Dentalradiologie Mesantis Berlin

DISSERTATION

**Bildgebende Verfahren  
zur Diagnostik verlagelter Weisheitszähne  
und deren therapeutische Konsequenzen**

zur Erlangung des akademischen Grades  
Doctor medicinae dentariae (Dr. med. dent.)

vorgelegt der Medizinischen Fakultät  
Charité – Universitätsmedizin Berlin

von

ZÄ Nicole Angelika Lenz

aus Beeskow

Datum der Promotion: 25. Juni 2017



*Das Zahnweh, subjektiv genommen,  
ist ohne Zweifel unwillkommen;  
doch hat's die gute Eigenschaft,  
daß sich dabei die Lebenskraft,  
die man nach außen oft verschwendet,  
auf einen Punkt nach innen wendet  
und hier energisch konzentriert.  
Kaum wird der erste Stich verspürt,  
kaum fühlt man das bekannte Bohren,  
das Zucken, Rucken und Rumoren,  
und aus ist's mit der Weltgeschichte,  
vergessen sind die Kursberichte,  
die Steuern und das Einmaleins,  
kurz, jede Form gewohnten Seins,  
die sonst real erscheint und wichtig,  
wird plötzlich wesenlos und nichtig.  
Ja, selbst die alte Liebe rostet,  
man weiß nicht, was die Butter kostet,  
denn einzig in der engen Höhle  
des Backenzahnes weilt die Seele,  
und unter Toben und Gesaus  
reift der Entschluß: Er muß heraus!*

Wilhelm Busch (1832 – 1908)  
deutscher Zeichner, Maler und Schriftsteller



---

**INHALTSVERZEICHNIS**

<b>ABBILDUNGSVERZEICHNIS.....</b>	<b>XI</b>
<b>TABELLENVERZEICHNIS .....</b>	<b>XV</b>
<b>ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS.....</b>	<b>XIX</b>
<b>GERÄTEVERZEICHNIS.....</b>	<b>XXIII</b>
<b>ABSTRAKT.....</b>	<b>1</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>3</b>
<b>1 EINLEITUNG .....</b>	<b>5</b>
<b>1.1 Prophylaktische Entfernung impaktierter Weisheitszähne.....</b>	<b>8</b>
<b>1.2 Frontzahnengstand durch impaktierte Weisheitszähne.....</b>	<b>11</b>
<b>1.3 PSA vs. DVT-PSA – Diagnostische Parameter.....</b>	<b>15</b>
<b>2 FRAGESTELLUNGEN .....</b>	<b>18</b>
<b>3 METHODIK.....</b>	<b>20</b>
<b>3.1 Literaturüberblick und Auswertung.....</b>	<b>20</b>
<b>3.1.1 Prophylaktische Entfernung impaktierter Weisheitszähne .....</b>	<b>20</b>
<b>3.1.2 Frontzahnengstand durch impaktierte Weisheitszähne .....</b>	<b>37</b>
<b>3.1.3 PSA vs. DVT – Inwiefern eignet sich die PSA zur genaueren                 Diagnose?.....</b>	<b>49</b>
<b>3.1.3.1 Panoramaschichtaufnahme (PSA).....</b>	<b>50</b>
<b>3.1.3.2 Digitale Volumentomografie (DVT) .....</b>	<b>52</b>
<b>3.1.3.3 PSA vs. DVT – Signifikanz der Unterschiede?.....</b>	<b>62</b>
<b>3.2 Spezielle Methodik.....</b>	<b>66</b>
<b>3.2.1 Aufnahmenbewertung bezüglich prophylaktischer Entfernung</b>	<b>70</b>
<b>3.2.1.1 Karies am zweiten Molar .....</b>	<b>72</b>
<b>3.2.1.2 Karies am dritten Molar.....</b>	<b>72</b>
<b>3.2.1.3 Perikoronitis.....</b>	<b>72</b>
<b>3.2.1.4 Resorption .....</b>	<b>72</b>
<b>3.2.2 Aufnahmenbewertung bezüglich Frontzahnengstand.....</b>	<b>74</b>

3.2.3	PSA vs. DVT – Vergleich diagnostischer Parameter.....	76
3.2.3.1	Verdunklung der Zahnwurzel .....	78
3.2.3.2	Unterbrechung der weißen Linie.....	78
3.2.3.3	Kanalkrümmung .....	78
3.2.3.4	Einengung des Kanals .....	78
3.2.3.5	Wurzelkrümmung .....	79
3.2.3.6	Einengung der Wurzel.....	79
3.2.3.7	Vertikalposition.....	79
3.2.3.8	Verlauf des N. alv. inf. ....	80
<b>4</b>	<b>ERGEBNISSE.....</b>	<b>81</b>
4.1	Prophylaktische Entfernung impaktierter Weisheitszähne.....	84
4.1.1	Karies am zweiten Molar.....	88
4.1.2	Karies am dritten Molar .....	91
4.1.3	Perikoronitis .....	94
4.1.4	Resorption .....	98
4.2	Frontzahnengstand durch impaktierte Weisheitszähne.....	103
4.3	PSA vs. DVT – Vergleich diagnostischer Parameter .....	107
4.3.1	Verdunklung der Zahnwurzel .....	107
4.3.2	Unterbrechung der weißen Linie.....	112
4.3.3	Krümmung des Kanals .....	115
4.3.4	Einengung des Kanals.....	118
4.3.5	Krümmung der Wurzel.....	121
4.3.6	Einengung der Wurzel .....	127
4.3.7	Vertikale Zahnposition.....	130
4.3.8	Nervposition .....	137
<b>5</b>	<b>DISKUSSION.....</b>	<b>141</b>
5.1	Diskussion der Methoden .....	141
5.1.1	Diskussion zur Literatur impaktierter Weisheitszähne .....	142
5.1.2	Diskussion zum Frontzahnengstand.....	143
5.1.3	PSA vs. DVT – Welche literarischen Parameter sind beurteilbar? .....	144

---

<b>5.2</b>	<b>Diskussion der Ergebnisse</b> .....	<b>146</b>
	<b>Statistik</b> .....	<b>146</b>
<b>5.2.1</b>	<b>Prophylaktische Entfernung impakterter Weisheitszähne</b> .....	<b>148</b>
<b>5.2.1.1</b>	<b>Karies am zweiten Molar</b> .....	<b>148</b>
<b>5.2.1.2</b>	<b>Karies am dritten Molar</b> .....	<b>149</b>
<b>5.2.1.3</b>	<b>Perikoronitis</b> .....	<b>151</b>
<b>5.2.1.4</b>	<b>Resorption</b> .....	<b>151</b>
<b>5.2.1.5</b>	<b>Weitere Überlegungen</b> .....	<b>152</b>
<b>5.2.2</b>	<b>Frontzahnengstand durch impaktierte Weisheitszähne</b> .....	<b>153</b>
<b>5.2.3</b>	<b>PSA vs. DVT – Wessen Ergebnisse sind deutlicher?</b> .....	<b>155</b>
<b>5.2.3.1</b>	<b>Verdunklung der Wurzel</b> .....	<b>155</b>
<b>5.2.3.2</b>	<b>Unterbrechung der weißen Linie</b> .....	<b>156</b>
<b>5.2.3.3</b>	<b>Kanalkrümmung</b> .....	<b>157</b>
<b>5.2.3.4</b>	<b>Einengung des Kanals</b> .....	<b>158</b>
<b>5.2.3.5</b>	<b>Krümmung der Wurzel</b> .....	<b>158</b>
<b>5.2.3.6</b>	<b>Einengung der Wurzel</b> .....	<b>159</b>
<b>5.2.3.7</b>	<b>Vertikale Position</b> .....	<b>160</b>
<b>5.2.3.8</b>	<b>Nervposition</b> .....	<b>161</b>
<b>5.2.4</b>	<b>PSA vs. DVT – Signifikanz der Unterschiede?</b> .....	<b>162</b>
<b>5.2.4.1</b>	<b>„Goldstandard“</b> .....	<b>164</b>
<b>5.2.4.2</b>	<b>Therapeutische Konsequenzen</b> .....	<b>166</b>
<b>5.2.4.3</b>	<b>Strahlenbelastung</b> .....	<b>172</b>
<b>6</b>	<b>SCHLUSSFOLGERUNGEN</b> .....	<b>181</b>
	<b>LITERATURVERZEICHNIS</b> .....	<b>185</b>
	<b>INTERNETQUELLEN</b> .....	<b>217</b>
	<b>EIDESSTATTLICHE VERSICHERUNG</b> .....	<b>221</b>
	<b>LEBENS LAUF</b> .....	<b>223</b>
	<b>DANKSAGUNG</b> .....	<b>225</b>







## ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1	Verlauf des N. alv. inf. ....	9
Abbildung 2	Zunahme der Oralchirurgen .....	10
Abbildung 3	Frontzahnengstand – Messungen in der Studienliteratur .....	13
Abbildung 4	Darstellung der Nervverletzungen .....	30
Abbildung 5	Pell und Gregory – Lage von WHZ im Unterkiefer .....	31
Abbildung 6	Pell und Gregory – Okklusionsebene .....	32
Abbildung 7	Zahnwinklung .....	33
Abbildung 8	Schema der Umlaufbahn bei der Panoramaschichtaufnahme .....	51
Abbildung 9	Schematische Darstellung der Aufnahmegeometrie und Komponenten eines DVT-Systems .....	53
Abbildung 10	DVT-Röntgen .....	55
Abbildung 11	Einsatzmöglichkeiten des DVT .....	56
Abbildung 12	Darstellung Zunahme von DVT (aus 195) .....	58
Abbildung 13	Radiografische Marker der Weisheitszähne .....	59
Abbildung 14	Anzahl gewählter FOV in angefertigten DVT-Aufnahmen .....	68
Abbildung 15	Strahlenbelastung, Vergleich effektiver Dosen bei DVT – Umgebungsstrahlung – Flug .....	69
Abbildung 16	Panoramasicht im DVT .....	71
Abbildung 17	DVT-PSA sagittal .....	71
Abbildung 18	DVT-Cross-Sections.....	71
Abbildung 19	Frontzahnengstand Messung am Modell .....	75
Abbildung 20	Beispiel für Weisheitszähne und Engstand in einer PSA .....	76
Abbildung 21	Merkmale nach <i>Rood</i> und <i>Shehab</i> .....	77
Abbildung 22	Kraniokaudales Verhältnis zwischen Wurzeln und Zahn.....	79
Abbildung 23	Geschlechtereinteilung.....	81
Abbildung 24	Histogramm Altersverteilung .....	82
Abbildung 25	Diagramm zur Position der impaktierten Zähne (Tabelle 21) .....	84
Abbildung 26	Beispiele zu Zahnpositionen (Mesantis).....	85
Abbildung 27	Beispiele Einteilung nach <i>Pell</i> und <i>Gregory</i> (Mesantis).....	86

---

Abbildung 28	Zahnbefunde aus PSA / DVT-PSA.....	87
Abbildung 29	Diagramm zu Karies am zweiten Molar – PSA / DVT gesamt.....	90
Abbildung 30	Diagramm zu Karies am dritten Molar – PSA / DVT gesamt.....	93
Abbildung 31	Perikoronitis im Vergleich der Aufnahmen .....	95
Abbildung 32	Diagramm zu Perikoronitis – PSA / DVT gesamt .....	97
Abbildung 33	Beispiel Resorption .....	98
Abbildung 34	Diagramm zur Resorption .....	100
Abbildung 35	Verlagerungsform und Pathologie .....	102
Abbildung 36	Zusammenhang zwischen Weisheitszähnen und Engstand aus aktuellen Messungen .....	105
Abbildung 37	Panoramaaufnahme.....	107
Abbildung 38	Verdunklung der Zahnwurzel .....	108
Abbildung 39	Darstellungen zur Verdunklung der Zahnwurzel – PSA / DVT .....	109
Abbildung 40	Diagramm zur Verdunklung der Zahnwurzel im DVT gesamt .....	111
Abbildung 41	Beispiele zur Unterbrechung der weißen Linie .....	112
Abbildung 42	Unterbrechung der weißen Linie – PSA / DVT gesamt .....	114
Abbildung 43	Krümmung des Kanals (Mesantis) .....	115
Abbildung 44	Krümmung des Kanals .....	116
Abbildung 45	Krümmung des Kanals – PSA / DVT gesamt.....	117
Abbildung 46	Einengung des Kanals .....	118
Abbildung 47	Einengung des Kanals .....	119
Abbildung 48	Diagramm Einengung des Kanals – PSA / DVT gesamt.....	120
Abbildung 49	Krümmung der Wurzel .....	121
Abbildung 50	Krümmung der Wurzel .....	122
Abbildung 51	Beispiel für Wurzelkrümmung nach bukkal .....	123
Abbildung 52	Diagramm zur bukkalen Wurzelkrümmung .....	123
Abbildung 53	Beispiel für Wurzelkrümmung nach lingual .....	124
Abbildung 54	Diagramm zur lingualen Wurzelkrümmung .....	125
Abbildung 55	Diagramm zur Wurzelkrümmung – PSA / DVT gesamt.....	126
Abbildung 56	Einengung der Wurzel.....	127
Abbildung 57	Einengung der Wurzel.....	128

---

Abbildung 58	Diagramm zur Einengung der Wurzel .....	130
Abbildung 59	Vertikale Zahnposition .....	130
Abbildung 60	Vergleich von Zahnpositionen – PSA / DVT (aus Mesantis) .....	134
Abbildung 61	Zahnkontakt vergleichend in unterschiedlichen Ebenen .....	135
Abbildung 62	Diagramm zur vertikalen Zahnposition – PSA / DVT gesamt .....	136
Abbildung 63	Nervpositionen .....	137
Abbildung 64	Verlauf des N. alv. inf. (Mesantis) .....	139
Abbildung 65	Diagramm zum Verlauf des N. alv. inf. – PSA / DVT gesamt .....	140
Abbildung 66	Beispiel für dorsale und okklusale Ansicht des N. alv. inf. ....	158
Abbildung 67	Beispiel für Zahnmorphologie .....	159
Abbildung 68	Beispiel für nicht optimale PSA-Röntgenaufnahme .....	163
Abbildung 69	Operative Entfernung unterer WHZ .....	168
Abbildung 70	Mukoperiostlappen .....	168
Abbildung 71	Darstellung einer Coronektomie .....	169
Abbildung 72	Gesamthäufigkeit und kollektive effektive Dosis von Röntgenaufnahmen .....	172
Abbildung 73	Effektive Dosis unterschiedlicher Röntgentechniken .....	174
Abbildung 74	FOV .....	175
Abbildung 75	Effektive Dosen verschiedener DVT-Systeme bei minimalen und maximalen .....	178
Abbildung 76	Effektive Dosis verschiedener DVT-Systeme .....	179



---

**TABELLENVERZEICHNIS**

Tabelle 1	Studienarten in der recherchierten Literatur .....	7
Tabelle 2	Unterkriterien der untersuchten Studien.....	7
Tabelle 3	Frontzahnengstand – Methoden in Studienliteratur.....	12
Tabelle 4	Genutzte Röntgengeräte in der Literatur .....	16
Tabelle 5	Gründe für eine prophylaktische Entfernung .....	27
Tabelle 6	Komplikationen nach Weisheitszahnentfernung.....	29
Tabelle 7	Einschlusskriterien .....	33
Tabelle 8	Angulationshäufigkeit der Zähne in den Literaturartikeln.....	34
Tabelle 9	Operative Entfernung unterer Weisheitszähne – Risiken .....	35
Tabelle 10	Theorie des frontalen Engstand – Autorenvergleich .....	38
Tabelle 11	Frontzahnengstand in der Studienliteratur .....	47
Tabelle 12	Veränderungen im anterioren Unterkiefersegment aus verschiedenen Studien mit Messungen des Inter-Canini-Abstands .	47
Tabelle 13	Messung in Röntgenaufnahme vom ersten Molar bis zum Inzisivus oder Caninus.....	48
Tabelle 14	Lage des Weisheitszahn zum Nervverlauf .....	61
Tabelle 15	Technische Daten des DVT-Geräts 3D eXam Mesantis line.....	66
Tabelle 16	Voxelsize möglicher Untersuchungen des 3D eXam Mesantis line..	68
Tabelle 17	Geschlechtereinteilung und -häufigkeit .....	81
Tabelle 18	Altersverteilung .....	82
Tabelle 19	Altersklasse .....	83
Tabelle 20	Zahnverteilung .....	83
Tabelle 21	Position der impaktierten Zähne.....	84
Tabelle 22	Einteilung aktueller Probanden nach <i>Pell</i> und <i>Gregory</i> .....	85
Tabelle 23	Karies am zweiten Molar – PSA / DVT-PSA .....	88
Tabelle 24	Häufigkeitstabelle für Karies am zweiten Molar.....	88
Tabelle 25	Karies am zweiten Molar – mit DVT gesamt .....	89
Tabelle 26	Karies am dritten Molar – PSA / DVT-PSA.....	91
Tabelle 27	Häufigkeitstabelle zu Karies am dritten Molar .....	92
Tabelle 28	Karies am dritten Molar – PSA / DVT gesamt .....	92

Tabelle 29	Perikoronitis – PSA / DVT-PSA.....	94
Tabelle 30	Häufigkeitstabelle zu Perikoronitis – PSA / DVT .....	95
Tabelle 31	Perikoronitis – PSA / DVT gesamt .....	96
Tabelle 32	Resorption am zweiten Molar – PSA / DVT-PSA .....	99
Tabelle 33	Häufigkeitstabelle zur Resorption – PSA / DVT .....	99
Tabelle 34	Resorption – PSA / DVT gesamt.....	100
Tabelle 35	Verlagerungsform und Pathologie.....	101
Tabelle 36	Abstand 33 distal bis 43 distal.....	104
Tabelle 37	Häufigkeit des Zusammenhangs zwischen Weisheitszähnen und Engstand.....	105
Tabelle 38	Verdunklung der Zahnwurzel – PSA / DVT-PSA.....	108
Tabelle 39	Häufigkeit zur Verdunklung der Zahnwurzel im DVT.....	109
Tabelle 40	Verdunklung der Zahnwurzel im DVT gesamt.....	110
Tabelle 41	Unterbrechung der weißen Linie – PSA / DVT-PSA.....	112
Tabelle 42	Häufigkeit zur Unterbrechung der weißen Linie .....	113
Tabelle 43	Unterbrechung der weißen Linie – DVT gesamt .....	113
Tabelle 44	Krümmung des Kanals – PSA / DVT-PSA .....	115
Tabelle 45	Häufigkeit zur Krümmung des Kanals .....	116
Tabelle 46	Krümmung des Kanals – PSA / DVT gesamt.....	117
Tabelle 47	Einengung des Kanals – PSA / DVT-PSA.....	118
Tabelle 48	Häufigkeit zur Einengung des Kanals.....	119
Tabelle 49	Einengung des Kanals – PSA / DVT gesamt .....	120
Tabelle 50	Krümmung der Wurzel – PSA / DVT-PSA.....	121
Tabelle 51	Bukkale Wurzelkrümmung .....	122
Tabelle 52	Linguale Wurzelkrümmung.....	124
Tabelle 53	Häufigkeit zur Wurzelkrümmung – PSA / DVT .....	125
Tabelle 54	Krümmung der Wurzel – PSA / DVT gesamt .....	126
Tabelle 55	Einengung der Wurzel – PSA / DVT-PSA .....	127
Tabelle 56	Häufigkeit zur Einengung der Wurzel.....	128
Tabelle 57	Einengung der Wurzel – PSA/ DVT gesamt.....	129
Tabelle 58	Vertikale Zahnposition, superior.....	131

Tabelle 59	Vertikale Zahnposition, in der Kortikalis .....	132
Tabelle 60	Vertikale Zahnposition, inferior .....	133
Tabelle 61	Häufigkeit der vertikalen Zahnpositionen in PSA .....	133
Tabelle 62	Häufigkeit der vertikalen Zahnpositionen im DVT-PSA .....	134
Tabelle 63	Häufigkeiten zur vertikalen Zahnposition.....	135
Tabelle 64	Vertikale Zahnposition – PSA / DVT gesamt.....	136
Tabelle 65	Nervpositionen .....	138
Tabelle 66	Verlauf des N. alv. inf. – PSA/ DVT gesamt .....	139



---

**ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS**

Abb.	Abbildung
al.	et alii (und andere)
allg.	allgemein
B	Breite
Bsp.	Beispiel
bzgl.	bezüglich
bzw.	Beziehungsweise
CBCT	englische Bezeichnung für DVT
CCD	Charge Coupled Device
C. mand.	Canalis mandibularis
cm	Zentimeter
cm <sup>2</sup>	Quadratzentimeter
CMOS	Complementary Metal Oxide Semiconductor
CS	Cross-Sections
CT	Computertomografie
DGKFO	Deutsche Gesellschaft für Kieferorthopädie
DGZMK	Deutsche Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
DICOM	Digital Imaging and Communications in Medicine
DMFT	Diseased, Missing, Filled, Teeth
DVT	Digitale Volumetomografie
E	Effektive Dosis
ES	Engstand
EU	EURO
Extr.	Extraktion

Fig.	Figur
FOV	Field of View
FRS	Fernröntgenseitenaufnahme
FZ	Frontzahn
gm	englische Bezeichnung für die Einheit Gramm
H	Höhe
HD	High Definition
Hsp.	Höckerspitze
IBM	International Business Machines Corporation
ICRP	International Commission on Radiological Protection
J.	Jahre
KFO	Kieferorthopädie
kV	Kilovolt
KZV	Kassenzahnärztliche Vereinigung
k. A.	keine Angabe
Lit.	Literatur
lp/mm	Linienpaare pro Millimeter
mA	Milliampere
max.	maximal
MB	Megabyte
$\mu$ Gy	Mikrogray
$\mu$ Sv	Mikrosievert
mGy	Milligray
mm	Millimeter
$\mu$ m	Mikrometer
mSv	Millisievert
XX	

n	Anzahl
N. alv. inf.	Nervus alveolaris inferior
N. ling.	Nervus lingualis
OP	Operation
OPG	Orthopantomogramm
Pat.	Patienten
PSA	Panoramaschichtaufnahme
Rö.	Röntgen(-bild)
Rö.-Aufn.	Röntgenaufnahme(n)
Sek.	Sekunden
Segm.	Segmente
SI	Système international d'unités (Internationales Einheitssystem)
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences
Sv	Sievert
Tbl.	Tabelle
TLD	Thermoluminescent Dosimeter
u. a.	unter anderem
UK	Unterkiefer
USA	United States of America
vox	Voxel
vs.	versus
wdh.	wiederholend(e)
z. B.	zum Beispiel



## GERÄTEVERZEICHNIS

### PSA

OPG CRANEX Tome multifunctional unit	Soredex, Tuusula, Finnland
Orthopantomograph 10	Siemens, Bensheim, Deutschland
Orthopantomograph OP 100 D unit	Instrumentarium Corp., Tuusula, Finnland
Orthopantomograph OC200 D	Instrumentarium Dental, Tuusula, Finnland
Orthophos XG	Sirona Group, Bensheim, Deutschland
Orbix	Siemens-Elema AB, Göteborg, Schweden
Philips Gendex	Philips Dental Systems, Milano, Italien
Proline PM 2002 CC	Planmeca, Helsinki, Finnland
Proline XC	Planmeca, Helsinki, Finnland
ProMax	Planmeca, Helsinki, Finnland
Siemens Orthophos	Siemens, Bensheim, Deutschland
Siemens Palomex	Siemens, Bensheim, Deutschland
Veraviewepocs2D	J Morita, Kyoto, Japan

### DVT

3D Accuitomo	J. Morita, Kyoto, Japan
3D eXam Mesantis line	Imaging Sciences International, Inc., Hatfield, USA
3DX Accuitomo	J. Morita, Tokyo, Japan
3DXCT	J. Morita, Osaka, Japan
3DX multiimage micro CT	J. Morita, Tokyo, Japan
AZ3000	Asahi Röntgen Industry. Kyoto, Japan
CB Mercuray	Hitachi Medical of America, Twinsburg, OH, USA
Classic i-CAT	Imaging Sciences International, Hatfield, PA, USA
Cranex 3D	Cone Beam device, Helsinki, Finnland
Galileos	Sirona, Charlotte, NC; USA
i-CATTM	Imaging Sciences International, Hatfield, PA, USA
Ilumina	Imtec Imaging, Ardmore, OK, USA
Kodak 9000 3D	Trophy, Croissy-Beaubourg, Frankreich

MercuRay CB	Medico Technology Corporation, Kashiwa, Japan
New Tom 9000	New Tom, Marburg, Deutschland
NewTom 3G	Quantitative Radiology, Verona, Italien
Next Generation i-CAT	Imaging Sciences International, Hatfield, PA, USA
PaX-Zenith 3D	Vatech Co., Hwaseong, Korea
Prexion 3D	Terarecon, San Mateo, CA, USA
ProMax 3D	Planmeca OY, Helsinki, Finnland
Scanora 3D	Helsinki, Finnland
Siremobil Iso C <sup>3D</sup>	Siemens Medical Solutions, Malvern, PA, USA
Somotom Sensation	Siemens Medical Solutions, Malvern, PA, USA
Soredex Scanora 3D	Cone Beam device, Helsinki, Finnland
Veraviewepocs3D	J. Morita, Kyoto, Japan

**weitere**

Computerbildschirm	EIZO Flex Scan MX 240 W Slim Edge, Deutschland
digitaler Zirkel	Mitutoyo America, IL, USA
Messplatte bei 11.	X-OMAT V X-ray, Carestream, NY, USA
nanoDot strip Dosimeter	Landauer Inc., Glenwood, IL, USA
Lithiumflouridchip (TLD)	Landauer Inc., Glenwood, IL, USA
OSL strip Dosimeter	Landauer Inc., Glenwood, IL, USA
Phantom RANDO	The Phantom Laboratory, Salem, NY, USA
Phantom RANDO	Machlett, CA, USA





## ABSTRAKT

Radiologische Aufnahmen zur Beurteilung von Weisheitszähnen stellen in Zahnarztpraxen eine wesentliche Komponente dar.

In dieser Untersuchung waren 58 impaktierte Weisheitszähne Bestandteil der klinischen Auswertung hinsichtlich radiologischer Bewertungsparameter. Anlehnend an die Literatur fanden sich insgesamt zwölf zu beurteilende Parameter.

In der Literatur ist zum einen die Frage nach prophylaktischer Entfernung impaktierter Weisheitszähne viel diskutiert und soll in dieser Arbeit aufgegriffen werden. Mit der Einteilung der Zahnposition nach *Pell* und *Gregory* ließ die Probandengruppe vermehrt Aufteilungen in die Kategorien A, I (22,4 %) und C, II (27,6 %) erkennen. Vier Merkmale gelten als ausschlaggebend für die Diagnose zur prophylaktischen Entfernung. Dazu zählen Karies, Perikoronitis und Resorption.

Bei Impaktionen dritter Molaren existiert überdies mehrfach noch die Vermutung eines daraus entstehenden Frontzahnengstandes. Die aktuelle Messung kommt zu einer Verneinung dieser These (86,2 %). Und entspricht damit der Literaturmehrheit.

Mit dieser Untersuchung soll eine Überprüfung von Übereinstimmungen oder Unterscheidungen zwischen DVT und PSA erfolgen.

Acht weitere Parameter sind nur radiologisch zu beurteilen. Als relevant erwiesen sich die „Unterbrechung der weißen Linie“, die „Einengung des Kanals und der Wurzel“, der „Kanalkrümmung“ und der „Vertikalposition“ des Weisheitszahnes.

Es zeigte sich, dass 71,1 % der DVT-Aufnahmen gegenüber 19% der PSA-Aufnahmen eine detailliertere Betrachtung zur direkten Lage des N. alv. inf. ermöglichen. Eine Kanalkümmung nahe des impaktierten Zahnes ließ sich ebenso in der DVT mit 25,9 % entgegen 8,6 % in PSA ermitteln. Einschätzungen von Wurzelkrümmungen konnten ebenfalls in DVT mit 51,7 % zu 34,5 % erfolgen. Zumal die Krümmungen nach lingual (24,1 %) und bukkal (10,3 %) lediglich in DVT-Aufnahmen wahrnehmbar waren.

Schlüsselwörter: impaktierte Weisheitszähne, DVT; PSA, prophylaktische Entfernung, Frontzahnengstand



## ABSTRACT

The comparison of radiographic methods is an important subject in case of unclear dental diagnoses for the wisdom teeth treatment.

In this actual study 58 impacted wisdom teeth were part of the clinical measurement with radiographic signs. The literature showed twelve signs which are important for this study, comparing two kinds of radiographies - the so called "Panoramaschichtaufnahme", in the following signed as PSA, with the three-dimensional radiography Cone-Beam Computer Tomography (CBCT).

In the literature are lots of articles with different opinions and results to prophylactic extractions from impacted third molars. This analysis tested the radiographics according to this question. With the classification from *Pell* and *Gregory* the study group showed distributions to A, I (22.4 %) and C, II (27.6 %). Thus are reasons for developments of pericoronitis and caries.

There is also a theory for dental crowding caused of impacted third molars. This study negates this with 86.2 %. The result is equal to the researched literature.

The comparative PSA and CBCT were evaluated after researched features from the literature.

This study will prove the accordances and differences between both radiographic techniques.

The results showed, that 74.1 % from the CBCT compared to 19.0 % from the PSA showed more details for the position of the n. alv. inf.. A curvature from the canal near the impacted tooth could be seen in CBCT with 25.9 % toward 8.6 % in the PSA. Assessments to root curvatures could be evaluated in CBCT with 51.7 % contra 34.5 % in PSA. Curvatures in the lingual (24.1 %) und buccal directions (10.3 %) only was seen in CBCT.

Key words: impacted third molars, CBCT, prophylactic treatment, dental crowding







## 1 EINLEITUNG

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit verschiedenen Fragestellungen zu impaktierten Weisheitszähnen. In der Literatur fanden sich Parameter zur Beurteilung der einzelnen Fragestellungen. Insgesamt sind zwölf Merkmale als ausschlaggebend zu betrachten. Zur prophylaktischen Weisheitszahnentfernung zählen vier. Diese können zugleich klinisch diagnostiziert werden. Weitere acht wurden anhand der Literaturrecherche zur Röntgendiagnostik gewählt. Darauf wird in den jeweiligen Kapiteln eingegangen.

Zur Recherche gehörte eine Prüfung der Anwendungsmöglichkeit von Metaanalysen. Dazu wurden Studien aus Literaturdatenbanken aufgrund ihrer Untersuchungsmethoden und -ergebnisse miteinander verglichen. Einzelne Parameter wurden gegenüberstellend betrachtet. Aufgrund des Umfangs vorhandener Literatur und der inhaltlichen Abgrenzung zueinander war eine Metaanalyse nur in Ansätzen zu erwarten. Es war lediglich möglich, einzelne, relevante Punkte vergleichend aufzulisten.

Der Begriff Metaanalyse wurde erstmals 1976 vom Psychologen Gene V. Glass erwähnt. Die Notwendigkeit dieser übersichtlichen Zusammenfassungen liegt in der zunehmenden Anzahl wissenschaftlicher Herausgaben. Somit ist ein Publikationsüberblick für Leser deutlich vereinfacht (146). Folgende Angaben bestehen von *Ressing et al.* (146) zu Veröffentlichungen zum Vergleich:

1987 = 361.000 Publikationen in der Literaturdatenbank Pubmed

1997 = 448.000 Publikationen in der Literaturdatenbank Pubmed

2007 = 766.000 Publikationen in der Literaturdatenbank Pubmed

Metaanalysen nutzen und werten mehrere Datensätze oder Studien mit gemeinsamer Thematik aus (145). Resultate einzelner Studien werden dargestellt und nach Kriterien, wie Studiendesign, definiert (146). In der Literatur bestehen Uneinigkeiten zur Definition von Metaanalysen. Keine eindeutige Zuordnung besteht, ob es sich dabei um eine eigenständige Untersuchungsart handelt oder sie als Form von Sekundäranalysen zählt (144, 145). Eine Sekundäranalyse kann aus bereits verfügbaren Daten eine Zusammenfassung ermöglichen (145). *Timmer et al.*

bezeichneten eine Metaanalyse als statistische Zusammenfassung verschiedener Studien (146). Einigkeit bezüglich der Ausdehnung von Metaanalysen fand sich ebenfalls nicht.

Metaanalysen sind an empirische Forschung orientiert. Hierzu werden Befragungen, Beobachtungen und Messungen genutzt. Durch geeignete Instrumentarien entstehen daraus abgeleitete Hypothesen<sup>1</sup>. Nach *Weiß* (144) gliedert sich der Ablauf einer Metaanalyse erstens in die Forschungsfrage, gefolgt von Literaturrecherchen. Es reihen sich Datenerhebung und Datenanalyse an. Die Analyse schließt mit der Ergebnispräsentation. Herauszufiltern sind relevante Informationen.

In dieser Arbeit vermieden nicht identische Untersuchungsmaterialien gute Vergleichsoptionen. Lediglich in Einzelfällen dienten einheitliche Röntgengeräte als Studienbestandteil. Untersuchungszeiträume wiesen ebenso große Differenzen auf. Die einbezogene Literatur wurde sprachunabhängig herausgesucht. Somit gelangten deutsch-, englisch- und französischsprachige Publikationen in die Auswahl.

*Bezerra et al.* (76) beschrieben eine Literatureinteilung:

„poor“	keine Kalkulationen oder Analysen
„good“	andere zusätzliche Variablen zum Thema
„moderate“	Aspekte einbezogen, aber ohne Ergebnis

---

<sup>1</sup> Internetquelle: [www.sdi-research.at](http://www.sdi-research.at), [wissen.wie.wohin](http://wissen.wie.wohin)

Die recherchierte Literatur lässt sich folgendermaßen einteilen:

**Tabelle 1 Studienarten in der recherchierten Literatur**

Studienart	Anzahl	Prozent [%]
randomisiert kontrolliert	3	1,8
Retrospektiv	35	21,2
historisch / Kadaver	3	1,8
Vergleiche	2	1,2
cross-sectional	6	3,6
Prospektiv	20	12,1
Valided	1	0,6
Review	28	17,0
Vorläufig	3	1,8
Fragebogen	3	1,8
Pilotstudie	3	1,8
Langzeitstudie	5	3,0
nicht benannt	53	32,1
<b>Total</b>	<b>165</b>	<b>100,0</b>

Zudem wurde die vorhandene Literatur hinsichtlich der Untersuchungskriterien nach den Fragestellungen grob in folgende Sparten unterteilt:

**Tabelle 2 Unterkriterien der untersuchten Studien**

Studienart	Anzahl	Prozent [%]
Kadaver-Studien	3	1,8
histologische Untersuchungen	5	3,0
Strahlenbelastung einbezogen	10	6,1
alle anderen	147	89,1
<b>Total</b>	<b>165</b>	<b>100,0</b>

Voranstehende Auflistung verdeutlicht die Unterlegenheit experimenteller Studien mit Modellen oder Laborarbeiten. Strahlenbelastungen als wichtig erachtetes und literarisch viel diskutiertes Thema, war anhand direkter Vergleiche in zehn Artikeln

Untersuchungsbestandteil. Der größte Literaturbereich verteilt sich auf den Rest. Diese wurden nicht noch einmal separat unterteilt.

## 1.1 Prophylaktische Entfernung impaktierter Weisheitszähne

Diese Behandlung führt in der Literatur wiederholt zu widersprüchlichen Aussagen. Bereits bei der Ursachenerklärung für einen Platzmangel durch Weisheitszähne besteht nach wie vor Uneinigkeit. Einige Theorien sind vorhanden. Zwei dieser Thesen seien erwähnt. Annahme eins beruft sich auf die Aussage, schmale Kiefer weisen mangelnden Platz für alle 32 Zähne auf (162). Daraus resultiere ein Engstand. Die zweite Theorie bezieht sich auf die Kieferentwicklung aufgrund mastikatorischer Belastungen. Sie besagt, mit der Evolution wird zur heutigen Zeit eine weichere Nahrung bevorzugt, wodurch kleinere Kiefergrößen ausreichen (161).

Die Ein- und Ausschlusskriterien in der Literatur waren zu distanziert, um eine präzise Metaanalyse zu liefern.

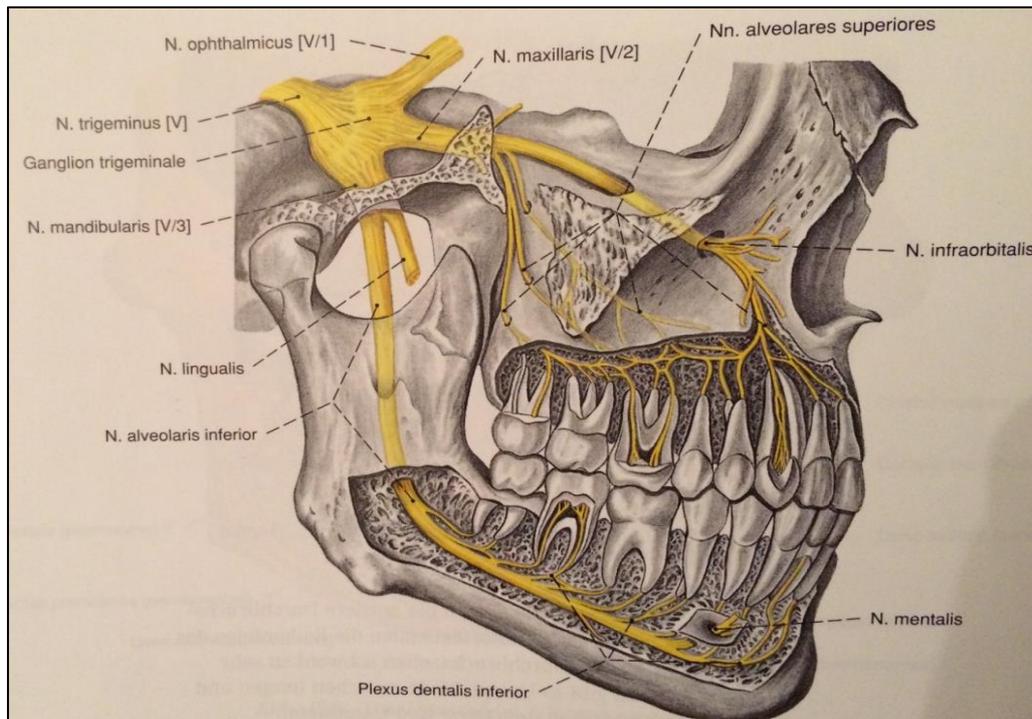
Wichtige Kritikpunkte zur prophylaktischen Entfernung liegen in der Anatomie und daraus erwarteten prä- und postoperativen Komplikationen. Untersuchungen auftretender Kariesentstehung (54, 84, 101, 103), Perikoronitis (8, 54, 90) und Resorptionen (10, 54, 77, 104) liegen vor. Anhand dieser Beurteilungen kann eine Entscheidung zur Zahnextraktion erfolgen.

Im Allgemeinen wird die Panoramaschichtaufnahme (PSA) zur Weisheitszahndiagnostik akzeptiert. Verschiedene Punkte erschweren die Aussagekraft dieser Aufnahme jedoch. Dazu zählen u. a. die bukkolinguale Ausdehnung des betreffenden Zahnes und die Lage des Nervus alveolaris inferior (N. alv. inf.) (61, 63). Deshalb sollte mit dieser Untersuchung herausgefunden werden, in wie weit mit Anwendung einer Digitalen Volumentomografie (DVT) genauere Auskünfte zu erwarten sind.

Der N. alv. inf. und der Nervus lingualis (N. ling.) sind zwei sensible Äste des Nervus mandibularis, welcher der dritte Ast des Nervus trigeminus ist. Der N. alv. inf. verläuft an der Innenseite des Ramus mandibulae nach kaudal zum Foramen mandibulae. Er folgt dem Verlauf des Unterkieferkanals bis zum Foramen mentale, das er als Nervus

mentalis für die Versorgung der Haut des Kinns, der Haut und der Schleimhaut der Unterlippe verlässt. Im Bereich der unteren Weisheitszähne können sehr enge Lagebeziehungen zwischen dem N. alv. inf. und den Wurzeln der unteren Weisheitszähne bestehen.

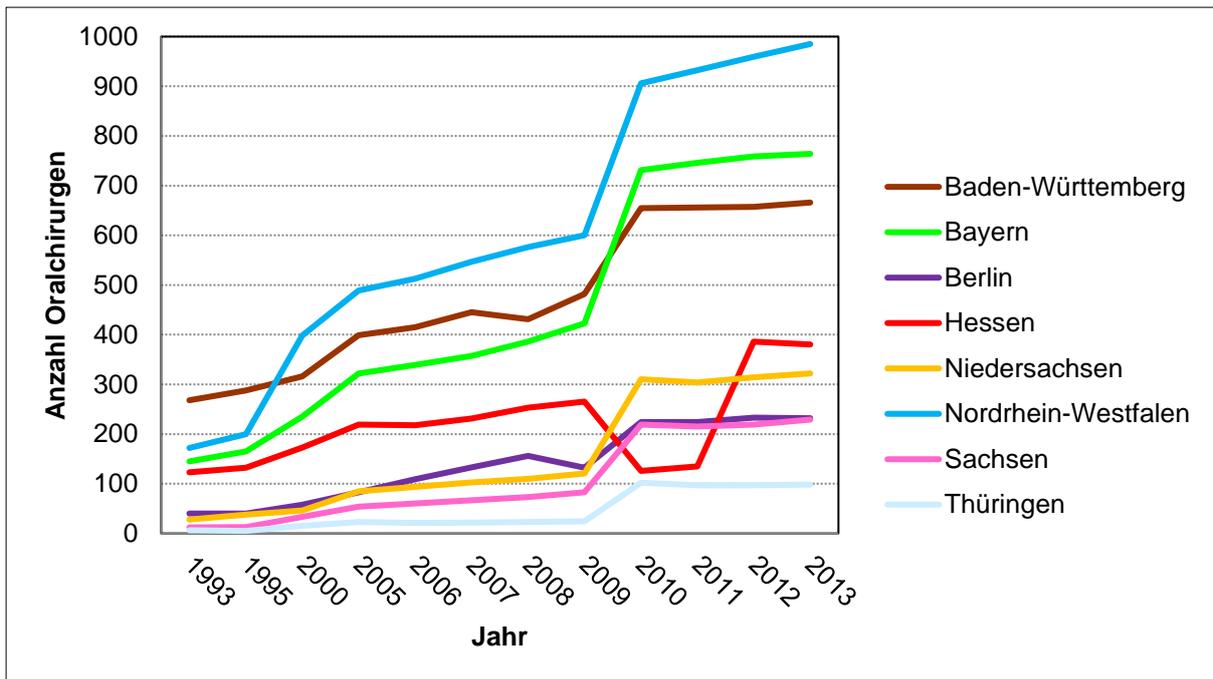
**Abbildung 1** Verlauf des N. alv. inf.<sup>2</sup>



Anfang des 20. Jahrhunderts war eine chirurgische Entfernung von Weisheitszähnen selten und wurde nur in Fällen klinischer Beschwerden durchgeführt. Mit fortschreitender Technik ab ca. 1950, genannt seien die PSA, neue chirurgische Materialien und die Entwicklung von Lokalanästhetika, erhöhte sich die Frequenz an Operationen. Aufgrund des gestiegenen Bedarfs an Oralchirurgen und der verbesserten Ausbildung erhöhte sich deren Anzahl stetig.

<sup>2</sup> aus „Sobotta – Atlas der Anatomie des Menschen“ 21. Auflage Januar 2000, Urban & Fischer Verlag

Abbildung 2 Zunahme der Oralchirurgen<sup>3</sup>



Die Abbildung 2 zeigt in einem Diagramm die Bundesländer, die einer von der KZV Berlin veröffentlichten Tabelle entnommen sind. Erst seit 1993 führt die KZV durchgehende Statistiken über beschäftigte Zahnärzte. Weil aus diesem Grund vollständige Datenerhebungen fehlen, sind die verzeichneten Zahlen auf der Internetseite teilweise mangelhaft. Deshalb wurden für die Kurve „Berlin“ die Datenpunkte der Jahre 2000 und 2008 miteinander verbunden. Somit sind Tendenzen eindeutig zu erkennen, obwohl die Datenlage der Jahre 2005, 2006 und 2007 ungenau verzeichnet ist. Berlin ist Hauptstadt und deshalb unbedingt als Bestandteil dieser Übersicht zu betrachten.

Vieles ist subjektive Beurteilung mit eindeutiger Tendenz zur Ablehnung der These „prophylaktischer Entfernung“, in unterschiedlicher Ausprägung. Es können weder altersspezifische Tendenzen herangezogen, noch allgemeingültige Aussagen getroffen werden. Warum sollten prophylaktische Zahnentfernungen einen medizinischen Sinn ergeben? Zudem können Chirurgen, wenngleich sie häufiger als Allgemeinzahnärzte prophylaktische Zahnentfernung befürworten, keine Aussagen über die genaue Lage und deren weiteren Verlauf in Bezug auf die Frontzähne tätigen. Kurzum kann man zu dem Schluss kommen, dass keine Korrelation besteht.

<sup>3</sup> Daten am 14.02.2015 16:14 Uhr unter [www.gbe-bund.de](http://www.gbe-bund.de) entnommen

Daher muss die These abgelehnt werden, was auch in Leitlinien so publiziert ist. Einige Autoren befinden beide Röntgenaufnahmen für gleichwertig (7, 16, 21, 36). Dabei existieren zudem vereinzelt Vergleiche zur intraoperativen Situation (21). Mehrere beriefen sich auf Kriterien nach *Rood* und *Shehab* (4, 36, 40, 68).

## 1.2 Frontzahnengstand durch impaktierte Weisheitszähne

Weisheitszähnen wird oft ein Zusammenhang mit frontalem Engstand nachgesagt. Zahnärzten ist bekannt, dass die Dentition im Laufe eines Lebens Dynamik aufweist. Engstand im Zahnbogen ist ein mögliches Resultat. Der Prozess kann langsam, kontinuierlich, schnell und / oder phasenweise stattfinden. Gründe dafür sind vielfältig. Laut *Richardson et al.* (113) wirken diese Prozesse, im Folgenden genannt, einzeln oder zusammen:

- physiologische Mesialwanderung,
- anteriore Hyperkontakte,
- mesiale Vektoren der Muskelkontraktion,
- Entwicklung der Weisheitszähne,
- Menge und Richtung des späten Unterkieferwachstums,
- skeletale Strukturen und komplexe Wachstumsmuster,
- Änderung der Okklusion,
- Zahnmorphologie,
- parodontale Kräfte,
- Durchbruchrichtung,
- degenerative Prozesse.

*Richardson et al.* (113) arbeiteten heraus, dass Engstände bei nicht kieferorthopädisch behandelten Patienten im Alter durch parodontale Zerstörung entstehen. Hingegen scheint dieser Prozess bei kieferorthopädisch behandelten Patienten durch die angewandten Kräfte während der Behandlung und die daraus resultierenden Wurzelresorptionen beschleunigt zu sein. Zudem findet sich bei diesen Patienten ein niedrigeres Alveolarknocheniveau.

Einbezogene Literaturquellen veröffentlichten Bewertungen aus verschiedenen Ländern. Es kamen Schweden und Amerika (110), Italien (170), die Türkei (101) und Brasilien (180) zur Sprache. Vermehrt wurde ein Zusammenhang verneint.

Röntgenaufnahmen, diese Fragestellung betreffend, waren bisher Fernröntgen-seitenaufnahmen (FRS). Diese werden als ergänzendes Diagnosemittel noch immer zusätzlich zur PSA angefertigt. Möglicherweise kann eine DVT-Aufnahme beide Röntgenarten durch eine einzelne ersetzen. Eine Metaanalyse nach genannten Kriterien konnte trotz konkreter Fragestellung ebenfalls nicht aufgestellt werden. Subjektive Meinungen von Autoren mit unterschiedlicher Ausprägung konnten unberücksichtigt bleiben.

Folgende Einschlusskriterien wurden berücksichtigt:

- Prophylaktische Entfernung vollzogen, ja / nein?
- Frontzahnengstände vorhanden, ja / nein?
- Begleiterscheinungen haben zum Entfernen der Weisheitszähne geführt, (ja /nein?) Nein

Begleiterscheinungen sind pathologische Erkrankungen.

Als Ausschlusskriterien sind zu betrachten:

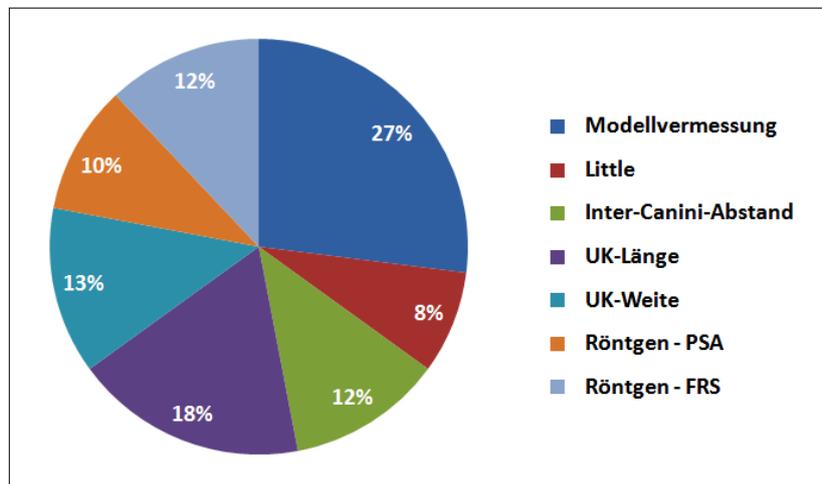
- Begleiterscheinungen haben Zahnentfernungen gerechtfertigt,
- Widerspruch gegen die ersten beiden Punkte der Einschlusskriterien.

**Tabelle 3 Frontzahnengstand – Methoden in Studienliteratur**

Untersuchungsmethoden	Artikelanzahl
Modellvermessung	16
Little	5
Inter-Canini-Abstand	7
UK-Länge / -Weite	11
andere Teilsegmente im Kiefer	0
Röntgen – PSA	6
Röntgen – FRS	7

In den Studien dienten stets mehr als einer dieser Punkte als Untersuchungsbestand. Nachfolgendes Diagramm verdeutlicht oben gezeigte Tabelle.

**Abbildung 3 Frontzahnengstand – Messungen in der Studienliteratur**



Sichtlich erkennbar sind mit 27 % die Messungen an Modellen. Zu ähnlichen Teilen trugen dabei verschiedene Segmente zu Untersuchungen bei. Mit leichter Überlegenheit des gesamten Unterkiefers (12 %, 13 % und 18 %). Die beiden genutzten Röntgenaufnahmen beliefen sich ebenso auf nah stehende Resultate (10 % und 12 %).

Wenn Ergebnisse genutzter Studien miteinander verglichen werden, kann kein definitiver Zusammenhang von Weisheitszähnen und einem Frontzahnengstand erkannt werden (74, 83, 122). Dieses Ergebnis entstand trotz unterschiedlicher Untersuchungsmethoden. Extraktionen von Prämolaren hatten zudem einen positiven Einfluss auf die Zahnstellung ohne Fehlstellungen (71). Es existiert eine Veröffentlichung, die einer Retroinklination der Inzisivi eine große Rolle bezüglich des Frontzahnengstandes zuschrieb (86).

Zusätzlich zur vielfältigen Literaturdatenlage dienten eingescannte Modelle des kieferorthopädischen Instituts Mesantis<sup>4</sup> zur Untersuchung dieses Aufgabenbereichs. Mesantis 3D Dental Radiologicum ist das größte Netzwerk von zahnärztlichen 3D-

<sup>4</sup> vgl. Internetquelle [www.Mesantis.de](http://www.Mesantis.de)

Röntgeninstituten mit DVT im deutschsprachigen Raum. Ablehnung des Zusammenhangs beider Komponenten wurde erwartet und mit Mehrheit (86,2 %) bestätigt.

### 1.3 PSA vs. DVT-PSA – Diagnostische Parameter

In der Literatur existieren anerkannte Parameter, hinsichtlich derer mit dieser Arbeit eine Beurteilung impakterter Weisheitszähne vorgenommen wurde. Einschätzungen dieser Kriterien erfolgten zunächst in den Panoramaansichten der PSA und DVT. Folgend in den unterschiedlichen Ebenen der DVT.

Nachprüfbare Kriterien, von *Rood* und *Shehab* (40) beschrieben, bildeten in vielen Untersuchungen der Vergangenheit in unterschiedlichem Maße die Grundlage.

Dabei handelt es sich um:

1. Verdunklung der Zahnwurzel,
2. Krümmung der Wurzel,
3. Einengung der Wurzel,
4. Bifider Wurzelkomplex,
5. Krümmung des Kanals,
6. Einengung des Kanals,
7. Unterbrechung der weißen Linie des Kanals.

Zustimmung dazu fand sich in weiteren Artikeln (6, 29, 35, 67). Ein zusätzlicher Interessenpunkt war die Lagebeziehung des N. alv. inf. zum benachbarten, verlagerten Weisheitszahn. In Anlehnung an die Literatur fanden sich diesbezüglich einige Hintergründe (54, 61, 62). Hierbei wurde die „direkte“ / „indirekte“ Beziehung zwischen beiden anatomischen Strukturen im ersten Versuchsteil als Vertikalposition bezeichnet. Diese Einteilung erfolgte nach *Maegawa et al.* (31), *Ghaeminia et al.* (66) und *Matzen* (174). Die mit den Versuchen folgende genauere Einteilung wurde Bezug nehmend an *Nakamori et al.* (62) in „superior“ und „in der Kortikalis“ vorgenommen. Diese Disposition beschreibt wie andere Studien (4, 54, 56) einen eventuell bestehenden direkten Kontakt. Bezogen auf die Literatur zur prophylaktischen Entfernung dienten pathologische Entwicklungen wie Perikoronitis (106) und Resorptionen am voranliegenden Nachbarzahn (10, 98, 106), sowie Karies (103, 104) als Vorlage dieser Untersuchung (siehe Kapitel 1.1). Zuletzt wurde noch die anatomische Lage des C. mand. zum dritten Molaren betrachtet (3, 32, 45, 61).

Schwierigkeiten waren anhand jeweiliger Aufnahmequalitäten zu erwarten. Diese Annahme beruhte darauf, dass angefertigte Röntgenaufnahmen nicht konstant unter identischen Einstellungen entstanden.

Folgende Tabelle zeigt die in der Literatur zur Untersuchung der jeweiligen Fragestellungen genutzte Röntgenaufnahmegeräte: Die Zahlen entsprechen dem Literaturverzeichnis dieser Arbeit.

**Tabelle 4 Genutzte Röntgengeräte in der Literatur**

PSA		DVT	
Proline PM 2002 CC	14, 36	3DX multiimage micro CT	32, 45
OPG Cranex	13, 16, 21, 67	New Tom 3G	24, 35, 54
Orthopantomograph OC200 D	16	Scanora 3D	16, 21, 24, 54, 65, 174
Orthopantomograph OP 100 D unit	7, 10, 43, 27	3DX Accuitomo	13, 22, 25, 34, 68, 180
Proline XC	36, 173	i-Cat	7, 10, 16, 67, 175, 176
Veraviewepocs2D	4, 25	PaX-Zenith 3D	36
Philips Gendex	27, 43	3DXCT	24
Siemens Orthophos	27, 43 64	i-CATTM	6, 67
Siemens Palomex	27, 43	Promax 3D	4, 13
Orthopantomograph	10, 150	Galileos	64
		NewTom 9000	94
		Kodak 9000	173
		Cranex 3D	174

Die Vielzahl der DVT-Geräte ist ersichtlich länger als die der PSA-Geräte.

Die erweiterte Untersuchung diente der Überprüfung, ob dreidimensionale Aufnahmen zur Behandlungsplanung bevorzugt werden sollten. Eine Abweichung zwischen beiden untersuchenden Röntgenaufnahmen wurde zu Beginn vermutet. Es war im Besonderen zu erwarten, dass die verschiedenen Blickwinkel einer anatomischen Region Vorteile bieten werden. Wobei insbesondere der Nervenverlauf eine enorme Wichtigkeit darstellte. Existieren dennoch annähernde Ergebnisse?

Alle Aufnahmen wurden nach den prophylaktischen Entfernungskriterien Karies, Perikoronitis und Resorption vergleichend betrachtet. Zudem dienten die oben genannten Kriterien ebenso zur Grundlage dieser Analyse. Eine in der PSA sichtbare oder nicht sichtbare Verbindung zum Weisheitszahn konnte mit der DVT entweder bestätigt oder widerlegt werden. Betrachtungen in sagittaler, koronaler, bukkaler, lingualer und axialer Sicht stellen eine erweiterte Diagnose in Aussicht. Das galt gleichwohl für eine Aussage, ob der N. alv. inf. vermehrt lingual oder bukkal der impaktierten Weisheitszähne verläuft.

Es wurde weiterhin untersucht, inwiefern Übereinstimmungen oder Unterschiede zwischen den Ergebnissen beider Röntgenarten existieren. Die Ergebnisse ermöglichten eine Überlegung hinsichtlich jeweiliger therapeutischer Konsequenzen. Als weiteres Unterscheidungskriterium wurde die Strahlenbelastung betrachtet. Keine Berücksichtigung fand die in der Literatur angesprochene Kostenfrage.

Zusammenfassend ergab sich als Ergebnis, dass die „Verdunklung der Wurzelspitze“ und die „Unterbrechung der weißen Linie“ die meist gesichteten Merkmale in PSA sind (7, 35, 36). Im Kapitel 4.3 wird darauf genauer Bezug genommen.

## 2 FRAGESTELLUNGEN

Die Fragestellungen, die dieser Arbeit zugrunde liegen, ergeben eine Gliederung in drei Teile. Die ersten zwei Teilabschnitte beschäftigen sich mit Literaturüberblicken, deren Auswertung und zusammenfassende Betrachtung.

Hierbei werden die folgenden Hypothesen betrachtet:

1. Sollten impaktierte Weisheitszähne prophylaktisch entfernt werden?
2. Verursachen impaktierte Weisheitszähne Frontzahnengstände?
3. PSA versus DVT – Inwiefern erleichtert die dreidimensionale Methode die Diagnostik von impaktierten Weisheitszähnen? Welche diagnostischen Parameter sind bedeutsam?

Im dritten Teil des Literaturstudiums und -vergleichs sollen Parameter zu bildgebenden Verfahren bewertet werden, um eine Einschätzung zu geben, welche Aufnahmetechnik zu schlüssigeren Ergebnissen bzw. Diagnosen führen kann. Es ist ein experimenteller Teil eingeschlossen, der die ermittelten Parameter bei PSA und DVT von Patienten mit impaktierten Weisheitszähnen überprüft. Die Resultate dienen folgender Hypothese:

Zwischen PSA und DVT existieren signifikante Unterschiede für die Diagnostik von impaktierten Weisheitszähnen.



### 3            **METHODIK**

#### 3.1           **Literaturüberblick und Auswertung**

Mit der jeweils zum Teilgebiet recherchierten Literatur aus den Datenbanken der Cochrane Library<sup>5</sup>, Pubmed<sup>6</sup> und der Bibliothek in der Charité Zahnklinik zu Berlin konnte ein umfangreicher Überblick geschaffen werden. Pubmed stellt die Suchoberfläche der meist genutzten medizinischen Datenbank Medline<sup>7</sup> dar. Die Artikel wurden sorgsam im Hinblick auf die Fragestellungen gelesen. Nach mehrmaligem Durcharbeiten der einzelnen Texte konnten anhand der durchgeführten Untersuchungen und der genutzten Materialien Vergleiche gezogen werden. Diese Auswertung dient dem Leser zur Information momentan vorhandener und aktueller Literatur.

##### 3.1.1       **Prophylaktische Entfernung impaktierter Weisheitszähne**

Für die Recherche dieses Teilgebiets wurden die genannten Datenbanken mit den Begriffen *impaktierte Weisheitszähne*, *Verletzung des N. alv. inf.* und *Röntgen* durchsucht. Auf die erste Anfrage zeigten sich 55 Ergebnisse. Durch zahlreiche Verlinkungen der Texte untereinander eröffnete sich eine weitreichende Literaturlauswahl. Mehrere Artikel mussten bei den jeweiligen Autoren um Freigabe zur Verwendung erbeten werden. So konnten mehrfach relevante Artikel zusammengetragen werden.

Insgesamt kann festgestellt werden, dass das Thema in Abschnitten seit 1964 betrachtet und untersucht wird. Im Laufe der Jahre änderten sich die röntgenologischen Betrachtungen von Zähnen mit fortschreitender Technik. So waren es anfangs Einzelbilder, Schädelübersichtsaufnahmen, dann Fernröntgen-

---

<sup>5</sup> Internationales Netzwerk von Wissenschaftlern mit der Aufgabe systematische Übersichtsarbeiten zu erstellen

<sup>6</sup> <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>, Oktober 2014

<sup>7</sup> Herausgeber National Library of Medicine (NLM)

seitenaufnahmen und Orthopantomogramme. Heute bieten DVT-Geräte Zahnärzten hochauflösende Diagnostik.

Bei der gesammelten Literatur handelte es sich zumeist um retrospektive Studien, die entweder eine Bevölkerungsgruppe oder Patienten mit bestimmten Kriterien untersuchten. Als Ausgangsröntgenaufnahmen dienten stets Orthopantomogramme. Als wertvoll erwiesen sich die Studien, aus denen prozentuale Ergebnisse hervorgingen. Und die, die zudem durch mehrere Untersuchende, sowie mehrmalige Messungen vergleichbare Ergebnisse nachweisen konnten.

Grundlegende Aussagen über die Fragestellung der prophylaktischen Entfernung existieren seit 1979. In dem Jahr führte eine Konferenz des National Institute of Health<sup>8</sup> der USA zu folgenden Aussagen (117):

1. Impaktierte<sup>9</sup> Zähne können für kieferorthopädische Zwecke prophylaktisch entfernt werden, wenn die Distalisierung eines ersten oder zweiten Molars den Durchbruch dessen, oder die Pflege, sehr wahrscheinlich verhindern kann.
2. Eine prophylaktische Entfernung aus Angst vor frontalem Engstand ist nicht gerechtfertigt.
3. Eine Germektomie<sup>10</sup> wird nicht empfohlen, weil die Breite der Entwicklungsunterschiede kaum vorhersehbar ist.

In der erforschten Literatur wird angeführt, dass für ein prophylaktisches Entfernen von asymptomatischen<sup>11</sup> Weisheitszähnen keine Beweise existieren. Dennoch ist dies eine weltweit gängige Praxis, da zunehmende Risiken mit steigendem Alter bei Erhalt dieser erwartet werden (84). In der Regel erfolgt die chirurgische Zahnentfernung unter Anästhesie, Lappenbildung, bei Notwendigkeit Wurzel-trennung, Lockerung und Entfernung der Zähne, Wundtoilette mit abschließender Naht (179).

---

<sup>8</sup> <http://www.nih.gov/> am 15.03.2015 um 13:54 Uhr

<sup>9</sup> veränderter Zahndurchbruch der (vollständig) entwickelten Zähne wegen Platzmangels, betroffener Zahn ist vollständig oder teilweise vom Knochen umgeben  
bei vollständiger Impaktion keine Verbindung zur Mundhöhle  
bei teilweiser Impaktion (auch Retention) Anteile der Krone in Mundhöhle

<sup>10</sup> Zahnkeimentfernung

<sup>11</sup> kein Schmerz oder Unwohlsein aufgrund des Weisheitszahnes (88)

Im Alter von 9 – 16 Jahren können radiologisch keine gesicherten Anzeichen ermittelt werden. Zudem lässt sich der Zahndurchbruch nicht exakt voraussagen (117). Möglicherweise müssen zu einem späteren Zeitpunkt erneute Röntgen-aufnahmen für eine bessere Diagnostik herangezogen werden.

Für eine Entfernung sprechen externe Resorptionen zweiter Molaren, Platzmangel, Entzündungen, Karies und Zysten (30, 54) oder die Erwartung dieser. Nach Aussage von *Braumann et al.* (141, Kapitel 5) ist Platzmangel Ursache Nummer eins für eine Retention. Dies gilt vor allem für zuletzt durchbrechende Weisheitszähne. Horizontales Kieferwachstum kann den Zahndurchbruch limitieren. Minimale Eingriffe im jugendlichen Alter wurden präferiert, da das Weichgewebe schonender präpariert werden könne. Die Autoren dieses Buchkapitels empfahlen Entfernungen impaktierter Weisheitszähne bei weitgehend beendetem Wurzelwachstum. Sie sehen darin eine erhöhte intraoperative Lagestabilität des Zahnes. Kritische Grenze zur Entfernung retinierter Weisheitszähne liege ihrer Betrachtung nach bei 25 Lebensjahren.

In der Altersgruppe von 20 – 25 Jahren kam mit 39,5 % laut *Bataineh et al.* (114) die höchste Anzahl von impaktierten Zähnen vor. Frauen zeigen mit 55,4 % häufiger impaktierte Zähne als Männer (44,6 %) (90).

Die Altersangabe stimmt mit *Hicks* (117) überein. Überwiegende Befürchtungen von Pathologien begründen diese Einschätzung. Es sind zu diesem Punkt keine belegenden Fakten aufgeführt. Mit erhöhtem Alter steigt das Entfernungsrisiko, allerdings ist eine Operation risikobehaftet (80). Postoperative Komplikationen nehmen mit dem Alter, vor allem bei männlichen Patienten, zu (89).

Weitere Untersuchungen befassten sich mit dem Alter der Patienten. Bei *Al-Khateeb et al.* (104) und *Torres et al.* (78) fanden die meisten Entfernungen bei 20 – 25-Jährigen bzw. bei 21 – 30-Jährigen statt (52,4 %). In letztgenannter Studie wurde angegeben, dass die prophylaktische Entfernung von Zahnärzten mit 51,0 % und mit 46,1 % von Chirurgen durchgeführt wurde. Dennoch schlossen die Autoren mit der Aussage, dass eine prophylaktische Entfernung keine Routine sein sollte.

Indessen sei als Risikobeispiel Kariesentwicklung an der distalen Fläche der zweiten Molaren genannt. Es lässt sich an dieser Stelle die Studie von *Adeyemo et al.* (82) erwähnen. Darin wurden zu entfernende impaktierte Weisheitszähne in zwei Altersgruppen unterteilt, in unter und über 40 Jahren. Die häufigste Komplikation in beiden Gruppen war mit 58,6 % die Alveolitis sicca (84). Als Resultat ergab sich kein

signifikanter Unterschied hinsichtlich beider Gruppen. So lag der Schnitt von Komplikationen bei den über 40-Jährigen bei 13,9 %, während die Gruppe der unter 40-Jährigen eine Häufigkeit von 13,8 % lieferte.

*Effectiveness Matters* (80) gab an, Angst vor Karies am zweiten Molar stelle keine Indikation für eine prophylaktische Entfernung des impaktierten Weisheitszahnes dar. Vielmehr sollte vollständige Patientenaufklärung eine gesundheitliche Entscheidung stützen (80, 88, 104).

*McArdle et al.* fanden heraus, dass zweite Molaren unerwartet distal eine Karies aufwiesen, die jahrelang einen symptomfreien impaktierten Weisheitszahn angrenzend hatten (99). Nach Autorenangaben würde Karies distozervikal am zweiten Molar ohne angrenzenden Weisheitszahn nicht auftreten. Mit Entfernung des impaktierten Zahnes vor Entstehung einer kariösen Läsion am zweiten Molar, könne dieser vor komplexen Restaurationen (Endodontie, Kronenversorgung) bewahrt werden (103). Diese Studie untersuchte 100 Patienten (Durchschnittsalter 30 Jahre) mit 122 impaktierten Weisheitszähnen. Davon hatten 119 Zähne röntgenologisch nachgewiesenen Kontakt mit dem zweiten Molar.

Kariöse Läsionen entstehen bei guter Mundhygiene sehr langsam. Aus diesem Grund sind Patienten mit distaler Karies am zweiten Molar im Durchschnitt in höherem Alter bei der Entfernung betreffender impaktierter Weisheitszahnes (103).

*Ozeç I et al.* (101) berichteten ebenfalls über eine signifikante Beziehung zwischen diesen beiden beschriebenen Regionen. Bei ihrer Studie wiesen vorhandene Weisheitszähne überwiegend mesiale Angulationen, teilweise vertikale, Impaktionen auf. Deshalb sollten mesioangulierte Weisheitszähne prophylaktisch entfernt werden (103). Zugleich besteht Übereinstimmung mit *McArdle* (99), hinsichtlich Kariesverminderung an der Kontaktstelle mit einem teilweise impaktierten Weisheitszahn bei Patienten mit guter Mundhygiene. Kariesvermeidung hingegen wurde ausgeschlossen. Empfehlungen regelmäßiger Überwachung asymptomatischer Weisheitszähne kamen vor (103). Karies am zweiten Molar tritt vermehrt bei im Weichgewebe liegenden Weisheitszähnen auf (187). *Allen et al.* (109) führten dazu an, dass mit einer 9,4x höheren Wahrscheinlichkeit distale Karies am zweiten Molar bei Mesioangulationen der Weisheitszähne auftreten. Gleichzeitig veröffentlichten sie, dass bei derartiger Weisheitszahnimpaktion eine 1,6x höhere

Karieswahrscheinlichkeit am Weisheitszahn selbst entstehe. Dabei zeigte sich eine Unabhängigkeit der Kariesentstehung zum Patientenalter oder DMFT-Index<sup>12</sup>.

Entstehungen kariöser Läsionen distal am zweiten Molar wurden weiterhin mit Häufigkeiten von 8,8 % bei 16 – 22-Jährigen und 19,3 % bei 23 – 57-Jährigen berichtet (108). Diagnosen erfolgten über Einzelaufnahmen.

*Godfrey et al.* beschrieben bezüglich auftretender Beschwerden beim Belassen oder Entfernen impaktierter Weisheitszähne zu viele Risiken, um eine prophylaktische Entfernung zu befürworten (88). Sie stellten heraus, dass prophylaktische Weisheitszahnentfernungen unter modernen Parodontologen eine Standardbehandlung sei, um Parodontitis am zweiten Molar zu verhindern. Marginale Parodontiden stellen ein zweites Risiko beim Belassen impaktierter Weisheitszähne dar. Widersprüchlich machten sie die Aussage, bei unsicherer Prognose für dritte Molaren, sollten diese wegen besserer Heilung möglichst im jungen Erwachsenenalter entfernt werden (88).

In der Zeit vor Entwicklung des Penicillins im Jahr 1929 wurde die prophylaktische Weisheitszahnentfernung als Routine angesehen (82). In mehreren Artikeln ist beschrieben, Weisheitszähne hätten keine Rolle in der Mundhöhle (82, 85, 100, 102).

Eine prophylaktische Entfernung gelte einerseits als gerechtfertigt, da vereinzelt die Annahme bestehe, impaktierte Weisheitszähne verursachen Gesichtsschmerzen und schwächen den Unterkiefer, so dass eine Frakturgefahr bestehe (102). Dafür wurden jedoch keine Beweise erbracht. Eine mögliche Fraktur der lingualen Knochenwand des Unterkiefers wurde beschrieben, ohne Zahlen zu nennen (36, 65). Frakturen können durch eine linguale Lage der Apizes dritter Molaren verursacht werden (36).

Andererseits sollten Chirurgen hinsichtlich der Unterkieferfrakturgefahr große Vorsicht walten lassen, wenn es um die Entscheidung einer prophylaktischen Zahnentfernung geht (76, 85).

Zu erwähnen seien ebenfalls Wurzeldilazerationen und intraoperativ dislozierte Knochenfragmente (65, 196).

---

<sup>12</sup> DMFT: **D**iseased (erkrankt), **M**issing (fehlend), **F**illed (mit einer Füllung versehen), **T**eeth (Zahn)

Laut *Shepherd et al.* (102) gebe es ein großes Potenzial an Fehldiagnosen und unnötigen chirurgischen Entfernungen.

Prophylaktische Weisheitszahnentfernungen wurden, einer Umfrage zufolge, öfter von Chirurgen als von Kieferorthopäden vorgeschlagen (111). Kollegen mit Ausbildung vor 1970 trugen bezüglich prophylaktischer Entfernung mehr Sorge (111).

Routinemäßiges, prophylaktisches Entfernen pathologisch unbedenklich impaktierter Weisheitszähne sollte nach den Richtlinien von *Dillon* abgelehnt werden (118). Lediglich bei pathologischen Auffälligkeiten sollte die Behandlung durchgeführt werden. Dazu zählen, teilweise bereits erwähnt, nicht restaurierbare Karies, nicht behandelbare pulpale und parodontale Erkrankungen, Abszesse, Osteomyelitis, interne oder externe Resorption des Weisheits- oder des Nachbarzahnes, Wurzelfrakturen, Zysten und Tumore. Auch *Mettes et al.* (154) erwähnten eine umsichtige Beurteilung prophylaktischer Weisheitszahnentfernungen. Laut ihren Angaben seien 60 Prozent der Operationen vermeidbar.

Psychosomatische Probleme bei Patienten sollten Beachtung finden, weil dies unter anderem bei der Wundheilung eine bedeutende Rolle einnehmen kann (156). In diesen Fällen sollten prophylaktische Entfernungen abgelehnt werden (156).

Bei *Krishnan et al.* (77) wurden vollständig oder partiell impaktierte Zähne, ohne Erreichung der Okklusionsebene, untersucht. Sie ermittelten eine durch die Weisheitszähne entstandene Wurzelresorption am zweiten Molar. Diese hatte eine Extraktion des geschädigten Zahnes zur Folge. Restaurative Versorgungen kariös zerstörter Zähne sind daraufhin nur schwer möglich. Andererseits sind sie der Meinung, tief impaktierte Weisheitszähne zu belassen bis Symptome auftreten. Dabei besteht Übereinstimmung mit *Stathopoulos et al.* (87).

Resorptionen am zweiten Molar hatten *Oenning et al.* mit einer Häufigkeit von 59,48 % bei mesioangulär und horizontal verlagerten Weisheitszähnen festgestellt (188). Angegebene Vermutung liegt in der großen Kontaktfläche zwischen beiden Zähnen. Den Ergebnissen der genannten Studie zufolge kommt es bei Typ C verlagerten Zähnen (vgl. Abbildung 5, Seite 31) am wenigsten zu Resorptionen am benachbarten Zahn. In dieser Position befindet sich die Zahnkrone unterhalb der Schmelz-Zement-Grenze des voranliegenden Zahnes und ist der Mundhöhle nicht ausgesetzt.

Perikoronitis offenbart sich am häufigsten bei den 16 – 25-Jährigen (71,1 %). Chronische Perikoronitis kann dabei innerhalb kürzester Zeit in eine akute Phase übertreten (90). Die Arbeitsgruppe dieser Untersuchung befasste sich mit Patienten, die zu 86,0 % bereits zweimal an einer Perikoronitis litten. Das Auftreten dieser erhöhe sich ihren Angaben zufolge mit dem Vorhandensein einer teilweisen Schleimhautabdeckung am impaktierten Weisheitszahn. Daraus folgt der Schluss, dass Mikroorganismen sich dabei zwischen Zahnkrone und Gingiva befinden, wodurch eine Reinigungserschwerung für Patienten entsteht (90).

Zudem existieren Angaben, dass nach prophylaktischer Entfernung mehr Komplikationen auftraten (12 von 100) als nach Entfernung aus pathologischen Gründen (80).

Aufgrund der Vielzahl differierender Angaben hinsichtlich der Befürwortung zur prophylaktischen Entfernung ist eine genaue Auflistung nur erschwert möglich. Daher liegt der nachstehenden Aufzählung keinerlei Gewichtung bei:

1. Perikoronitis<sup>13</sup>,
2. Pulpitis / Karies am dritten Molar,
3. Karies am zweiten Molar,
4. Parodontitis,
5. KFO,
6. Zysten/Tumore,
7. Prothetik,
8. Wurzelresorption,
9. undefinierbare Gesichtsschmerzen,
10. Ulzerationen der Wangen- und Zungenschleimhaut,
11. Schmerz,
12. Prophylaktische Entfernung,
13. Vermeidung von Engstand.

---

<sup>13</sup> 1. akute Perikoronitis: Kieferklemme, extraorale Schwellung, Schmerzen, Pusaustritt, Mundgeruch, Halsschmerzen, Schluckstörung, Unwohlsein;  
2. subakute Perikoronitis: Schmerz, Schluckstörung, intraorale Schwellung, Mundgeruch, Pusaustritt  
3. chronische Perikoronitis: leichte Unpässlichkeit, intraorale Schwellung möglich, seltsamer Geschmack

In der vorangegangenen Anreihung sind sowohl klinische als auch radiologische Symptome erwähnt. Eine diesbezüglich direkte Unterteilung fand sich in der Literatur nicht.

**Tabelle 5 Gründe für eine prophylaktische Entfernung**

Kriterium	Artikelanzahl	Prozent [%]
Perikoronitis	13	46
Pulpitis / Karies am dritten Molar	6	21
Karies am zweiten Molar	12	42
Parodontitis	8	29
KFO	4	14
Zysten / Tumore	10	36
Prothetik	2	7
Wurzelresorption	7	25
Schmerz	3	11
Ulzerationen	1	4
prophylaktische Entfernung	7	14
Vermeidung von Engstand	1	4
gestörter Durchbruch	1	4
Fehlstellung	1	4
Total	31	ohne

Diese Tabelle enthält Angaben aus insgesamt 31 Artikeln, die somit 100 % darstellen. Hierin befassten sich die Autoren mit einzelnen und/oder mehreren der genannten Punkte. Aus diesem Grund kann die rechte Tabelle keine 100 Prozent ergeben. Erkennbar ist die Häufigkeit von Untersuchungen die Perikoronitis, Karies am zweiten Molar und Zysten / Tumore betreffend.

Nachfolgend wird auf die Entwicklung von Zysten und Tumoren eingegangen. Mit vorzeitiger Entfernung fragwürdiger Zähne soll das Entwicklungsrisiko von Zysten und Tumoren minimiert werden (82, 85, 88). Bei näherem Blick auf die Literatur zeigten sich dahingehend wenige dies bestätigende Angaben (82, 85, 88). Schon 1964 wurde eine Wahrscheinlichkeit von dentogenen Zysten, ausgehend von impaktierten Weisheitszähnen, mit 1,4 % angegeben (97). Einige Jahre später erschienen Studien,

die Wahrscheinlichkeiten von 1,6 % und 1,0 % mitteilten (95, 96). Zystenentstehung wurde zudem in einer durchgeführten Studie von 2008 mit 115 Patienten bei 89 % für über 20-Jährige und 11 % für unter 20-Jährige benannt (105).

Die Untersuchung von *Stathopoulos et al.* hingegen nahm 7.782 Weisheitszähne von 6182 Patienten als Grundgesamtheit auf und stellte heraus, dass bei 2,77 % Zysten und Tumore diagnostiziert wurden (87). Sie befürworteten das Belassen impaktierter Weisheitszähne bis diese Beschwerden verursachen. Dazu ließen sie alle Fälle histologisch untersuchen, die auf PSA einen mindestens 3 mm breiten Spalt am impaktierten Weisheitszahn aufwiesen. Insgesamt handelte es sich dabei um 417 Fälle. Von diesen wurden 40,0 % als Zysten, 11,5 % als gutartige Tumore und 48,4 % als dentale Follikel diagnostiziert.

Eine weitere Untersuchung zur chirurgischen Entfernung von Zahnkeimen mit anschließender histologischer Untersuchung stellte heraus, dass 32,8 % von 134 dentalen Follikeln eine Zyste präsentierten (191).

*Güven et al.* (116) untersuchten bei 7.582 Patienten insgesamt 9.994 Weisheitszähne und ermittelten Häufigkeiten von 2,3 % bei Zysten (231 Fälle) und zu 0,8 % bei Tumoren (79 Fälle). Ihren Angaben zufolge scheint eine Korrelation pathologischer Erkrankungen mit dem Alter zu existieren. Generell empfahlen sie, Entscheidungen von lokalen Bedingungen, wie Entzündungen, abhängig zu machen. Auch *Patil et al.* (192) wiesen in ihrer histologischen Untersuchung Zystenentstehung bei impaktierten Zähnen in geringem Maße vor.

Gegen Entfernungen wurden postoperativ auftretende Schwellungen, Schmerzen, schwer stillbare Blutungen, Alveolitis und mögliche Verletzungen anatomisch umgebener Strukturen (31, 65, 80) angegeben. Das gilt sowohl für den N. ling., als im Besonderen für den N. alv. inf. . *Maegawa et al.* (31) sagten aus, eine genaue Lokalisation des N. alv. inf. sei aufgrund der mangelnden anatomischen Aussagekraft der PSA wegen der Zweidimensionalität unmöglich.

**Tabelle 6**      **Komplikationen nach Weisheitszahnentfernung**

Komplikation	Artikelanzahl	Prozent [%]
Abszesse	2	7,4
Sensibilitätsstörungen	11	40,7
Blutung	5	18,5
Wurzelfrakturen	3	11,1
Infektionen	5	18,5
Schwellung	4	14,8
Alveolitis	9	33,3
UK-Fraktur	5	18,5
Kieferklemme	2	7,4
Hämatome	2	7,4
Wundheilungsstörungen	2	7,4
Total	27	100,0

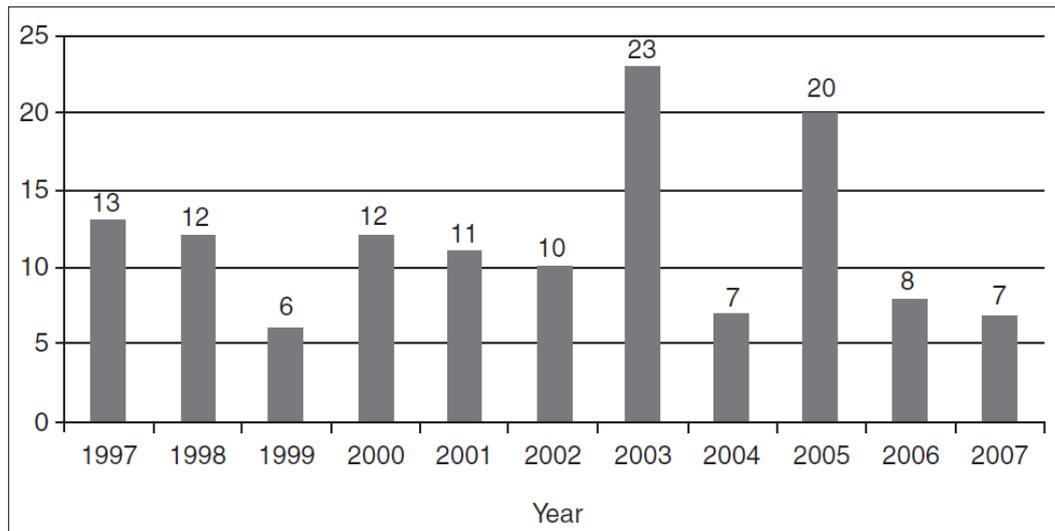
In Tabelle 6 gezeigte Nebenwirkungen belaufen sich auf 27 Artikel, die als 100 % gelten. Aufgrund der Komplikationsvielfältigkeit in einzelnen Artikeln ist in dieser Tabelle kein Erreichen von 100 % möglich. Enthalten sind Angaben von PSA und DVT. Separate Untersuchungen zu den dargestellten Punkten konnten nicht evaluiert werden.

Sensibilitätsstörungen und Alveolitis erschienen als häufigste unerwünschte Folgen nach Zahnentfernung.

Folgen einer Nervverletzung zeigen sich in Kribbeln, Taubheit, Brennen und schmerzhaften Sensationen in betroffener Region (34). So können sie sich bei ersterem an der ipsilateralen Zungenhälfte, bei zweitem an der Unterlippe, den Zähnen und der labialen Gingiva auf ipsilateraler Seite bemerkbar machen (34). Entstandene Schwierigkeiten beim Essen, Küssen und Rasieren haben psychische Auswirkungen (28, 37). Neurologische Komplikationen liegen laut *Strietzel* (37) für einen permanenten Sensibilitätsausfall bei 0,2 – 1,0 % und für temporäre Einschränkungen bei 3,3 – 13,0 %.

Monaco et al. (29) berichteten über 0,5 – 1,0 % andauernde Störung und vergängliche Beeinträchtigung von 5 – 7 %. Eine weitere Studie zeigte 0,3 % beständige Schädigungen des N. alv. inf. auf (52). Diese geringen Zahlen liegen daran, dass bei sehr großen Patientenstudien einige Schädigungen unentdeckt bleiben können (52).

**Abbildung 4** Darstellung der Nervverletzungen<sup>14</sup>



Voranstehendes Diagramm stellt anschaulich das Vorkommen einer Verletzung des N. alv. inf. von 1997 bis 2007 dar. Mit Abnahme der Verletzungen ist eine zeitgleiche Zunahme von DVT-Geräten sichtbar.

Chirurgische Erfahrung wird als ebenso wichtig erachtet (19, 33, 34, 52) wie die Operation an sich. Der Chirurg selbst könne Nervverletzungen intraoperativ verhindern (33). Forderungen, dass nur erfahrene Chirurgen, die anatomische Kenntnisse aufweisen, Operationen durchführen sollten, bestehen (34). Selbst für erfahrene Chirurgen wurde angegeben, distoangulär oder horizontal impaktierte Weisheitszähne, die zudem im Ramus mandibulae impaktiert erscheinen, nur schwer und vorsichtig entfernen zu können (178). Einzelne Untersuchungen berichteten über vermehrt auftretende Komplikationen nach operativer Zahnentfernung durch jüngere, unerfahrenere Chirurgen (156, 179).

<sup>14</sup> aus Soumalainen et al. (195)

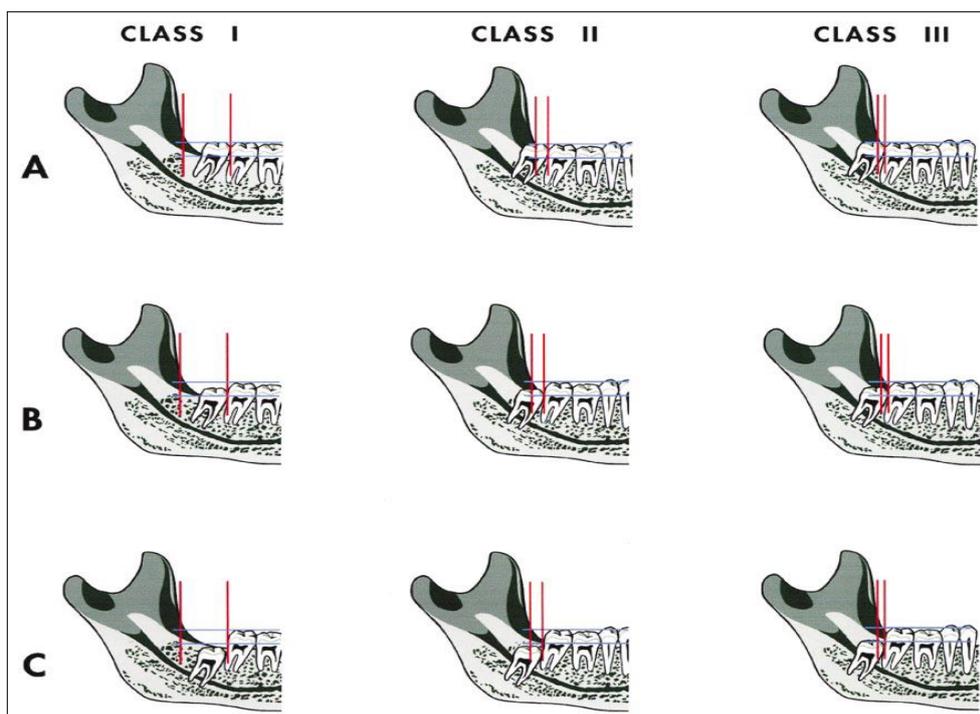
Chirurgen seien verantwortlich, bestmögliche Entscheidungen für Patienten zu treffen, um unnötige, als auch ungünstige gesundheitliche Konsequenzen von vornherein zu verhindern (107). Konservatives Herangehen und vorsichtige Betrachtung der klinischen Situation sollte dem prophylaktischen Entfernen der Weisheitszähne gegenüber im Vorteil stehen (107). Weitere operative Erschwernisse wurden durch eine kleine Mundöffnung, ungenügenden Platz für Zahnluxation und eine große Zunge beschrieben (196).

Die Verlagerungsform von Weisheitszähnen bildete einen Hintergrund in vielen der ermittelten Studien (84, 90).

Bereits 1988 hatten *Chandler* und *Laskin* (44) eine Studie mit Panoramaschichtaufnahmen und der genauen Lokalisierung impaktierter Weisheitszähne veröffentlicht. Dabei wurde grob in drei Gruppen unterteilt – Impaktion im Weichgewebe, teilweise im Knochen und komplette Impaktion im Knochen.

Allerdings widmeten sich nicht alle Studien den gleichen Kriterien. So spielte die Lage der Impaktion nach *Pell* und *Gregory*<sup>15</sup> bei vielen Autoren eine Rolle (14, 19, 20, 24, 27, 29, 30, 33, 63, 78, 90).

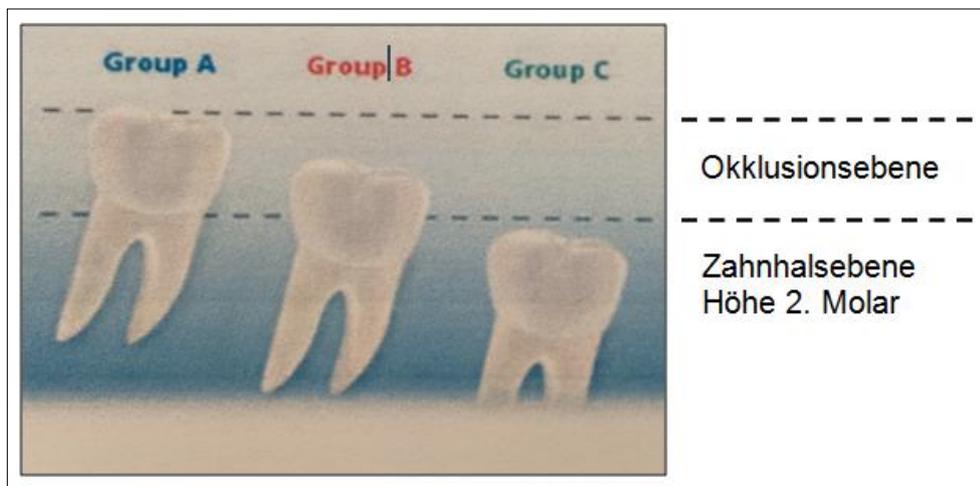
**Abbildung 5** Pell und Gregory<sup>15</sup> – Lage von WHZ im Unterkiefer



Dabei handelt es sich um die Einteilung von im Mund bzw. Kiefer befindlichen Weisheitszähnen vor deren Entfernung hinsichtlich zu erwartender Schwierigkeiten bzw. Komplikationen, aufgestellt 1933. Es existieren zwei Einteilungen:

Werte von A – C beziehen sich auf das Platzangebot des gesamten Zahnes zum Ramus mandibulae (vgl. Abbildung 5, Seite 31). Die Skalen 1 – 3 beschreiben die Lage der Kaufläche zur Okklusionsebene in Bezug zum durchgebrochenen zweiten Molar (vgl. Abbildung 6).

**Abbildung 6** Pell und Gregory<sup>16</sup> – Okklusionsebene

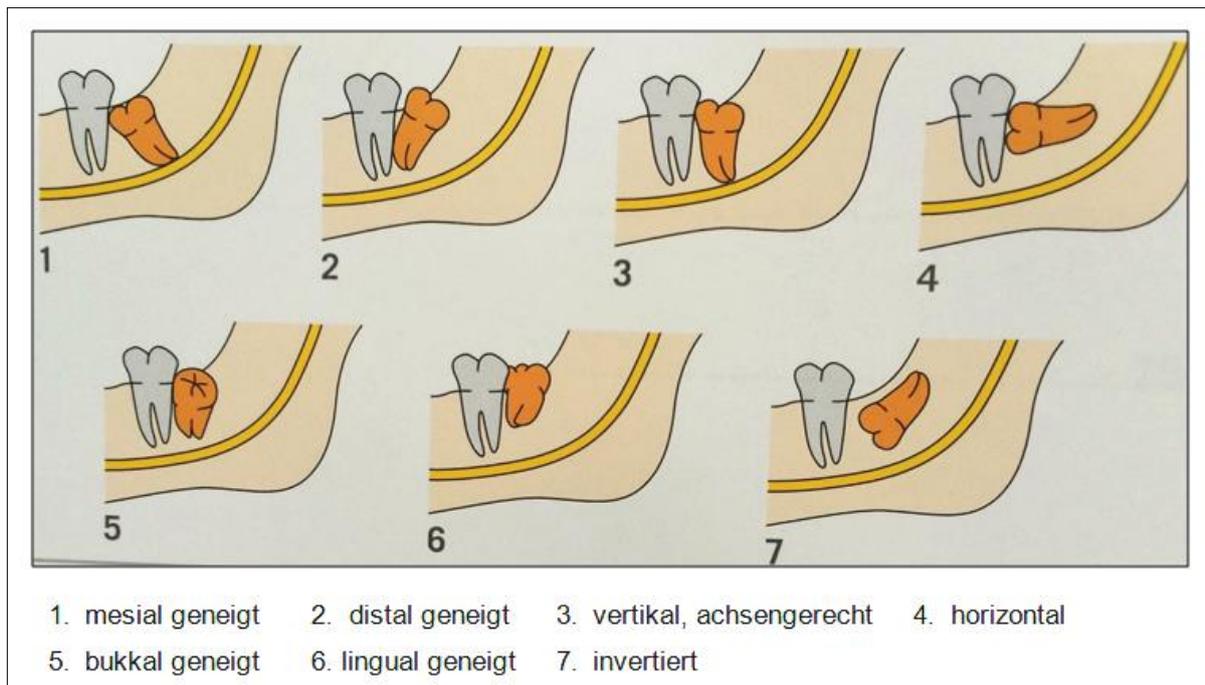


Weniger Studien befassten sich bei der Verlagerung impaktierter Weisheitszähne mit der Winkelung nach *Winter* (14, 19, 24, 63, 65, 78, 90, 101).

In genannter Klassifizierung wird die Lage des Weisheitszahnes zur Lage des zweiten Molar ausgedrückt. Dabei werden die Längsachsen der zweiten und dritten Molaren miteinander hinsichtlich der mesioangulären, distoangulären, vertikalen, horizontalen und transversalen Neigung verglichen (141).

---

<sup>16</sup> Abbildung aus *Haaza`a et al.* (90)

**Abbildung 7 Zahnwinklung<sup>17</sup>**

Die Einschlusskriterien wurden aus insgesamt 123 Artikeln entnommen und prozentual angegeben. Mehrere Merkmale pro Artikel waren möglich.

Als weiterer Aspekt wurde die Wurzelkrümmung nach *Bell* auch vereinzelt untersucht (14, 24).

Einige Studien gingen auf das Geschlecht (14, 20, 22, 30, 90, 104) oder das Alter der Patienten ein (14, 19, 20, 30, 48, 101, 104).

**Tabelle 7 Einschlusskriterien**

Kriterium	Artikelanzahl	Prozent [%]
Pell und Gregory	22	17,9
Winkelung nach Winter	20	16,3
Wurzelkrümmung	4	3,3
Geschlecht	46	37,4
Alter	31	25,2
Total	123	100,0

<sup>17</sup> aus Zöller, Neugebauer (141, S. 72)

Die vorliegende Untersuchung teilte, anlehnend an die genutzte Literatur, in mesioanguliert, distoanguliert, vertikal und horizontal ein.

*Monaco et al.* (29) stellten heraus, je tiefer die Impaktion, desto intimer sei die Nerv-Molar-Beziehung. Eine horizontale Verlagerung stellt ihrer Studie nach die gefährlichste Impaktionslage dar, um eine Nervverletzung nach sich zu ziehen (52).

*Torres et al.* (108) beriefen sich auf *Knutson et al.* (98), wobei sie drei Entscheidungsebenen vorzeigten:

1. Der Zahnarzt, der entscheidet, ob eine Impaktion vorliegt und daraufhin die Überweisung zum Chirurgen tätigt.
2. Der Chirurg, der individuell eine Entscheidung zur Extraktion trifft.
3. Der Patient, der bezüglich seiner Gesundheit selbst entscheiden sollte.

Weiterhin brachte die genannte Untersuchung in Erfahrung, dass eine vertikale Weisheitszahnposition mit 42,1 % am statistisch relevantesten vorkommt. Es folgten mit 31,9 % die mesioangulierten und mit 11,9 % die distoangulierten Zähne. Horizontale Verlagerungen traten bei 14,0 % der untersuchten Zähne auf.

In der nachstehenden Tabelle sind die Häufigkeiten hinsichtlich der Zahnposition aus den Literaturartikeln aufgelistet.

**Tabelle 8 Angulationshäufigkeit der Zähne in den Literaturartikeln**

Angulation	Anzahl	Prozent [%]
Mesioangulär	12	40,0
Horizontal	5	16,7
Vertikal	10	33,3
Distoangulär	3	10,0
Total	30	100,0

Insgesamt erwähnten 30 Artikel Informationen zur Zahnangulation. In der oberhalb stehenden Tabelle zählte jeweils das angeführte Kriterium, das mit dem höchsten Wert in den Publikationen angebracht wurde.

Entgegen oben genanntem Ergebnis veröffentlichten einige Studien das Fazit einer Überlegenheit mesioangulierter Zähne (85, 90, 103).

Bei einer Follow-up-Langzeitstudie, mit Patienten vom 20. bis zum 32. Lebensjahr, fertigten die Autoren zu Beginn und zum Abschluss jedes Probanden PSA an (115). Aufgrund klinischer Fakten und röntgenologischer Befunde konnten Einschätzungen zur Entfernung der Weisheitszähne erteilt werden. Folgende Gründe waren ausschlaggebend:

1. nicht durchgebrochene Zähne mit der Annahme impaktiert zu bleiben und
2. nicht durchgebrochene Zähne mit der Annahme eines späteren Durchbruchs ohne Funktion.

81 Patienten mit insgesamt 285 Weisheitszähnen wurden durchgängig untersucht. Zu Beginn mussten 75,0 % der Weisheitszähne nach oben genannten Kriterien extrahiert werden. In den folgenden Jahren folgten weitere Extraktionen anderer Weisheitszähne (54,0 %). Sie verzeichneten eine Abnahme chirurgischer Weisheitszahnentfernungen mit ansteigendem Alter. Womit dem Großteil der gelesenen Studien widersprochen wird.

Zusammenfassend zeigt die anschließende Tabelle Risiken, die bei Intervention oder Nichteingriff in Erscheinung treten können.

**Tabelle 9 Operative Entfernung unterer Weisheitszähne – Risiken**

Risiken bei Nichtintervention	Risiken bei Intervention	
	temporär	permanent
Resorptionserscheinungen an Nachbarzähnen	postoperative Infekte	
	Sensibilitätsstörungen von N. ling. und N. alv. inf.	bleibende Sensibilitätsstörungen von N. ling. und N. alv. inf.
Entwicklung von pathologischen Prozessen: Infekte, Zysten, Tumore	Frakturen des Unterkiefers	
	bestehende akute oder chronische Infektion	parodontale Schädigung von Nachbarzähnen

Gemäß der novellierten S2k-Leitlinie „Operative Entfernung von Weisheitszähnen“ aus dem Jahre 2013 sollen Zähne belassen werden, wenn:

1. eine spontane, regelrechte Einstellung der Weisheitszähne in die Zahnreihe zu erwarten ist,
2. eine Extraktion anderer Zähne und / oder eine kieferorthopädische Behandlung mit Einordnung des Zahnes durchgeführt werden soll,
3. bei tief impaktierten und verlagerten Zähnen keine klinischen bzw. radiologisch nachweisbaren pathologischen Befunde existieren,
4. wenn ein hohes Risiko operativer Komplikationen besteht oder
5. Neu: wenn sie für eine prothetische Versorgung genutzt werden sollen.

*Freisfeld et al.* (135) untersuchten das vorhandene Platzangebot für Weisheitszähne im Unterkiefer mit Hilfe von PSA und Computertomografien (CT). Bei 13 Patienten wurden Platzangebote von Weisheitszähnen vermessen. Auf den PSA dienten eingezeichnete Linien zur Berechnung. 50 – 99 % der Probanden zeigten eingeschränktes und unter 50 % mangelndes Platzverhältnis auf. Bei den eingeschränkten Fällen projizierten sich die Weisheitszähne teilweise vom Ramus verdeckt. Zur weiteren Messung gehörte der Neigungswinkel dritter Molaren.

Kein Zahn, bei dem lediglich die Krone ausgebildet war, wies ausreichend Platz aus. Bei ausgebildeter Wurzel erreichten drei Weisheitszähne ein hinreichendes Platzangebot. Vollständig entwickelte dritte Molaren offenbarten in keinem Fall genügend Raum. Die Mesialneigung zeigte bei linken Weisheitszähnen in dieser Studie tendenziell größere Winkel. Im Stadium der Kronenentwicklung wurde eine Neigung von 40 – 50 % gemessen. Diese Werte stiegen um bis zu 20 Prozent bei weiterer Zahnentwicklung. Die Autoren erklärten dies mit der physiologischen Aufrichtung während des Zahndurchbruchs.

Radiologische Untersuchung von Platzverhältnissen bezüglich der Weisheitszähne war ebenso Bestandteil einer Studie von *Niedzielska et al.* (139). Die Überprüfungsdauer betrug zehn Jahre und wurde von Abformungen jeweiliger Unterkiefer ergänzt. Als Zusammenfassung rieten die Autoren, Weisheitszahnentfernungen in Betracht zu ziehen, um sämtliche Durchbruchskomplikationen auszuschließen.

All diese unterschiedlichen Veröffentlichungen zeigen einen Vergleich zu den wissenschaftlichen Aussagen der DGZMK (123). Darin sind verschiedene Angaben je nach Risikobewertung publiziert.

Eine röntgenologische Darstellung der anatomischen Beziehung des N. alv. inf. und des Weisheitszahnes ist zwingend notwendig (14, 15, 16, 23).

### **3.1.2 Frontzahnengstand durch impaktierte Weisheitszähne**

Die Datenbanksuche fand unter den Stichpunkten *impaktierte untere Weisheitszähne* und *frontaler Engstand* statt. Unter dieser Fragestellung existieren systematische Reviews, die in die Beurteilung eingebunden werden. Reviews dienen zur Datenübersicht. Einige der anfangs 28 Studien befassten sich mit Frontzahnengstand bezüglich der Molarenposition und -winklung im jugendlichen Alter. In dieser Generation können Weisheitszähne teilweise noch nicht berücksichtigt werden. Durch erweiterte Querrecherchen bei Pubmed waren zusätzliche Artikel auffindbar. Bei einigen wurde ein Anstieg der Reinklination unterer Inzisivi gemessen, wenn Molaren eine Inklination besaßen. Gibt das einen Ansatz, die Weisheitszähne mit Engstand in der Unterkieferfront in Zusammenhang zu bringen (86)?

Studien befassten sich in unterschiedlichem Maße mit mesial gerichteter Kraft, dem Parodontalstatus und der Kiefergröße.

Mögliche Zusammenhänge mit dem Wachstumstyp wurden von *Breik* und *Grubor* (172) herausgefunden. Bei brachyfaszialen Gesichtstypen wurden doppelt so viele durchgebrochene Weisheitszähne festgestellt als beim dolichofaszialem Wachstumsmuster, 62,82 % versus 31,67 %. Untersuchungsmaterialien waren PSA- und FRS-Aufnahmen.

Einige Autoren unterstützten die Theorie des frontalen Engstandes aufgrund der Weisheitszähne, andere widersprachen ihr.

Vergleichend seien erwähnt:

**Tabelle 10 Theorie des frontalen Engstand – Autorenvergleich**

für Engstand aufgrund dritter Molaren	kein Engstand durch dritte Molare
Karl-Nieke (129) Lakhani et al. (83) Okazaki (159) Richardson (138) Sampson et al. (119) Vego (182)	Ades et al. (71) Antanas (74) Buschang, Shulman (158) Harradine (112) Hasegawa et al. (171) Karasawa (166) Mockers et al. (72) Niedzielska (75) Richardson et al. (113) Song et al. (169) Southard et al. (92) Stanaitytė (73) Zafarmand et al. (122)

Die oben genannte Einteilung beinhaltet keine Studie, die Engstand ohne Auftreten von Weisheitszähnen untersuchten. Diese werden später erläutert. Ebenfalls sind in der Auflistung keine Studien enthalten, die kein einheitliches Ergebnis erhielten.

In der Leitlinie der *DGKFO*<sup>18</sup> steht ebenfalls beschrieben, dass keine Einigkeit über die Entstehung des tertiären Engstandes, auch als Adoleszentenengstand bezeichnet, vorliegt. Diese Bezeichnung leitet sich vom Durchbruch der Weisheitszähne im Erwachsenenalter ab (129, S. 80). Als Ursachen für entstehende Veränderungen im Kiefer wurden ein spätes nach ventral gerichtetes Unterkieferwachstum und eine Lingualkippung der Unterkieferfrontzähne beschrieben (129). *Karl-Nieke* (129) bezog sich dabei auf die natürliche Mesialwanderung der Zähne, wobei er den Weisheitszähnen eine Rolle als Kofaktor zuschrieb. Die *DGKFO* machte Angaben zum erhöhten Vorkommen des Frontzahnengstands bei Männern, weil das Oberkieferwachstum im Vergleich zum Unterkiefer bei ihnen früher beendet sei.

<sup>18</sup> [www.dgkfo-vorstand.de](http://www.dgkfo-vorstand.de)

Weiterhin veröffentlichte genannte Leitlinie Indikationen für eine Gerkektomie:

- bei deutlich ausgeprägtem Platzmangel, mit dritten Molaren im aufsteigenden Ast,
- vor bzw. nach Distalisierung von Prämolaren und Molaren,
- bei ersten Anzeichen eines erneuten Engstandes,
- in Grenzfällen statt einer geplanten Extraktion von Prämolaren oder Molaren.

Darüber hinaus beschrieb die Leitlinie den Adoleszentenengstand als neue Anomalie, die nichts mit einem Rezidiv gemein hat. Die Keimentfernung führt nicht zu einem Rückgang des entwickelten Engstandes. Wenn Weisheitszahnentfernungen zur Option stehen, existieren Befürwortungen der Behandlung vor Auftreten eines Engstands. Empfohlenes Alter dafür ist gegen Ende der skeletalen Wachstumsphase. Gründe dafür liegen in besserer Beurteilung von Platzverhältnissen und anatomischer Strukturen. Genannte Angaben ähneln *Braumann et al.* (141) und *Hicks* (117).

*Lindauer et al.* schickten bezüglich ihrer Ermittlung Fragebögen an 871 Kieferorthopäden und 913 Oral- und Kieferchirurgen. Sie erhielten zu 48,0 % Antworten. Weniger Kieferorthopäden als Chirurgen meinten dabei, impaktierte Weisheitszähne seien für frontalen Engstand verantwortlich (111). In Italien verschickten *Gavazzi et al.* (170) ebenfalls Fragebögen und erhielten 166 Antworten von 69 Oralchirurgen und 97 Kieferorthopäden. 60,6 % aller Teilnehmer waren älter als 45 Jahre. Mehrheitlich gaben beide Berufsgruppen keinen erkennbaren Zusammenhang zwischen Weisheitszähnen und anteriorem Engstand an. Gleichzeitig sprachen sich die Teilnehmer gegen prophylaktische Zahnentfernungen aus. Vergleichend zwischen beiden befragten Gruppen äußerten sich, im Gegensatz zur Umfrage von *Lindauer et al.* (111), bezüglich beider Fragestellungen vermehrt Kieferorthopäden gegen Engstand und Entfernung.

Laut *Stanaityté et al. (73)* existiere keine einheitliche Meinung hinsichtlich dieser Fragestellung. Vielmehr spielen andere Faktoren für frontalen Engstand eine wichtige Rolle:

1. dentale Faktoren (Zahngröße und zeitiger Zahnverlust),
2. skeletale Faktoren (Kiefergröße und Fehlstellungen) und / oder
3. generelle Faktoren (Alter und Geschlecht).

Sie schrieben dem Gesundheitszustand des Parodontiums eine wichtige Funktion zu. Ein intaktes Parodont kann den Kräften der Muskulatur, mit der Zunge auf der einen Seite, der Wange und den Lippen auf der anderen Seite, entgegenwirken. Ein erkrankter Zahnhalteapparat gilt somit als Faktor für Zahnfehlstellungen.

*Tüfekçi et al. (110)* gaben an, dass 36,0 % der amerikanischen Kieferorthopäden und nur 18,0 % der schwedischen Kollegen glauben, Weisheitszähne verursachen einen anterioren Engstand.

*Tulloch et al. (107)* berichteten über eine Verkleinerung des Zahnbogens in der Bevölkerung im Laufe der vergangenen Jahrzehnte, sodass ein Platzmangel für alle 32 Zähne im Kiefer resultiere.

Skeletale Faktoren waren das Untersuchungsthema einer Studie von Unterkiefern einer prähistorischen Bevölkerung bei *Mockers et al. (72)*. Dafür wurden Schädel einer französischen Population im Museum ausgemessen. Als Quintessenz ergab sich, dass Frontzahnengstand bereits im frühen 19. Jahrhundert verbreitet war. Durchschnittlich besaßen die Menschen zu dieser Zeit schmalere Zähne, sowie eine minimalere Zahnbogenbreite im Vergleich zur Gegenwart. Gemessen wurde jeweils der Abstand der Zähne 33 bis 43 in Millimetern. Bei den Zähnen von Schädeln der prähistorischen Zeit wurde ein Durchschnittswert von 24,6 mm gemessen. Heute liegen die Werte bei 25,4 – 27,9 mm. Eine Vielzahl der damaligen Bevölkerung wies dritte Molaren auf. In Abwesenheit dieser wurde bei den Schädeln ein Frontzahnengstand gemessen.

*Stanaityté et al. (73)* nahmen für ihre Untersuchungen Abformungen der Unterkiefer und fertigten jeweils eine PSA der Patienten vor und nach Entfernung unterer Weisheitszähne an. Obwohl der Abstand von Caninus zu Caninus nach der Weisheitszahnentfernung um 0,1 mm und ebenso die Weite zwischen den Prämolaren

um 0,2 mm zunahm, sagten sie aus, dass es keinen signifikanten Unterschied zur präoperativen Situation gebe. Nach ihren Angaben resultiere aus unbekanntem Gründen ein Anstieg des Frontzahnengstandes im Laufe der Lebenszeit.

Eine weitere Studie untersuchte den anterioren Engstand ebenfalls mit Hilfe von Abformungen und PSA (74). Beide Unterkieferhälften wurden separat ausgemessen und die Unterkiefer dabei in drei Segmente geteilt. In den gesamten Unterkiefer, den Bereich von der mesialen Seite der Einser bis zur distalen Fläche der Canini und von der mesialen Fläche des ersten Prämolaren zur distalen Fläche des letzten Molaren. Es fand sich kein relevanter Zusammenhang zwischen durchgebrochenen, nicht durchgebrochenen oder unterentwickelten Weisheitszähnen.

*Niedzielska* (75) wandte die gleichen Mittel an, unterschied zudem noch in zwei Altersgruppen. Die erste Gruppe enthielt Patienten im Alter von 14 – 18 Jahren, die zweite von 19 – 32 Jahren. Alginatabformungen wurden zu Beginn der Studie genommen und nach drei Jahren wiederholt. Untersuchte Segmente waren immer zwei Zahnbreiten. In der Röntgenaufnahme wurden die Kronengröße des Weisheitszahnes und der retromolare Platz gemessen. Mit Hilfe von Kopierpapier auf der Röntgenaufnahme waren Zeichnungen dieser Kriterien möglich. Insgesamt wurden die Messungen bei 47 Patienten über drei Jahre in zwölf unteren Kiefern durchgeführt. Die Länge und Weite der Zahnkronen und der sechs Segmenten zeigte einen Anstieg in der Extraktionsgruppe und eine Abnahme bei Erhalt der Weisheitszähne.

*Lakhani et al.* (83) führten Untersuchungen bei 158 Patienten, im Alter von 15 bis 25 Jahren, mit erwiesenem Frontzahnengstand durch. PSA bildeten die Grundlage bevor kieferorthopädische Korrekturen begannen. Studienmodelle zur Vermessung der mesio-distalen Distanz gehörten gleichfalls zur Studie. Das Resümee dieser Messungen zeigte ein Ungleichgewicht zwischen der Zahn- und Kiefergröße. Bei 61,0 % der Patienten wurde ein Engstand von 5 – 10 mm ermittelt. Im Fall einer Zunahme des Engstandes gebe es eine größere Wahrscheinlichkeit einen impaktierten Weisheitszahn in diesem Kiefer vorzufinden.

Als Grundlage der Untersuchung von *Zafarmand et al.* (122) dienten Abformungen der insgesamt 40 Patientenkiefer und eine initiale PSA mit vorhandenen Weisheitszähnen.

Drei Untersuchungsabschnitte, vor und nach kieferorthopädischer Behandlung und nach einer Retentionsphase von sechs Jahren, bildeten die Grundlage. 21 Patienten wurden die Weisheitszähne chirurgisch entfernt. Bei den Behandlungen wurde auf eine einheitliche Bracket-Größe (0.022) geachtet. Die Behandlungsphase dauerte zwei Jahre und elf Monate. Für Messungen der Frontzahnengstände diente ein digitaler Messzirkel nach *Little*<sup>19</sup>. Die Gerätegenauigkeit ist mit 0,01 mm angegeben. Messbereich war die mesiale Distanz beider unterer Canini in Millimetern. Innerhalb dieses Gebietes wurden fünf einzelne Werte gemessen. Frontzahnengstand war vor allem bei Patienten festzustellen, denen im Vorfeld die Weisheitszähne extrahiert wurden. Prozentuale Angaben sind nicht nachweisbar.

*Little* (131) hielt frontalen Engstand für das meist festgestellte Zeichen einer Zahnfehlstellung. Zudem sei dieser Zustand ein erster Hinweis auf eine Instabilität im Kiefer. Der Status aller sechs Frontzähne sei ein limitierender Faktor von Stabilität und Behandlung. Deshalb forderte er eine einheitliche Regelung in Form eines Index, da Adjektive wie „minimal“, „mäßig“ oder „übermäßig“ sehr ausgedehnte Interpretationen ermöglichten. Mit Vereinheitlichung könne die initiale Fehlstellung gemessen werden. Ebenso sei dadurch ein genauer Vergleich zwischen initialen und finalen Befunden möglich. Seine Messung des Irregularitätsindex erläuterte er wie folgt:

Die lineare Verschiebung der anatomischen Kontaktpunkte jedes unteren Frontzahnes wird zum benachbarten Zahn gemessen. Hierbei unterschied er den anatomischen Kontaktpunkt vom klinisch vorhandenen Kontaktpunkt. Die Summe der fünf gemessenen Werte ergibt den Index. Perfekte Anordnung der Frontzähne ergibt eine Summe 0. Je größer die Verschiebung in der Zahnstellung, desto größer ist der ermittelte Index. Seinen Angaben zufolge sind die Messungen auf einem Modell besser durchzuführen als intraoral. Als Grund gilt die bessere Lagestabilität des Messzirkels auf dem stehenden Gipsmodell. Der Messzirkel wird während der

---

<sup>19</sup> Irregularitätsindex nach Little: Messung der mesiodistalen Kontaktpunkte der rotierten Frontzähne in der Sagittalen (129)  
Klassifikation (1975):  
(72)                    ideal: 0 - 0,9 mm  
                          minimal: 1 - 3,9 mm  
                          mäßig: 4 - 6,9 mm  
                          übermäßig: 7 - 9,9 mm  
                          extrem: mehr als 10 mm

Messung parallel zur Okklusionsebene gehalten, sodass die Spangen die anatomischen Kontaktpunkteentfernungen aufnehmen können.

In einer weiteren Untersuchung von *Little et al.* (133) kam heraus, dass der Irregularitätsindex während der kieferorthopädischen Retentionsphase minimiert wurde. Auf vorhandene Weisheitszähne wurde nicht eingegangen. Allerdings stieg der ermittelte Zahlenwert bei mehreren Patienten ab dem 28. Lebensjahr, zehn Jahre nach der Behandlung, über sechs Millimeter an. Nach weiteren 18 Jahren war ein nochmaliger Anstieg bis mehr als acht Millimeter messbar. Verallgemeinernd wurde angegeben, dass zwischen dem 20. und 30. Lebensjahr kontinuierlich eine Veränderung stattfand, die dann bis zum 40. Lebensjahr langsam stagnierte.

Auch ohne Weisheitszähne zu betrachten, errang *Richardson* (138) in einer Studie zum Thema Engstand das Ergebnis eines frontalen Engstands um circa 2 mm. Entsprechend sank die Wahrscheinlichkeit eines Engstands bei Entfernung des bleibenden zweiten Molaren. In diesem Fall führte die Distalbewegung des ersten Molaren zu einem Platzangebot. Erhaltene Ergebnisse kamen von zehn Patienten, vier Männern und sechs Frauen. Gemäß der Autorin sei es für Patienten erträglicher einen zweiten Molaren zu verlieren statt sich einer operativen Weisheitszahnentfernung zu unterziehen. Zugleich führte sie an, dass in der Extraktion des zweiten Molaren eine Unsicherheit hinsichtlich der endgültigen Position des dritten Molaren in der Zahnreihe zu sehen sei.

*Richardson* widmete sich den anatomischen Schädelverhältnissen mit Bezug zum dentalen Engstand (140). Dabei erhielt sie als Ergebnis, dass erhöhtes Schädelängenwachstum und eine hohe Ramuslänge minimal für einen Engstand sprächen. Das Ergebnis widersprach ihrer vorher genannten Studie. Da die Autorin unterschiedliche Ergebnisse veröffentlichte, davon mehrere gegen Engstand durch Weisheitszähne, wurde sie in der oben genannten Auflistung auf beiden Seiten aufgeführt.

In der Untersuchung von *Southard et al.* (92) wurde die nach mesial gerichtete Kraft der Weisheitszähne gemessen. Als Messgerät diente ein 0,038 mm dicker Stahlstreifen. Dieser war mit einem digitalen Spannungsmesser versehen, welcher zwischen zwei Zähne positioniert wurde. Für diesen Spannungsmesser ist eine Genauigkeit von 0,1 gm angegeben. Alle 20 Teilnehmer hatten impaktierte Weisheitszähne in Kontakt zum zweiten Molar, was mit Hilfe einer PSA diagnostiziert

wurde. Die Messungen wurden durchgängig zwischen den Zähnen 5 – 6, 5 – 4 und 4 – 3 durchgeführt. Daraus resultierte, dass die Straffheit aller Zahnkontakte beidseitig abnahm, nachdem unilateral ein Weisheitszahn entfernt wurde. Allerdings sank nach der Weisheitszahnentfernung auf beiden Seiten die Kontaktstärke zwischen den Zähnen fast gleichermaßen. Aus diesem Grund ließen die Autoren keinen substantziellen Zusammenhang mit impaktierten dritten Molaren erkennen. Andeutungen einer Dehnung des parodontalen Ligaments durch Einbringung des Metallstreifens wurden erbracht.

*Ades et al.* gaben an, keine Hinweise auf eine mesiale Kraft, ausgehend von Weisheitszähnen, zu finden. Es scheint, der Weisheitszahndurchbruch in die Okklusionsebene habe keinen Zusammenhang mit der Erweiterung oder der Richtung mandibulären Wachstums (71). Dieses Ergebnis verneint frontalen Engstand durch Weisheitszähne. Während dieser Recherche spielte es eine untergeordnete Rolle, ob der Weisheitszahn impaktiert oder andersartig verlagert war. Die Autoren empfahlen die Überlegung einer Zahnentfernung an bestehende Pathologien und technische Operationsgegebenheit zu koppeln.

Den Extraktionseffekt dritter Molaren untersuchten auch *Harradine et al.* (112) bei 164 erfolgreich kieferorthopädisch behandelten Patienten. Diese trugen weder Retainer in situ, wiesen frontalen Engstand auf, noch besaßen sie untere Weisheitszähne. Untersuchungsparameter waren Abformungen, PSA und FRS. Zum einen wurden die mesial-distalen Kontaktpunkte der Zähne, der Inter-Canini-Abstand und die Länge von Inzisivus zum mesialen Punkt des ersten Molar gemessen. Nach fünf Jahren nahmen den Recall der Studie lediglich noch 77 Patienten wahr. Bei prospektiven Studien wie dieser muss mit einem Drop-out aus verschiedenen Gründen gerechnet werden. Hauptaussage dieser Studie ist eine unwahrscheinliche Auswirkung impaktierter Weisheitszähne auf den frontalen Zahnbereich.

Eine weitere Studie von *Richardson et al.* (113) unterteilte 20 Männer und 26 Frauen in drei Gruppen. Messungen wurden jeweils im Alter von 18, 21 und 28 Jahren durchgeführt. Pro Proband maßen sie den Inter-Canini-Abstand, den Inter-Molaren-Abstand und die Zahnbogenweite. Die Teilnehmer wiesen entweder einen teilweise durchgebrochenen, vollständig durchgebrochenen oder keinen Weisheitszahn auf. Bei

den 18-Jährigen gab es keinen erkennbaren Unterschied zwischen Männern und Frauen. Bis zum 21. Lebensjahr stieg der Engstand um 0,1 mm und bis zum 28. Lebensjahr auf 0,2 mm. Abschließend stand die Feststellung, im unteren Zahnbogen ereigne sich während der dritten Lebenskaskade eine kleine und klinisch kaum bemerkenswerte Änderung.

*Richardson* veröffentlichte 1982 (137) mit 51 Patienten eine weitere Studie zum späten Engstand. Ihre Ergebnisse zeigten keinen signifikanten Zusammenhang zwischen den Geschlechtern. Zu dieser Untersuchungsreihe gehörten 29 Frauen und 22 Männer. Trotzdem gab sie an, bei Frauen eine erhöhte Tendenz zum Engstand, von 0,4 mm, zu finden. Dies galt vor allem für die linke Kieferhälfte. Männer hatten diesen Messungen zufolge eine erhöhte Neigung zu frontalem Engstand. Größere Zähne bei Männern im Vergleich zu Frauen wurden anlehnend an *Sampson et al.* (119) gemessen. Wenig Platz im distalen Bereich zum aufsteigenden Ast führt dieser Untersuchung zufolge zu einem Nachweis verstärkter Impaktion von Weisheitszähnen. Gleichzeitig sei mangelndes Platzangebot im Molarenbereich bei früher permanenter Dentition als Kennzeichen eines anterioren Engstands der späten Dentition zu betrachten.

*Sampson et al.* (119) führten ebenfalls eine Studie mit drei Gruppen durch. Erstens mit teilweise durchgebrochenen Weisheitszähnen, zweitens mit mesioangulierten Weisheitszähnen und drittens mit fehlenden Weisheitszähnen. Alle Testpersonen hatten keine kieferorthopädische Behandlung. Die 54 Patienten wurden mit Röntgenaufnahmen und mesiodistalen Messungen der Kiefer untersucht. Es ergab sich zwischen den Geschlechtern kein deutlicher Unterschied. Für Männer führten sie breitere Kiefer, breitere Zähne und einen breiteren röntgenologisch sichtbaren Spalt hinter dem letzten Molar im Vergleich zu Frauen an. Der röntgenologisch sichtbare Spalt entspricht dem verfügbaren Platz für den Weisheitszahn. Und er scheint größenabhängig ausschlaggebend für möglichen Engstand in der Frontzahnregion zu sein. In der Gruppe mesioangulär impaktierter Zähne existierten die meisten Frontzahnengstände.

*Artun et al.* (132) untersuchten die Langzeitstabilität unterer Frontzähne mit Hilfe des Irregularitätsindex nach *Little*. Diese Studie befasste sich keinesfalls mit Weisheitszähnen, fand indes heraus, dass 47,4 % der untersuchten Patienten nach der Retentionsphase einen Engstand von mehr als 3,5 mm aufwiesen. Mindestens 6,5 mm waren es bei 9 % der Untersuchten. Die Gesamtanzahl dieser Studie betrug 78 Patienten, von denen bei 37 Probanden vier Prämolaren extrahiert wurden.

Die Literaturrecherche ergab mehrere Reviews über dieses Thema. Eins von *Zawawi* und *Melis* (79) stellte zwölf Studien gegenüber, von denen vier Ergebnisse veröffentlichten, dass gemessene Frontzahnengstände von vorhandenen Weisheitszähnen verursacht werden. Diese vier Studien befassten sich im Durchschnitt mit 49,75 Patienten. Hingegen waren bei Gegnern dieser These 1202 Patienten der Durchschnitt. Dieser Wert wird durch die beträchtliche Probandenteilnehmerzahl der Studie von *Buschang* und *Shulman* (158) enorm erhöht. Ein weiteres Review (165) führte, unter anderem, eine ältere Studie von 1917 an, die von *Dewey* veröffentlicht wurde. Diese berichtete damals über einen Frontzahnengstand beim Weisheitszahndurchbruch, was dem Mehrheitsergebnis dieses Reviews entspricht.

Es existieren bisher keine einheitlichen Meinungen über dieses Thema. Daher wird empfohlen, Patienten über eine notwendige langfristige Retentionsphase aufzuklären (149).

Die Uneinigkeit bei dieser Fragestellung griffen *Song et al.* in ihrem Review auf (169). Mehrheitlich kamen die von ihnen betrachteten Studien zu dem Ergebnis, dass Frontzahnengstand nicht als Resultat von Weisheitszähnen betrachtet werden kann. Zugleich wurde erwähnt, ein direkter Vergleich sei unmöglich realisierbar. Im Falle vorzeitiger Zahnentfernung kann keineswegs eine Aussage über einen sich eventuell entwickelnden Frontzahnengstand getroffen werden. Auf der anderen Seite steht die Überlegung, ein Belassen dritter Molaren könne mögliche pathologische Komplikationen nach sich ziehen (169).

Zusammenfassend sind nachfolgend Untersuchungsmethoden aus einzelnen Artikeln aufgeführt.

**Tabelle 11 Frontzahnengstand in der Studienliteratur**

Untersuchungsmethoden	Anzahl
Modellvermessung	13
Little	5
Inter-Canini-Abstand	7
UK-Länge / -Weite	9
andere Teilesegmente im Kiefer	3
Röntgen – PSA	6
Röntgen – FRS	10

Bei der Recherche zum Frontzahnengstand durch impaktierte Weisheitszähne fand sich keine Literatur, die als Untersuchungsmaterial DVT-Aufnahmen nutzte. Hauptsächlich dienten PSA und zusätzlich FRS zur kieferorthopädischen Diagnostik. Anhand dessen wurden mit Hilfe der Modelle entweder der Irregularitätsindex nach *Little* und / oder der Inter-Canini- bzw. die UK-Weite gemessen.

**Tabelle 12 Veränderungen im anterioren Unterkiefersegment aus verschiedenen Studien mit Messungen des Inter-Canini-Abstands**

Referenz	Anzahl	Extr.	mit WHZ / ohne WHZ Durchschnitt	Beginn [mm]	nach 3 J.	nach 4 J.	nach > 5 J.	p-Wert
73	30	beidseits	26,31 mm / 26,37 mm	-	-	-	-	> 0.05
113	85	k.A.	-	31,1	-0,1	-	0,0 mm	< 0.05
122	40	21	19/ 21	6.13 7.23	0.00 0.00	-	1.66 2.10	< 0.001 < 0.001
71	97	-	46/ 51	-	+ 1.9	-	-1.7	-

Exakte Vergleiche waren unmöglich, da verschiedene Referenzen in den unterschiedlichen Artikeln angegeben wurden. Im Hinblick auf variierende Studiendauern lassen die Daten keine Beurteilung zu. Außerdem lag die Priorität auf jeweils anderen Punkten. Es waren kaum einheitliche Ergebnisse zu recherchieren.

In den dargestellten Untersuchungen hatten vermehrt Patienten keine als vorhandene Weisheitszähne. Es wurden entweder alle dritte Molaren entfernt (73), nur ein Teil (122) oder es existieren keine Angaben dazu (71, 113). Teilweise wurden keine Langzeitwerte angegeben, obwohl die Anfangsdaten ähnliche Messwerte des Frontzahnsegments zeigten und beidseits die Weisheitszähne extrahiert wurden (73). Statistisch sagte dieses Ergebnis nichts aus. Im Gegensatz dazu waren statistische Relevanzen bei länger dauernden Studien erkennbar, wobei aber kein direkter Zusammenhang mit Extraktionen erkennbar war (113, 122).

**Tabelle 13** Messung in Röntgenaufnahme vom ersten Molar bis zum Inzisivus oder Caninus

Referenz	Anzahl	Extr.	mit WHZ / ohne WHZ	Beginn	nach 3 J.	nach 4 J.	p-Wert
86	85	Nein	-	-	Männer 0.0 Frauen 0.4	Männer 0.6 Frauen 1.1	< 0.05 < 0.001
83	158	Nein	134/ 24	17.46 mm	-	-	-
74	91	Nein	88 durchgebr., 85 imp./ 9	1.50 1.70 0.78	-	-	0.58 0.22 0.22
119	54	Nein	-	Männer 33.3 Frauen 31.6	-	-	< 0.01

Mit Messungen vom ersten Molar zum Inzisivus oder Caninus waren ebenfalls keine einheitlichen Angaben möglich. Weshalb die Entscheidung in dieser Arbeit auf die Messung des Inter-Canini-Abstands fiel. Alle benannten Untersuchungen führten keine Weisheitszahnextraktionen durch. Teilweise wurden Angaben zur Position dritter Molaren getätigt, was jedoch weitestgehend ohne Bedeutung blieb (74). Bei vollständig entwickelten und in der Zahnreihe stehenden Weisheitszähnen wurden dabei höhere Werte als bei impaktierten oder abwesenden Weisheitszähnen gemessen. Langzeitwerte existieren dabei nicht. Lediglich Werte, die keinen aussagekräftigen Zusammenhang erkennen ließen, wurden gegeben (74). Die Studien zeigten eine Zunahme des Platzmangels über mehrere Jahre (86).

### 3.1.3 PSA vs. DVT – Inwiefern eignet sich die PSA zur genaueren Diagnose?

Zu dieser Fragestellung wurde mit den Stichworten *impaktierte Weisheitszähne*, *DVT*, *PSA* und *Röntgendiagnostik* gesucht. Die Literatur dazu ist vielseitig und in den letzten Jahren durch die Entwicklung der dreidimensionalen Röntgendiagnostik umfangreicher geworden.

Heutzutage sind bildgebende Untersuchungen ein unverzichtbares Mittel in der zahnmedizinischen Diagnostik. Bereits 1895 entdeckte Conrad Röntgen die nach ihm benannte Strahlung. Otto Walkhoff (1860 – 1905) hat wahrscheinlich die erste intraorale Zahnaufnahme angefertigt. Er unterstützte die Entwicklung zahnmedizinischer Röntgentechnologie. Zunächst entwickelte sich die Technologie als konventionelle, zweidimensionale Bildgebung. 1922 wurden die ersten PSA angefertigt (124).

Seit Yrjö Paatero 1949 herausfand, dass der bisher intraoral platzierte Film auch extraoral platziert werden kann, nahm die Entwicklung der Röntgentechnik weiter zu. Zunächst wurde der Patient rotiert und die Röntgenröhre blieb stabil. 1951 gelang es Paatero die Schichtaufnahme zu verwirklichen, indem sowohl die Röhre als auch der Film um den Patienten rotierten (124).

Ein grundsätzlicher Nachteil ist jedoch, dass es durch die Dreidimensionalität der anatomischen Struktur bei zweidimensionalen Aufnahmen zu Überlagerungen, Projektionsfehlern und somit zu Fehlinterpretationen kommen kann (9, 47).

1979 wurde die Computertomografie (CT) als erste dreidimensionale Aufnahmetechnik von Allan Cornack und Godfrey Hounsfield entwickelt (124). Hierbei werden ebenfalls auf verschiedenen Achsen Röntgenstrahlen durch den Körper gesendet, die 1971 zum ersten Mal überlagerungsfrei in einer Schichtaufnahme abgebildet wurden (124).

In der nahen Vergangenheit entwickelten Pierluigi Mozzo und Carlo Procacci die Digitale Volumetomografie (124).

### 3.1.3.1 Panoramaschichtaufnahme (PSA)

Diese röntgenologische Untersuchungsmethode ermöglicht die Beurteilung beider Kiefer, Verlagerungsformen von Weisheitszähnen, deren benachbarte Strukturen und insbesondere den Verlauf des Canalis mandibularis. Die PSA gilt als Standardaufnahme vor Weisheitszahnentfernungen (5, 7, 13, 22, 23, 24, 33, 54) und als Mittel der Wahl (12, 33, 54). Sie ist relativ sicher, zuverlässig und leicht zugänglich (12). Mit Hilfe dieser Aufnahme wird die Entscheidung zur Entfernung der Weisheitszähne getroffen (2).

Bei dieser Röntgenart muss der Patient optimal in die vorgegebene Fokus-Projektionsflächen-Anordnung des Röntgengeräts eingestellt werden. Dazu ist ein hohes Maß an Sorgfalt, Verantwortungsbewusstsein und Selbstkontrolle nötig. Die unterschiedlichen Gesichtsformen, Körpergrößen und individuellen Patientenparameter müssen jeweils neu eingestellt werden. Dabei muss der Patientenaufklärung ein enorm hoher Stellenwert zukommen, um präzise Aufnahmen zu erreichen.

Die Funktion einer PSA<sup>20</sup> sei kurz erläutert:

Das Gerät besteht aus einer Strahlenquelle mit schmaler vertikaler Schlitzblende, die im Allgemeinen einen Millimeter breit ist (143). Diese Strahlenquelle rotiert halbkreisförmig und synchron um den Kopf des Patienten. Gleichsinnig wie die Strahlenquelle bewegt sich die Aufnahmeeinheit (Filmkassette oder die digitale Zeilenkamera) entgegengesetzt zur Strahlenquelle. Es drehen sich somit zwei Kreise mit demselben Radius. Auf einem Kreis bewegen sich die Zähne als abzubildendes Objekt und auf dem anderen Kreis der Film (143). Der Patient, je nach Größe und körperlicher Verfassung, befindet sich stehend oder in sitzender Position. Gleichzeitig ist der Patient per Kinn- und Stirnstütze fixiert (124). Mit Hilfe eines Lichtvisiers wird der Patient optimal eingestellt (124). Während der Röntgenfilmbewegung wird stets

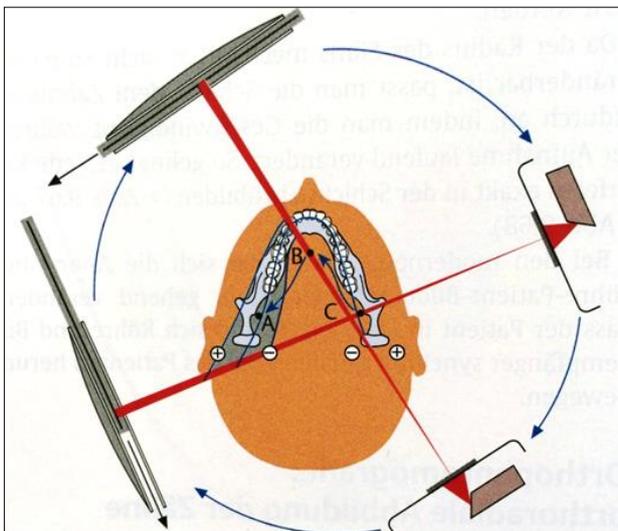
---

<sup>20</sup> Panorama: dem Objekt angepasst gekrümmte Schicht, vollständige Darstellung des Ober- und Unterkiefers, Darstellung des Recessus alveolaris und eventuell des Orbitabodens, Darstellung des Processus styloideus und eventuell des Processus mastoideus  
Schichtbildung: Schlitzblende (Dicke der Schicht hängt von der Schlitzbreite ab – eine kleine Schlitzblende bedingt eine größere Schichtdicke), Rotation des Systems

ein anderer Teil des Films belichtet. Das Rotationszentrum des Röntgenstrahls ist der Fokus der Projektion. Die Zunge sollte am Gaumen positioniert werden, sodass die Röntgenstrahlung keinen Subtraktionseffekt in den lufthaltigen Raum projiziert. Als Ergebnis erscheint eine scharfe, gekrümmt abgebildete Objektebene. Während der Aufnahme verändern sich die Radien der aufzunehmenden Strukturen. Aus diesem Grund ist die kreisförmige Bewegung nicht für exakte Wiedergaben anatomisch ovaler Zahnbögen geeignet (143). Außerhalb der Objektebene gelegene Strukturen werden unscharf abgebildet. Die Schichtdicke der Aufnahme beträgt im Frontzahnbereich 6 – 10 mm und im Molarbereich 15 – 20 mm (124). Lediglich der Schichtbereich innerhalb der Fokuskurve wird scharf dargestellt. Wodurch eine wichtige, technisch bedingte Fehlerquelle durch die projektionsbedingte Aufnahmeschärfe entsteht. Auch bei korrekter Patientenpositionierung liegen die Weisheitszähne aufgrund des Strahlengangs um die Kiefer selten in einer Ebene mit der kompletten Zahnreihe (43, 64). Sie befinden sich nicht im Gebiet der größten Auflösung (47). Der Nervkanal wird in der PSA in die Peripherie projiziert und dadurch unscharf abgebildet (43).

Wegen der Überlagerung des Frontbereiches durch die Wirbelsäule ist eine genaue Diagnostik dieses Bereiches nicht möglich (124). Eine Überlagerung kann ebenso durch andere sich im Strahlengang befindlichen Strukturen entstehen und somit die gewünschte Region unbrauchbar darstellen.

**Abbildung 8** Schema der Umlaufbahn bei der Panoramaschichtaufnahme<sup>21</sup>



<sup>21</sup> aus Andreas Fuhrmann (143)

Für die Panoramaschichtaufnahme werden eine niedrige Strahlendosis (17; 23) und ein Untersuchungskomfort (17) angegeben. Zudem ist die Anfertigung in fast jeder Zahnarztpraxis möglich.

Weil die Darstellungen in nur einer Ebene erfolgen, ist gerade die Aussage über den Verlauf des Mandibularkanals eingeschränkt. Die Beurteilung transversaler Dicke des Unterkiefers und die darin enthaltene bucco-linguale Position des Canalis mandibularis fehlen. Weiterhin sinken die Bildqualität und Detailtreue.

### 3.1.3.2 Digitale Volumentomografie (DVT)

Die neuartige Technik, Anfang des 21. Jahrhunderts entwickelt (53), funktioniert ebenfalls wie bei der PSA mit einem rotierenden Gerät, welches eine einzelne Rotation tätigt. Sie wird auch Cone Beam Volume Tomography genannt (151). Erstes Gerät im Praxisbetrieb war der Newtom-Volumentomograf (143).

Bestandteile von DVT-Systemen (141):

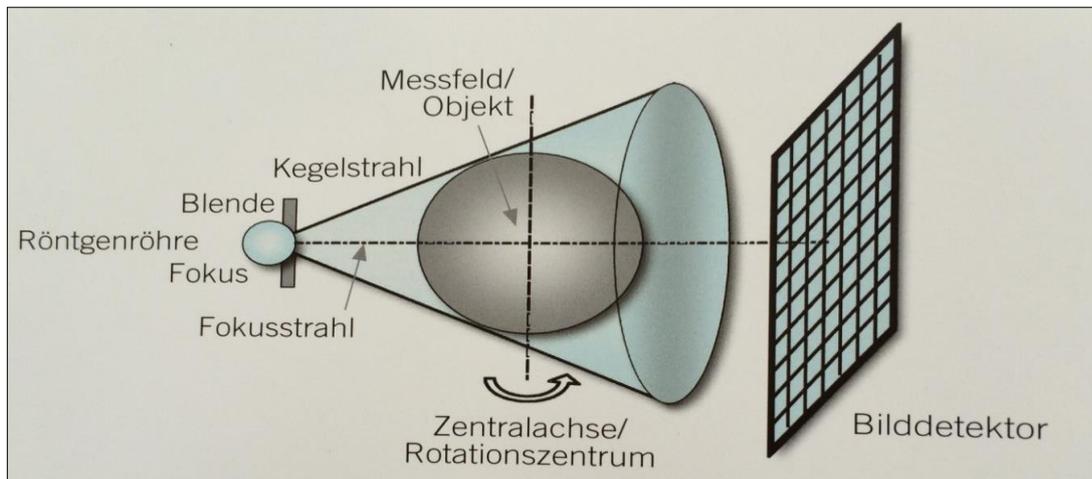
- Röntgenröhre zur Strahlenerzeugung,
- Generator zur Energieversorgung des Strahlers,
- Detektor zur Umwandlung der Röntgenstrahlung in Bildsignale,
- Gerät zur Zuordnung der Parameter Röhre, Patient und Detektor.

Die Detektoren bestehen nach Angaben von *Fuhrmann* (143, S. 125) aus CCD- oder CMOS-Sensoren<sup>22</sup>.

---

<sup>22</sup> CCD-Sensoren: Charge Coupled Device  
lösen bis zu 15 Lp/mm auf  
CMOS-Sensoren Complementary Metal Oxide Semiconductor  
lösen bis zu 20 Lp/mm auf  
[www.zahnklinik-bochum.de/media/shop/.../zahnklinik-bochum-dvt.pdf](http://www.zahnklinik-bochum.de/media/shop/.../zahnklinik-bochum-dvt.pdf) am 19.03.2015 um 8:44 Uhr

**Abbildung 9** Schematische Darstellung der Aufnahmegeometrie und Komponenten eines DVT-Systems<sup>23</sup>



„Die Umlaufzeiten liegen gegenwärtig zwischen 9 und 20 Sekunden“, berichtete *Schulze* (142). Es wurden auch Werte von 5 bis 24 Sekunden, je nach Hersteller, angegeben (151). Fehlerquellen durch Bewegungen des Patienten werden dadurch reduziert (47, 142). Die Strahlenquelle und der entgegengesetzt lokalisierte zweidimensionale Detektor rotieren um ein gewähltes Interessenfeld am Patienten. Dabei werden kegel- oder pyramidenförmige Röntgenstrahlen abgegeben (70, 124, 141). Bei einem Umlauf werden in 10 bis 20 Sekunden 150 bis über 600 ebene Aufnahmesequenzen angefertigt (70, 124). Empfehlenswert ist eine Scanzeit bis zu 20 Sekunden, da bei Verlängerung der Zeit relevante Bewegungsartefakte entstehen (141). Eine Drehung wird je nach System mit 190° bis 210° gewählt. Eine vollständige Drehung um 360° bietet keinen wesentlichen Vorteil für die diagnostische Auswertung. Hingegen wird die Scanzeit verlängert. Die Höhe der angelegten Spannung bestimmt die Strahlenqualität. Mit der unabhängig davon gewählten Stromstärke kann die Strahlenintensität gewählt werden (141).

Diese Röntgentechnik arbeitet unmittelbar mit der Aufnahme von Volumina, aus denen Schichtbilder abgeleitet werden können (141). Dadurch gelingt es, jede Absorption im Gewebe durch die Röntgenstrahlung exakt der Stelle zuzuordnen, an der sie entstanden ist (143, S. 125).

<sup>23</sup> aus *Zöller und Neugebauer* (141)

Jeder Schnitt ist ein einzelner Scan und eine separate 2D-Konstruktion, die bei der DVT-Aufnahme dann zum gesamten Field of View (FOV<sup>24</sup>) zusammengesetzt wird. Damit wird das gesamte Volumen aus mehreren Einzelbildern während einer Rotation berechnet. Deshalb ist eine Rotation ausreichend, um alle notwendigen Daten zu erhalten (47). Bewegungen des Patienten wird in einer DVT als Schatten sichtbar, wodurch die Bildqualität leidet. Die Datenrekonstruktion erfolgt durch spezialisierte Grafikprozessoren auf Rekonstruktionsrechnern, die das Ergebnis an den Server liefern. Zu unterscheiden sind Primär- und Sekundärrekonstruktionen (143, S. 125). Sphärische oder zylindrische Volumen entstehen abhängig vom Detektor. Ein runder Detektor resultiert in einem sphärischen Volumen und ein rechteckiger Detektor hat ein zylindrisches Volumen zur Folge (124). Dieses Volumen besteht in der kleinsten Einheit aus rechteckigen Voxel<sup>25</sup>. Sie bilden das FOV. Laut *Schulze* (142) werden regulär nur isotrope Voxel rekonstruiert. Das bedeutet ein Gleichnis der Kantenlängen in allen Raumachsen. Jedes Voxel repräsentiert in der Primärrekonstruktion einen Grauwert (143, S.125). *Schulze* beschrieb zudem eine verstärkte Beeinträchtigung durch Patientenbewegungen bei einer Reduktion der Voxelkantenlänge unter 200 µm. Bei weiterer Reduzierung der Voxelgröße berichtet *Schulze* über eine Verschlechterung des Kontrast-Rausch-Verhältnisses (142).

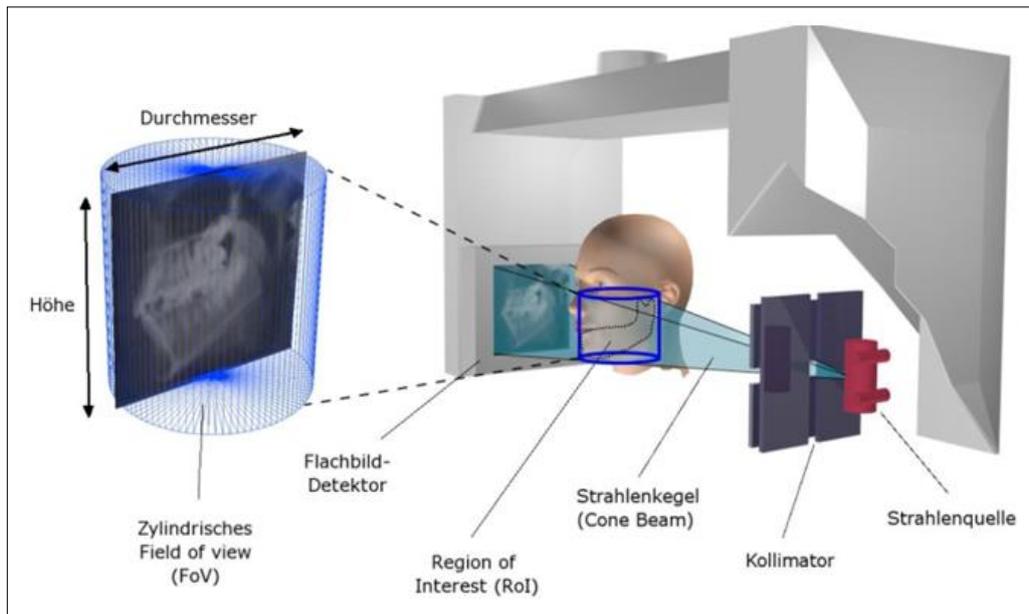
*Ludlow et al.* definieren die FOV (57):

1. Ein kleines FOV ist zylindrisch und ca. 10 cm hoch. Es können damit einer oder beide Zahnbögen abgebildet werden.
2. Ein mittleres FOV ist ebenfalls zylindrisch über ca. 10 – 15 cm und lässt die Bezahnung inklusive der Weisheitszähne erkennen.
3. Ein großes FOV ist größer als 15 cm, womit auch die umgebenen Weichgewebe, Nase und Kinn abgebildet werden.

---

<sup>24</sup> FOV: anatomischer Ausschnitt, erfasst mit jeweiligem DVT-Scanner, der für jeden Patienten individuell gewählt werden kann, je nach Krankheit oder der zu untersuchenden Region (47)  
Ausschnitt, den das Gerät maximal darstellen kann (148)

<sup>25</sup> kleine dreidimensionale Volumenelemente, welche die Dichte und den anatomischen Aufbau verschiedener Organe und Gewebe des menschlichen Körpers wiedergeben  
aus [www.icrp.org](http://www.icrp.org) am 02.03.2015 um 17:07 Uhr  
**V**olumetric **p**i**XEL**; Voxelgröße 70 – 400 µm (151)  
kleinstes Element der 3-D-Verfahren (analog zum Pixel eines normalen Bildes) (151)

Abbildung 10 DVT-Röntgen<sup>26</sup>

Diese zweidimensionalen Bilder werden in ein dreidimensionales umgewandelt, welches in verschiedenen Arten betrachtet werden kann (70). Die entstandene dreidimensionale Ansicht ermöglicht eine Ein- und Ausblendung anatomischer Strukturen (141). Diese Ansicht wird Sekundärrekonstruktion genannt (143, S. 125). Je nach Absorption kann jedem Voxel eine Graustufe zugeordnet werden (124). 1.024 bis 4.096 Graustufen können von den meisten digitalen Röntgensystemen wiedergegeben werden. Das menschliche Auge dagegen kann lediglich zwischen 20 und 35 Graustufen unterscheiden. Aus diesem Grund wird im Programm eine sogenannte Fensterung durchgeführt. Das bedeutet, ein Ausschnitt mit über 4000 Graustufen wird in die Grauskala des jeweiligen Gerätes umgewandelt. Die Darstellung und Weiterverarbeitung der rekonstruierten Daten erfolgt über Betrachtungsprogramme jeweiliger Gerätehersteller (124). Möglich sind auch Drittanbieter Software-Applikationen oder wie in dieser Arbeit über DICOM<sup>27</sup>-Viewer. Daher ist auch eine Darstellung in der Ebene der Panoramaschichtaufnahme möglich (124). Genannt wird dies DVT-PSA.

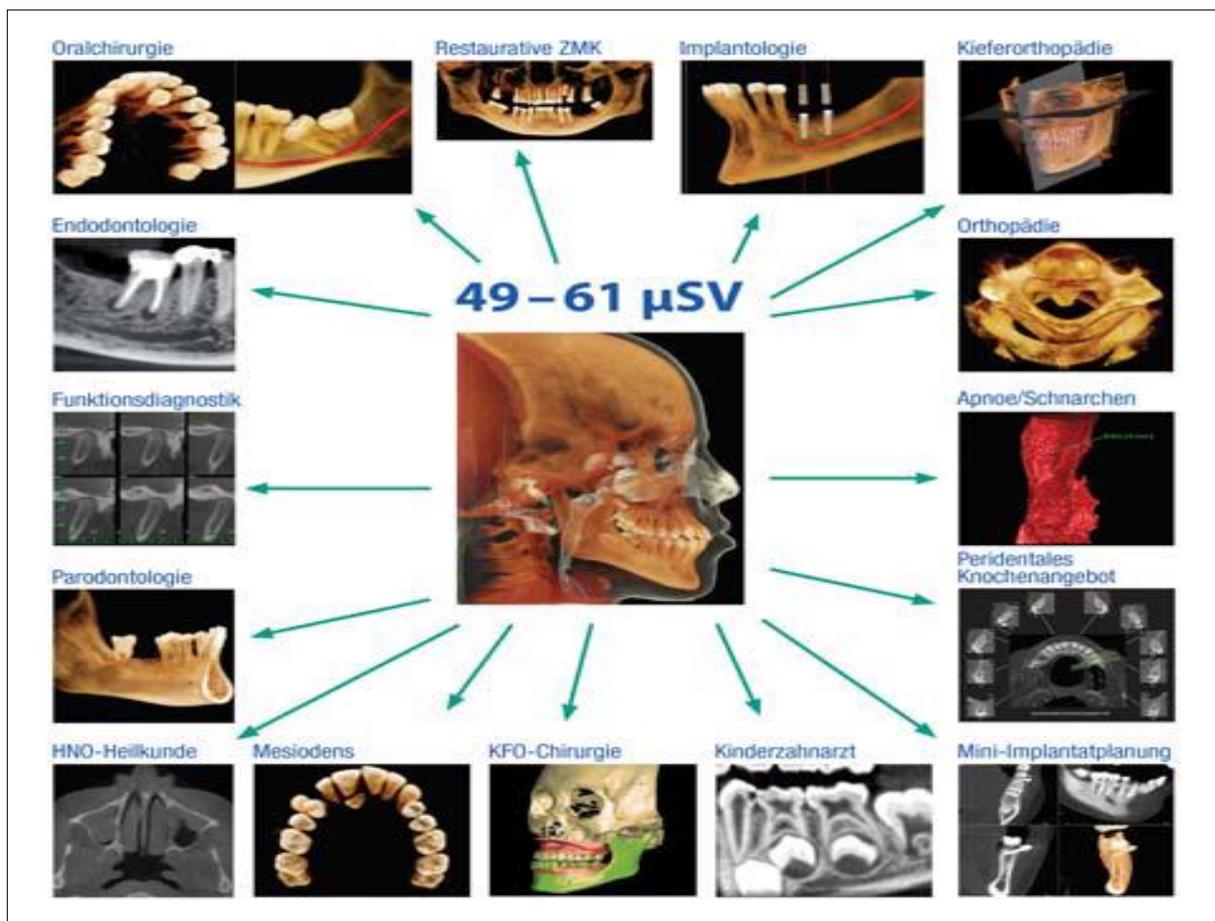
<sup>26</sup> Bezug [http://www.diss.fu-berlin.de/diss/servlets/MCRFileNodeServlet/FUDISS\\_derivate\\_000000012703/Dissertation\\_DVT\\_FOV.pdf](http://www.diss.fu-berlin.de/diss/servlets/MCRFileNodeServlet/FUDISS_derivate_000000012703/Dissertation_DVT_FOV.pdf)

<sup>27</sup> DICOM = **D**igital **I**maging and **C**ommunications in **M**edicine (141)  
DICOM stellt einen international ubiquitär gültigen Standard für die Bearbeitung, das Handling, Drucken und die Weitergabe von medizinischen Bilddaten dar.

DVT wurde als Alternative zur CT entwickelt. Diese hat eine sehr gute Qualität (10) bei geringer Strahlenbelastung (1, 4, 7, 25, 32, 47, 53) im Vergleich zur CT bei mindestens gleichwertiger Darstellung.

Die vielfältigen Anwendungsmöglichkeiten sind nachfolgend bildhaft dargestellt.

Abbildung 11 Einsatzmöglichkeiten des DVT<sup>28</sup>



Mehrfach wurde eine gute räumliche Auflösung (4, 25, 32) beschrieben. Die Beurteilung anatomischer Strukturen ist auch in bucco-lingualer Richtung (24) und ohne Überlagerung möglich (23). Aufnahmen sind durch eine schnelle Scanzeit (7) und eine Echtzeit-Bildanalyse (7) gekennzeichnet. Zudem zeigen sie einen hohen Kontrast mit klaren Strukturen (6, 7, 9, 35). Steigerung der diagnostischen Exaktheit führt zur Erkennung pathologischer Strukturen. Zugleich profitieren andere

<sup>28</sup> aus Nitka et al. (148)

medizinische Fachbereiche von der Vielfältigkeit durch eine einzige Aufnahme. Dazu zählt z. B. die Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde (148).

Der größte Nachteil dieser Röntgenart liegt laut *Scarve* und *Farman* (47) in einer reduzierten Bildqualität, besonders bei großen FOV. Der Grund ist die große Strahlenstreuung, bei allerdings hoher Kontrastauflösung. Im Alter des Patienten sehen *Zöller* und *Neugebauer* (141) eine eingeschränkte Bildqualität. Sie führten als mögliche Faktoren veränderte Mineralisationsverhältnisse und eingeschränkte Kooperation von Seiten des Patienten an. Patienten höheren Alters weisen zudem Restaurationen auf, die aufgrund der Röntgendichtigkeit zu Artefakten in den Aufnahmen führen können (10, 124). Dazu zählen metallische Restaurationen und dicht gesinterte Zirkonoxidkeramiken bei festsitzendem Zahnersatz, Amalgamfüllungen oder Teleskopversorgungen. Erwähnenswert sind zudem orthodontische und kieferorthopädische Schrauben. Artefakte sind geräteabhängig. Mit der Grauwertverteilung können Strukturen hoher Röntgenopazität bestimmt werden. Allerdings lassen sich Artefakte im unmittelbaren Bereich einer metallischen Versorgung nicht reduzieren, weil in diesen 1 – 2 mm eine Überlagerungszone besteht (141).

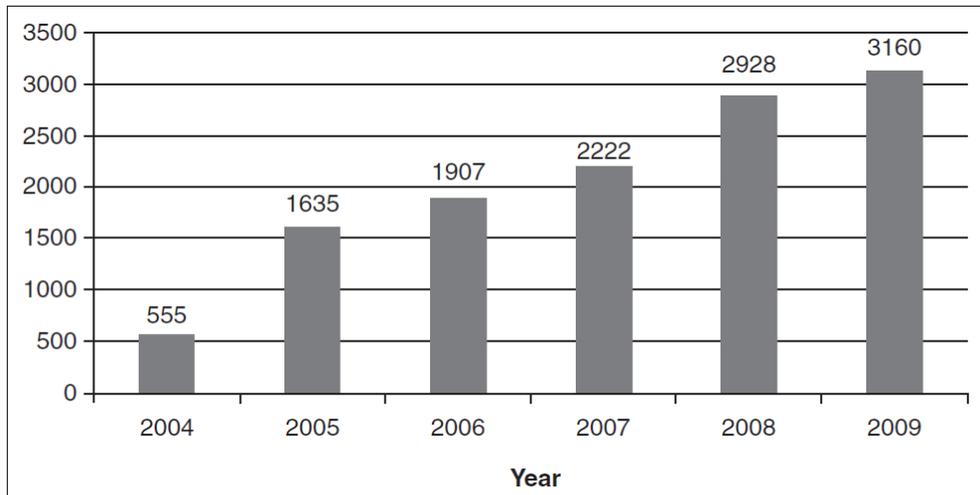
Bei DVT-Aufnahmen zeigen sich wenig Artefakte (7, 10, 22, 42). Diese Aufnahmeart hat sich gut zur Beurteilung einer Beziehung vom Weisheitszahn zum angrenzenden N. alv. inf. etabliert (10). Durch DVT lassen sich viele anatomische Details erst erkennen (10). Dazu zählen zum Beispiel Asymmetrien, Pathologien der Kiefergelenke oder skeletale Unstimmigkeiten (42). Gerade für knöcherne Strukturen und die Kiefer-Gesichts-Region hat sich die DVT sehr bewährt (47). Mögliche Artefakte können toleriert werden, wenn maximal vier Schnitte gleichzeitig erworben werden (51).

Laut *Halicioglu* (1) besteht die Möglichkeit, anhand einer DVT das dentale Alter und die Zahnmaße zu bestimmen, weil die Anatomiewiedergabe in wahren Größenverhältnissen erfolgt (23, 42).

*Ludlow et al.* erwähnten eine Ersetzung älterer Aufnahmetechniken wie PSA durch DVT (57). Dabei bestünde gleichzeitig die Möglichkeit, mehrere Röntgenaufnahmen durch eine einzelne zu ersetzen.

In den vergangenen Jahren kam es zu einer Zunahme der DVT-Aufnahmen, was folgend in einem Diagramm (Abbildung 12, Seite 58) dargestellt wird.

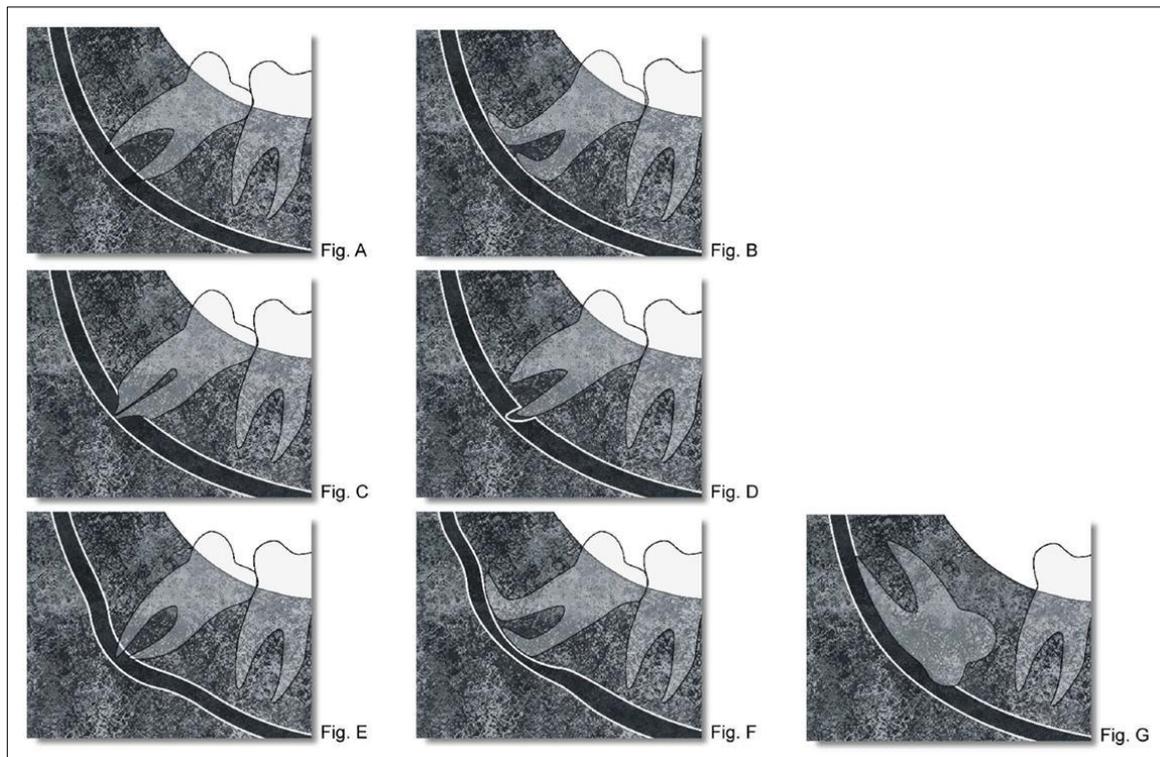
**Abbildung 12** Darstellung Zunahme von DVT (aus 195)



Durchweg beriefen sich die Studien auf *Rood & Shehab* (2, 4, 5, 12, 13, 63; vgl. Abbildung 13, Seite 59). Diese Autoren beschrieben radiografisch sichtbare Anzeichen einer engen Lokalisierung genannter anatomischer Strukturen.

Es seien erwähnt:

1. Verdunkelung der Zahnwurzel (**Fig. A**)  
(14, 17, 19, 20, 21, 22, 24, 25, 27, 29, 30, 33, 34, 36)
2. Krümmung der Wurzel (**Fig. B**)  
(14, 19, 27)
3. Einengung der Wurzel (**Fig. C**)  
(19, 20, 25, 27, 30)
4. bifider Wurzelkomplex (**Fig.D**)  
(19, 20, 30)
5. Krümmung des Kanals (**Fig. E**)  
(14, 17, 19, 21, 22, 24, 25, 29, 30, 33, 34)
6. Einengung des Kanals (**Fig. F**)  
(14, 17, 19, 20, 29, 33, 34)
7. Unterbrechung der weißen Linie des Kanals (**Fig. G**)  
(14, 17, 19, 20, 21, 22, 24, 25, 29, 30, 33, 34, 36)

Abbildung 13 Radiografische Marker der Weisheitszähne<sup>29</sup>

Röntgenologisch beschriebene sichtbare Zeichen in den PSA geben laut Aussage vieler Studien eine direkte Beziehung zwischen dem N. alv. inf. und dem Weisheitszahn wider. Allerdings bezogen sich die sondierten Studien lediglich auf wenige dieser Zeichen. Keine befasste sich mit allen Punkten.

Keinesfalls seien alle Anzeichen gleichzeitig in der PSA sichtbar (27). Genannte radiologische Kriterien seien unsichere Erkennungszeichen. Abwesenheit einzelner Merkmale garantiere keinesfalls den Ausfall einer engen anatomischen Zahn-Nerv-Beziehung (24, 27, 54). Ein alleiniges Anzeichen aus genannter Liste sei nicht aussagekräftig (12).

Für *Jung et al.* (36) ist das stärkste in PSA sichtbare Merkmal für eine enge Nerv-Zahn-Beziehung die „Verdunklung der Zahnwurzel“. PSA sind statistisch mit einer DVT-Aufnahme vergleichbar ( $p < 0,01^{30}$ ) (36).

„Verdunklung der Wurzelspitze“ deutet laut *Tantanapornkul et al.* (25) auf kortikale Verdünnung und Perforationen (36) in diesem Bereich hin (35, 173). Für Chirurgen ist

<sup>29</sup> aus *Palma-Carrió et al.* (2)

<sup>30</sup> p-Wert  $< 0,05$  gilt als statistisch relevant

dies besonders wichtig, weil eine intraoperative Verlagerung des zu entfernenden Zahnes in den Mundboden erfolgen kann. Eine Fraktur der lingualen Kortikales ist ebenso denkbar (36, 65). Genannte Verletzungen sind trotz Seltenheit erwähnenswert (25).

*Monaco et al.* (29) gaben an, bei erkannter Krümmung des Kanalverlaufs, als auch beim zeitgleichen Auftreten mehrerer anderer Faktoren, während der erfolgten Operation eine anatomische Beziehung beider Strukturen festgestellt zu haben. Dazu erwähnten *Jung et al.* (36) bei einer unterbrochenen weißen Kanalbegrenzung intraoperativ einen nah und lingual liegenden Nerv entdeckt zu haben. Andererseits zeigte sich in ihrer Arbeit eine bukkale Kanallage im Auftreten verdunkelter Wurzeln. Somit widerspricht dieses Ergebnis dem von *Tantanapornkul et al.* (25).

„Einengung des Nervkanals“ wurde mit einer großen Spanne von 17 – 59 % angegeben (29).

Es existieren unzureichende Informationen über Wurzelanzahl und -morphologie auf zweidimensionalen Röntgenaufnahmen (13, 43). Die Wurzelanatomie ist wichtig. *Eyrich et al.* (56) berichteten über Erhöhung postoperativer Nervbeschwerden nach Entfernung von Zähnen mit voll entwickelten Wurzeln. Es existieren Angaben, dass mit höchster Wahrscheinlichkeit einwurzelige Weisheitszähne vorhanden sind. Es folgen zweiwurzelige. Ein Anstieg mehrwurzeliger dritter Molaren wurde mit zunehmendem Alter festgestellt. Alle Angaben beziehen sich auf die koreanische Bevölkerung (176).

*Suomalainen et al.* untersuchten den Wurzelkomplex zusätzlich mit Einteilungen nach der Wurzelanzahl von eins bis vier (13). Zur Beschreibung der Unterteilungen definierten sie die Trennung der Wurzeln, wenn die Furkation im zervikalen oder mittleren Wurzeldrittel sichtbar war. Sie erwähnten teilweise Fehleinschätzungen von Radiologen auf DVT-Aufnahmen im Vergleich zur operativen Situation. Diesbezügliche Fehleinschätzungen wurden von *Wenzel et al.* bei PSA berichtet (150).

*Susarla et al.* gaben indes eine genaue Lokalisierungsmöglichkeit des N. alv. inf. in PSA an (30).

Der Mandibularkanal liegt oft bukkal zum impaktierten Weisheitszahn (12, 30, 31, 60). Vor allem, wenn der Kanal anatomisch rund oder oval geformt ist (60). Zur An- oder Abwesenheit der Kortikalis am Mandibularkanal kann keine Einschätzung gegeben werden (13, 36).

Die anatomische Lage des Mandibularkanals gab *Atieh* (12) wie folgt an:

1. 61 % bukkal der UK-Molarenwurzeln
2. 33 % lingual der UK-Molarenwurzeln
3. 3 % zwischen den UK-Molarenwurzeln

Die gesammelte Literatur ergab insgesamt folgende Verteilungen:

**Tabelle 14** Lage des Weisheitszahn zum Nervverlauf

Position	Artikelanzahl	Prozent [%]
Bukkal	8	44,4
Lingual	8	44,4
Inferior	2	11,2
Total	18	100,0

Es existieren bei 18 Artikeln Informationen dazu, wobei sich die Häufigkeiten auf bukkale und linguale Positionen zu gleichem Maße verteilen. In der Tabelle wurde jeweils der am höchsten angegebene Wert berücksichtigt.

Eine weitere Angabe betraf horizontal verlagerte Zähne, die eine 4,1x niedrigere Wahrscheinlichkeit für eine enge Zahn-Nerv-Verbindung aufwiesen als vertikal verlagerte.

*Naitoh et al.* (46) gaben eine Häufigkeit von 43 % an, in einer DVT einen zweigeteilten Nervkanal lokalisieren zu können.

Bei *Matzen et al.* wurde eine Spezifität von 68 % und eine Sensitivität von 67 % für DVT angegeben. Angegebene Gründe dafür sind zum einen mehrere Chirurgen, die

einen direkten Kontakt zum N. alv. inf. unterschiedlich bewerteten. Und zum anderen starke Blutungen, die Untersuchungen erschwerten (54).

Nicht alle DVT-Geräte sind gleichwertig. Die Vielzahl an Auflösungen kann die Ergebnisse beeinflussen. Das bedeutet, ein Ergebnis aus einer DVT kann nicht für ein anderes sprechen (13).

Trotz unbestrittener Vorteile, die für DVT bereits angegeben wurden, halten nicht alle Autoren eine zweidimensionale PSA für unzureichend.

Eine PSA ist z. B. für *Ghaeminia et al.* eine ausreichende Informationsquelle, auch wenn sie keine Aussagen über die bukkio-linguale Richtung erhalten (15). Ebenso betrachteten *Öhman et al.* (18) die erhaltenen Daten. In einer anderen Studie stellten *Flygare* und *Öhman* heraus, dass eine PSA zur Untersuchung unterer Molaren alle Anforderungen erfüllt (17). Mit entsprechender Operationstechnik kam es selbst bei vorliegender enger Nerv-Zahn-Beziehung zu keiner Verletzung des N. alv. inf. (27).

Eruptierte Zähne befinden sich im Vergleich zu impaktierten in größerer Entfernung zum N. alv. inf., und mesioangulierte Zähne liegen in tieferer Position als anderweitig impaktierte (19). Das könne nur im DVT herausgefunden werden (19).

### **3.1.3.3 PSA vs. DVT – Signifikanz der Unterschiede?**

Ist die DVT das Nonplusultra? Mehrere Autoren stehen dem positiv gegenüber (16, 22, 25, 34, 35).

Mit diesen detaillierten Aufnahmen ist eine verkürzte Operationsdauer möglich (16). *Flygare* (17) berichtete darüber, dass in einer DVT parallele und vertikale Aufnahmen möglich sind, vergleichbar mit intraoralen Aufnahmen. Der Weisheitszahn kann ungeachtet seiner Position im Kiefer betrachtet werden. Wenig Compliance von Seiten der Patienten ist nötig. Besseres Verständnis anatomischer Verhältnisse resultiert durch die Darstellung aller Dimensionen (22). Das Gefäß-Nerven-Geflecht ist in einer DVT gut beurteilbar (46). Es sei schwierig, die Zeichen der DVT auf einer PSA bezüglich der Lagebeziehung zwischen dem unteren impaktiertem Molar und dem N. alv. inf. zu erkennen (22). Bei einer nicht direkten Projektion der Zahnwurzel auf den Verlauf des N. alv. inf. kommt es lediglich zu einer geringen Verletzung desselben (22).

Wobei allerdings das Risiko deutlich beim Chirurgen und der ausgeführten Operationstechnik liege (22, 34).

Auswertungsmethoden einer DVT sollten einheitlich erfolgen, sodass keine Unklarheiten wegen des Nervenverlaufs entstehen (22). *Umar et al.* verfolgten als einzige Studie der recherchierten Literatur bei jedem der 50 untersuchten Zähne den Verlauf des N. alv. inf. bis zum dritten Molar, beginnend am Foramen mentale (22). Alle diese Fälle stellten in der DVT keine durchgängige Knochenstruktur auf bukkaler, lingualer Seite oder auch beidseits dar (22). Bei *Tantanapornkul* (32) wurde die dünne knöcherne Struktur, beziehungsweise die Perforation (22, 32), mit einer Wahrscheinlichkeit von 80 % im DVT angegeben. Vergleichend dazu war in den PSA teilweise ein Verdunkelungszeichen um den impaktierten Zahn erkennbar (22). Gründe für Abwesenheit der Verdunklungszone wurden einerseits in der Überlagerung des radioopaken Schmelzes über der Verdunklung oder andererseits in der Überlagerung des radioluzenten Kanals über dem Knochenverlust gesehen (32). Beschränkungen auf wenige Ebenen (PSA, Einzelbild) sind unzureichend für Patienten (34). Zugleich wurde die Unabdingbarkeit von PSA erwähnt, wenn es um die Lagebeziehung Zahn zum N. alv. inf. geht (32).

Sensitivitäten von PSA wurden in der Literatur mit Abwandlungen von 42,0 – 85,7 % angegeben (2). Diese Aufnahme sei zuverlässiger zum Ausschluss einer engen Nerv-Zahn-Beziehung als diese zu bestätigen (12). Die von *Atieh* (12) angegebene niedrige Sensitivität wird auf Zweidimensionalität zurückgeführt.

*Tantanapornkul et al.* gaben für eine DVT eine höhere Sensitivität und Spezifität im Vergleich zu PSA hinsichtlich Nervverletzungen an (25). Diese Studie betrachtete Risiko-Patienten, mit anatomisch naher Lage des Zahnes zum Nerv.

In der Literatur wurde die Zahn-Nerv-Verbindung in einigen Artikeln bei der Beurteilung der Kriterien nach *Rood* und *Shehab* in „Abwesenheit“ und „Präsens“ jeweiliger Punkte angegeben (62). Weitere Einteilung fand sich in „kein Risiko“ mit anatomischen Entfernungen zwischen beiden Strukturen und „hohes Risiko“ im Falle einer direkten Lokalisierung (16, 21). Bei radiologischer Beurteilung von PSA in die erste Gruppe war keine weiterführende Diagnostik indiziert. Hingegen führte die Einschätzung eines „hohen Risikos“ zu einer erweiterten Röntgendiagnostik. Daraufhin war präoperativ eine dreidimensionale Aufnahme der Region indiziert (22).

„Hohes Risiko“ wird von *Renton* (38) als Überlagerung der Laminae durae des Zahnes und des Nervkanals in PSA definiert.

*Kim* und *Lee* (153) teilten die Verbindung des N. alv. inf. und den benachbarten Wurzelkomplex in zwei Gruppen ein. Bei der ersten ist die kortikale Begrenzung des Kanalverlaufs erkennbar, es besteht dabei kein Kontakt zwischen Zahn und angrenzendem Nerv. Somit zählt es zum erwähnten „niedrigen Risiko“. In der zweiten Gruppe ist die kortikale Begrenzung nicht beurteilbar. Diese Unterteilung erfolgte auch bei *Neves et al.* (7).

*Ghaemina et al.* (67) beurteilten das vorhandene Knochenangebot zwischen Mandibularkanal und Weisheitszahn in „vorhanden“ / „nicht vorhanden“. *Matzen et al.* urteilten wie andere Studien ähnlich „in Kontakt“ / „kein Kontakt“ (3, 4, 9, 24, 35, 36, 54, 68). Einengung des Kanals wurde von *Dalili* als „engeengt“ und „gleichbleibend“ klassifiziert (35).

In den meisten recherchierten Studien wurden sehr komplizierte Fälle, Patienten mit Zysten und Entzündungen, von den Untersuchungen ausgeschlossen. Lediglich eine Studie erwähnte direkt, dass stets nur symptomlose Zähne untersucht und extrahiert wurden (67).

Die Recherche zu dieser Arbeit brachte eine Studie hervor, die die Genauigkeit der DVT hinsichtlich der Position des Mandibularkanals an zwei eingefrorenen Kadaverköpfen untersuchte. Es handelte sich um einen bezahnten und einen unbezahnten Kiefer (69). Gemessene Daten wurden mit histologischen Untersuchungen aus derselben Region verglichen. Für die Röntgenaufnahme platzierten die Autoren die Kadaver mittig im 22 cm großen FOV. Mit einem i-CAT 3D Imaging System wurden bei 120 kV, Puls 1,2 mA und einer Scanzeit von 40 Sekunden die Daten aufgenommen. Insgesamt wurden die Aufnahmen achtmal, mit einem jeweiligen Abstand von sieben Tagen, wiederholt. Zwischen beiden beteiligten Betrachtern bestand hohe Übereinstimmung. Lediglich 6 von 46 Untersuchungen führten zu Differenzen. Die Werte zwischen DVT und histologischen Messungen lagen dicht zusammen, zwischen 0,34 – 0,47 mm. In der DVT war der Mandibularkanal am bezahnten Kiefer im Schnitt 22,8 % schmaler und am unbezahnten 7,2 % schmaler im Vergleich zu den histologischen Messungen.

*Guerrero et al.* (21) empfinden eine DVT nicht als zwingend notwendig. Eher sei sie ein Mittel zur Vermeidung von Nervverletzungen. Zwar gebe es exzellente Ergebnisse und Genauigkeit, aber auch mit diesen Aufnahmen gebe es, wie bei der PSA, kurzweilige postoperative Sensibilitätsstörungen. Mit Parästhesien befassten sich noch weitere Studien. Werte für temporäre Einschränkungen liegen bei 12 % (24) und 3,3 – 13 % (37).

In Einzelfällen sei eine DVT sinnvoll. Eine Routinebehandlung wird keinesfalls empfohlen (141).

„Generell gilt bei DVT-Volumenbilddaten, dass die aus ihnen berechneten zweidimensionalen Ansichten (Schnittbilder oder Projektionen) auf den ersten Blick nicht unbedingt schärfer wirken als ihre herkömmlichen Pendant“ (142). Die Bildqualität ist von der Gerätesoftware abhängig. So vereinfachen voreingestellte Parameter für die PSA in einem DVT-Gerät die Auswertung (142).

### 3.2 Spezielle Methodik

Sämtliche Datensätze zur Auswertung stammten aus dem Langzeitarchiv des 3D-Röntgennetzwerkes Mesantis. Davon gibt es Standorte in Berlin, Hamburg, Heilbronn, Leonberg, Mayen, Wiesbaden, München und Aschaffenburg. Die Basis des Firmenkonzpts bildet eine Sonderedition eines DVT-Scanners. Dieser unterscheidet sich von anderen Geräten hinsichtlich der Bildqualität, Strahlenbelastung und der Größe des Field of Views.

Alle Aufnahmen wurden mit der Sonderedition Mesantis line angefertigt. Es handelt sich dabei um ein KaVo 3DExam Mesantis line. Details zu den technischen Angaben sind in Tabelle 15 ersichtlich.

**Tabelle 15 Technische Daten des DVT-Geräts 3D eXam Mesantis line**

<b>Merkmal</b>	<b>3D eXam Mesantis line</b>
Bilddetektor	Flachfeld, amorphes Silizium 23,8 cm x 19,2 cm (B x H)
Voxelgröße	0.125 – 0.4 mm
Bilderfassungsdauer	26,9 oder 8,9 Sek.
Bilderfassung	Einzelrotation um max. 360°
Field of View	16,50 cm x 13,50 cm (B x H)
Röntgenröhrenspannung	120 kV
Stromstärke	3 – 7 mA

Mesantis kennzeichnen sich u. a. durch hochwertige DVT-Aufnahmen und EU-zertifizierte Langzeitarchivierung aus. Ähnlich wie bei einem herkömmlichen Orthopantomogramm fährt ein C-förmiger Bogen einmal um den Kopf des hierbei sitzenden Patienten. Währenddessen nimmt das Gerät komplette 2D- und 3D-Informationen auf. Die Aufnahme dauert etwa 25 Sekunden und ist schmerzlos<sup>31</sup>.

<sup>31</sup> [www.Mesantis.de](http://www.Mesantis.de)

---

Für die Datensatzauswahl wurden vorab spezifische Selektionskriterien festgelegt:

- Patienten mit unteren Weisheitszähnen,
- für alle Patienten müssen eine PSA (alio loco oder im Institut angefertigt) und eine DVT vorhanden sein,
- für alle Patienten waren neben der PSA eine DVT-PSA-Ansicht und Cross-Sections-Aufnahmen der DVT vorhanden.

Jede DVT-Aufnahme hatte eine rechtfertigende Indikation zur Anfertigung nach der S2k-Leitlinie der *DGZMK* (123). Jeweilige individuelle rechtfertigende Indikationen wurden von einem/r fachkundigen Zahnarzt/-ärztin, alio loco oder im Mesantis-Institut gestellt. Dabei eingeschlossene Begründungen waren Weisheitszahnentfernungen oder geplante Implantatversorgungen.

Unter einem Ivoris<sup>32</sup>-Programm standen alle Patientenaufnahmen zur Verfügung und konnten vergleichend analysiert werden.

Das DVT-Gerät generiert DICOM-Datensätze, die mit Hilfe einer speziellen Auswertungssoftware bereits eine Stunde nach der Röntgenaufnahme für weitere Vermessungen verwendet werden können. DICOM ermöglichen den Austausch medizinischer Bilder und Informationen zwischen Systemen unterschiedlicher Hersteller. Vielfältige Informationen zu den Patienten, den genutzten Geräten, der Schichtanzahl und vielem anderen können gespeichert werden. Sämtliche Patienten wurden vertikal nach der Okklusionsebene im DVT-Gerät ausgerichtet. Die sagittale Orientierung richtete sich nach der Erfassung der Nasenspitze und der Referenzpunkte „Porion rechts und links“.

In der nachstehenden Tabelle sind mögliche Einstellungen des Gerätes bezüglich auszuwählender Untersuchung aufgestellt.

---

<sup>32</sup> Datenbank mit der Möglichkeit, 3D-Datensätze patientenbezogen zu importieren, zu archivieren und auszuwerten  
speziell Invivo 5, Version 5.3

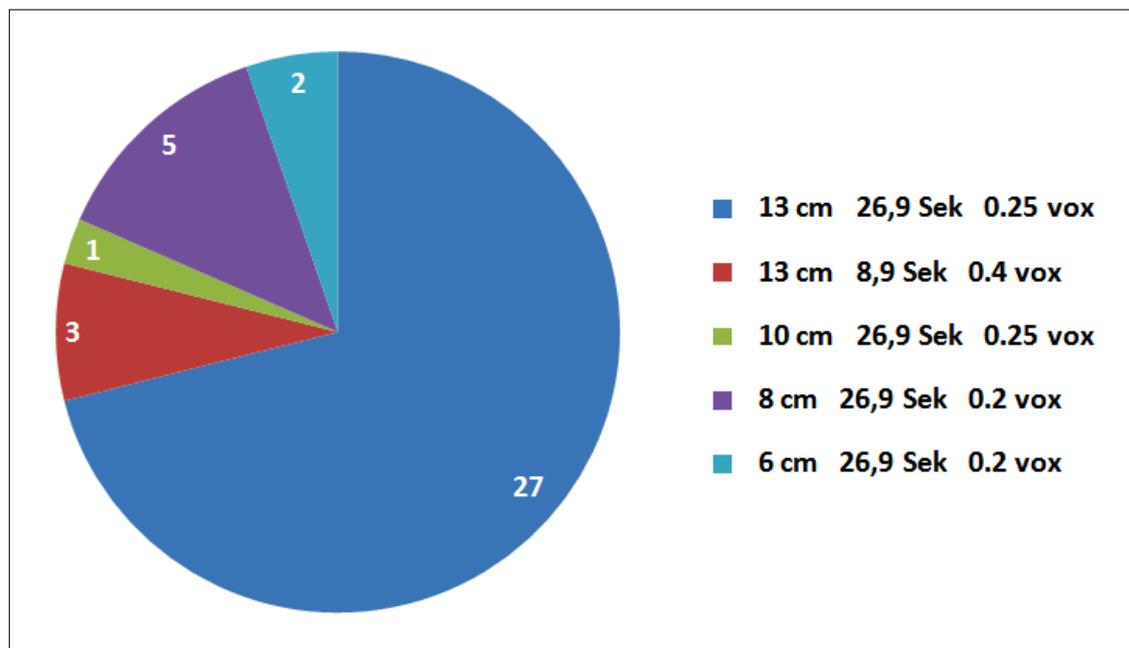
**Tabelle 16** Voxelsize möglicher Untersuchungen des 3D eXam Mesantis line<sup>33</sup>

Modus	Voxel Size / $\mu\text{m}$
Endodontie	75
Hohe Auflösung	100
HD	150
Normal	200
Low Dose	400

Abhängig von der ausgewählten Größe ist die Strahlenbelastung. Die Größe des FOV hängt von der jeweiligen Indikation ab.

In dieser Untersuchung wurden die DVT mit folgenden FOV hergestellt:

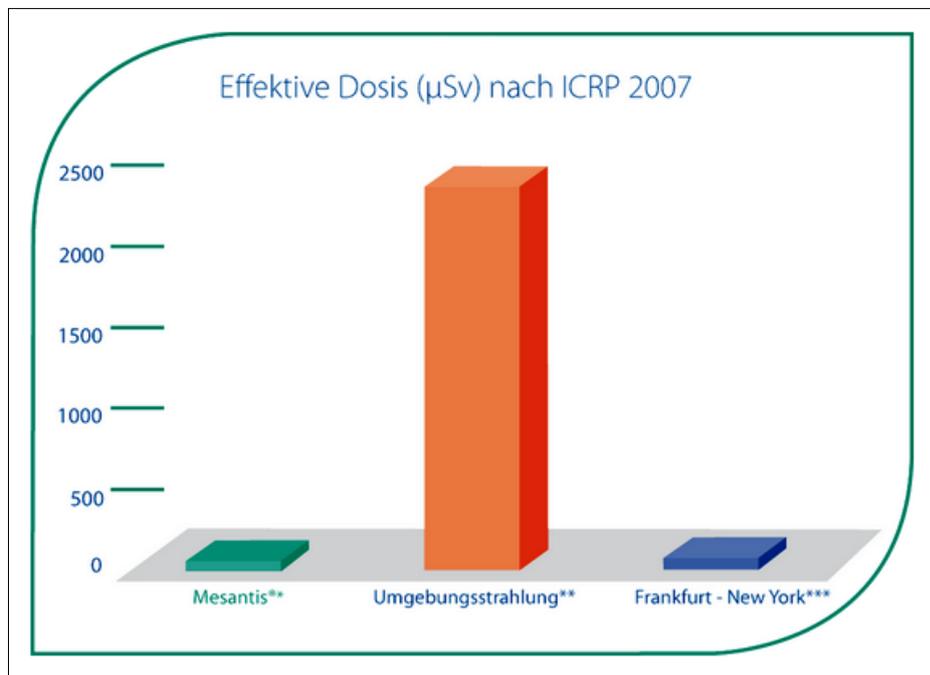
**Abbildung 14** Anzahl gewählter FOV in angefertigten DVT-Aufnahmen



Von den 38 Aufnahmen wurden 30 mit einem FOV von 13 cm angefertigt, dabei jedoch mit unterschiedlicher Belichtungszeit. Eine Aufnahme wurde mit einem FOV von 10 cm gemacht. Kleinere Aufnahmen folgten mit 5 x 8 cm und zwei Aufnahmen bei 6 cm. Die kleineren Aufnahmen bildeten lediglich den Unterkiefer ab, was für diese Untersuchung ausreichend war.

<sup>33</sup> aus den Herstellerangaben bei Mesantis

**Abbildung 15** Strahlenbelastung, Vergleich effektiver Dosen bei DVT – Umgebungsstrahlung – Flug<sup>34</sup>



Diese Abbildung zeigt Ergebnisse einer DVT-Untersuchung zur Mesantis line. Das Gerät wurde mit der terrestrischen Strahlung in Berlin Mitte und einem Einfachflug von Frankfurt/Main nach New York City verglichen. Es ist deutlich erkennbar, dass die Umgebungsstrahlung die Röntgenstrahlung übersteigt. Die Umgebungsstrahlung besteht zudem während der gesamten Flugzeit<sup>35</sup>. Eine Angabe zur Größe des FOV war nicht gegeben.

Vorerst diente die Panoramaaufnahme der DVT zum direkten Vergleich zur Panoramaschichtaufnahme. Insgesamt standen 61 Aufnahmen zur Betrachtung eventueller Parallelen zur Verfügung. Davon wurden 38 in die genauere Betrachtung gezogen, weil sie einen impaktierten Weisheitszahn erkennen ließen. In den 38 Aufnahmen konnten 58 impaktierte Weisheitszähne beurteilt werden.

Vorhandene PSA und DVT-Aufnahmen wurden an einem EIZO<sup>36</sup>-Bildschirm im Röntgeninstitut Mesantis hinsichtlich der bestimmten Parameter untersucht und miteinander verglichen. Bei der Betrachtung konnte im Computerprogramm die

<sup>34</sup> aus Mesantis.de

<sup>35</sup> www.lps-berlin.de

<sup>36</sup> EIZO Corporation, japanischer Hersteller von High-End-Monitoren

Helligkeit reguliert und der Kontrast verändert werden. Nach zwei Wochen wurden die Messungen wiederholt.

Nicht vorhandene PSA mussten zunächst von verschiedenen Zahnarztpraxen angefordert werden.

Alle Patienten wiesen vergleichbare PSA und DVT-Aufnahmen auf. Ethische Zustimmungen waren nicht notwendig, da alle zu untersuchenden Daten bereits vorlagen.

### **3.2.1 Aufnahmenbewertung bezüglich prophylaktischer Entfernung**

Impaktion, Karies, Perikoronitis, Resorption und die Lokalisierung zum N. alv. inf. waren Untersuchungsbestandteile dieses Abschnitts.

Bereits vollständig in die Zahnreihe eingegliederte Weisheitszähne wurden in Bezug auf diese Teilfrage nicht berücksichtigt.

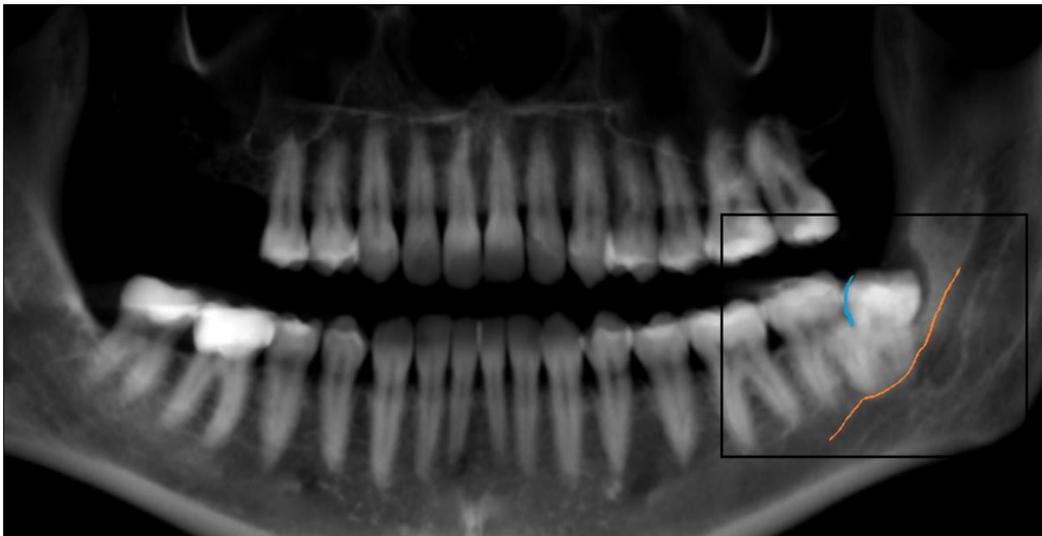
Die gesichteten Aufnahmen lieferten gute Kennzeichen hinsichtlich der Position des jeweiligen Weisheitszahnes.

Wie bereits erwähnt, existieren unterschiedliche Lagebeziehungen der Weisheitszähne in der Zahnreihe. Die Zähne können sich komplett in die Zahnreihe eingestellt haben oder retiniert erscheinen. Eine Retention lässt sich in partiell oder komplett unterteilen.

Die Zahnwinklung der Weisheitszähne wurde radiologisch bezüglich der Bezeichnungen mesioangulär, vertikal, horizontal und distoangulär beurteilt.

Anhand des jeweiligen Röntgenbildes konnte der distal verfügbare Platz vom retinierten Weisheitszahn zum Ramus mandibulae bestimmt werden. Grundlage dieser Beurteilung war die *Pell-* und *Gregory-*Einteilung.

Importierte PSA aus alio loco Zahnarztpraxen wiesen teils erhebliche Qualitätsunterschiede auf. Erklärbar sind diese Diskrepanzen mit der Patientenposition, der gewählten Geräteeinstellung und den Patienten selbst. Zur Beurteilung der Impaktionsposition ist diese Einschränkung jedoch größtenteils zu vernachlässigen.

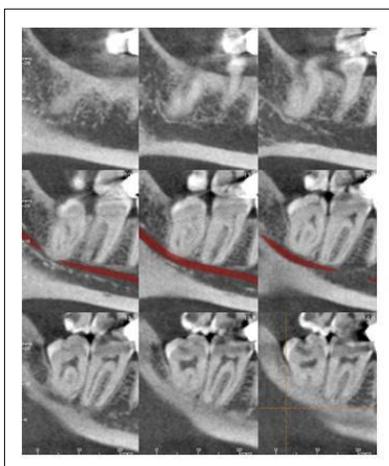
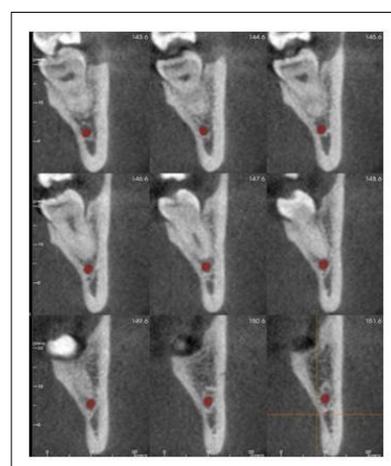
**Abbildung 16** Panoramasicht im DVT

Das markierte Interessenfeld zeigt die Beziehung beider zu untersuchenden Zähne und den Verlauf des N. alv. inf., welcher rot markiert wurde.

Die DVT-PSA-Aufnahme (vgl. Abbildung 16) ist die korrespondierende Aufnahmeart zur PSA. Dabei fehlen die Überlagerungen der PSA (13, 94). Beide erwähnten Aufnahmen waren Bestandteil erster Untersuchungen.

Zusätzlich zur Panoramaaufnahme wurden alle Kriterien in den verschiedenen Ebenen der DVT untersucht (axial, koronal und sagittal).

Unterschiedliche Ebenen sind folgend abgebildet.

**Abbildung 17** DVT-PSA sagittal**Abbildung 18** DVT-Cross-Sections

Die Ergebnisse stehen in Kapitel 4 in Häufigkeitstabellen aufgelistet. Darüber hinaus wurden die jeweiligen DVT-Befunde bezüglich jedes Parameters zusammengezählt. Die Zusammenfassung aller DVT-Ebenen wird jeweils als „DVT gesamt“ bezeichnet. Statistische Aussagekraft bildet der p-Wert<sup>37</sup>. Die errechneten Werte ergaben sich durch die sich unabhängig gegenüberstehenden positiven Befunde der Kreuztabellen. Da diese Betrachtungen immer von der jeweils anderen Röntgenaufnahme abhingen, kann der Wert von PSA in den Kreuztabellen anders ausfallen als in den Panoramaaufnahmen.

### **3.2.1.1 Karies am zweiten Molar**

Karies wurde an allen Stellen, meist okklusal und distal, einbezogen.

### **3.2.1.2 Karies am dritten Molar**

Karies wurde an allen Stellen, meist okklusal und mesial, einbezogen.

### **3.2.1.3 Perikoronitis**

Sichtbare Perikoronitis zeigte sich in einer Aufhellung um die impaktierte Zahnkrone. Es wurde nicht unterschieden, ob vorhandene Aufhellungen differenzierende Pathologien darstellen könnten.

### **3.2.1.4 Resorption**

---

<sup>37</sup> nähere Erläuterung im Statistikeil

Resorptionen am zweiten Molar können an der distalen Zahnoberfläche, der Schmelz-Zement-Grenze und der distalen Wurzel auftreten. Sichtbarkeit dieses Kriteriums unterschied hierbei nicht zwischen den drei Lokalisationen.

### 3.2.2 Aufnahmenbewertung bezüglich Frontzahnengstand

Im Mesantis-Programm MExPERT Superlign<sup>38</sup> befanden sich eingescannte Modelle. Die dazugehörigen Patienten waren für eine kieferorthopädische Behandlung in der Praxis. Das Alter der Probanden war in dieser Untersuchungsreihe unbekannt. Eine Geschlechtereinteilung war ebenso nicht möglich, da kein vollständiger Name im Programm gespeichert war.

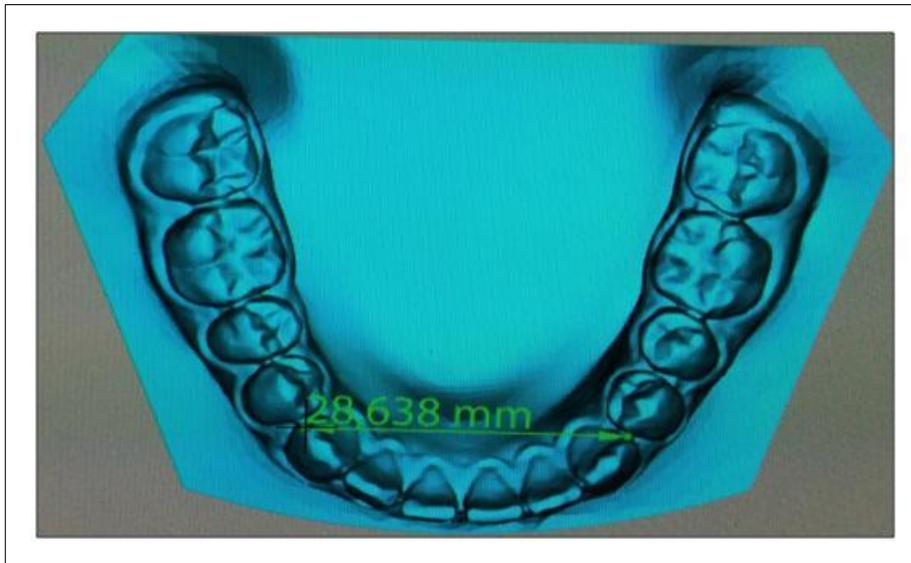
Für diese Auswertung standen 33 UK-Modelle zur Verfügung. Das Programm ermöglichte Schwenkungen und Drehungen des zu untersuchenden UK-Modells in allen Ebenen. Gleichzeitig konnten Vergrößerungen der Untersuchungsobjekte eingestellt werden. Damit war eine optimale Sicht auf die zu vermessende Region möglich. Jedes Modell wurde dreimal hintereinander im 3D Set-up Planungsprogramm vermessen. Aus diesen drei Werten ließ sich ein Mittelwert bilden. Das 3D-Messwerkzeug, ein im Programm integriertes Lineal, wurde auf die Einheit Millimeter eingestellt. Somit wurde eine nachvollziehbare Maßeinheit erhalten. Diese Einstellung musste bei jedem Patienten vor der Messung erneuert werden. Automatisch eingestellte Maßeinheit war die programmeigene Modelleinheit. Diese ist im Vergleich zu Millimetern unbestimmt größer.

Die Exaktheit sollte mit einem analogen Messzirkel vergleichbar sein.

Jede Messung begann distal des Zahnes 33 und endete distal am Zahn 43. Aufgrund der Modellvergrößerung und der Pfeilspitzen des Cursors im Computerprogramm waren die zu beurteilenden Zahnpunkte gut sichtbar. Ausmessung des Inter-Canini-Abstands wurde die anlehnend an die Literatur (71, 73, 113, 122) gewählt.

---

<sup>38</sup> Planungsmodell zur Schienenherstellung mit Hilfe gedruckter 3D-Modelle für Korrekturen von Frontzahnfehlstellungen ([www.Mesantis.de](http://www.Mesantis.de))

**Abbildung 19 Frontzahnengstand Messung am Modell**

Frontzahnengstand war, wenn vorhanden, meist bereits mit dem Auge erkennbar. Engstand kann in die Kategorien leicht, mäßig und ausgeprägt eingeteilt werden. In einigen Fällen waren auf dem Modell ein oder beide Weisheitszähne vorhanden. Wenn die dritten Molaren sichtbar waren, handelte es sich meist um vollständig in die Zahnreihe eingeordnete Zähne.

Zusätzlich wurden Beurteilungen eines eventuell vorhandenen Frontzahnengstandes auf den PSA vorgenommen. Dabei galten die unteren Eckzähne als Merkmal. Bei Drehung dieses Zahnes auf der jeweiligen Seite galt Frontzahnengstand als bestätigt. Dabei wurden keine Einteilungen in Unterkategorien vorgenommen. Es fanden sich keine dazugehörigen Röntgenaufnahmen. Deshalb waren die Modelle einziger Bezug zu dieser Fragestellung.

Zusätzlich wurden Beurteilungen eines eventuell vorhandenen Frontzahnengstandes auf den Panoramaschichtaufnahmen der 58 Weisheitszähne vorgenommen. Dabei waren die unteren Eckzähne das zu betrachtende Merkmal (Abbildung 20, Seite 76). Bei Drehung dieses Zahnes auf der jeweiligen Seite galt Frontzahnengstand als bestätigt. Dabei wurden keine Einteilungen in Unterkategorien vorgenommen.

**Abbildung 20** Beispiel für Weisheitszähne und Engstand in einer PSA



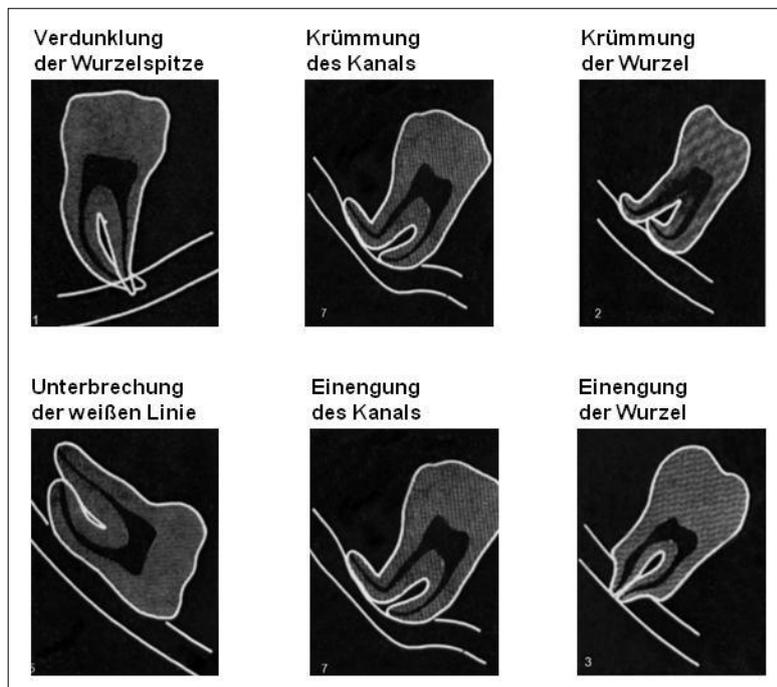
### 3.2.3 PSA vs. DVT – Vergleich diagnostischer Parameter

Untersuchungsparameter wurden anlehnend an die Kriterien nach *Rood* und *Shehab* (40), und Artikel von *McArdle et al.* (103) und *Oenning et al.* (10) gewählt.

- Verdunklung der Wurzelspitze,
- Unterbrechung der weißen Linie,
- Kanalkrümmung,
- Einengung des Kanals,
- Wurzelkrümmung,
- Einengung der Wurzel,
- Vertikalposition und
- Verlauf des N. alv. inf.

Die Merkmale „Wurzelmorphologie“ (13, 43), „Krümmung“ und „Einengung des Kanals“ (29), sowie die „Nervlokalisierung“ (30) wurden bezüglich der Häufigkeit in bezeichneter Literatur gewählt. Zusammen mit den Merkmalen zur prophylaktischen Zahntfernung handelt es sich um insgesamt zwölf Parameter.

Zur besseren Übersicht werden die vier im Kapitel 3.2.1 bereits genannten Merkmale weiterhin getrennt im separaten Arbeitsteil zur prophylaktischen Entfernung behandelt.

Abbildung 21 Merkmale nach Rood und Shehab<sup>39</sup>

Genannte Merkmale wurden ursprünglich für PSA bezeichnet, und später auf DVT übertragen.

Auf beiden verschiedenen Aufnahmen in der Panoramasicht wurden pro Patient jeweils nacheinander die vorab bestimmten Kriterien diagnostiziert. Zudem standen bei der DVT zwei Ansichten unterschiedlicher Farbgebung, neben den Schnitten und den dreidimensionalen Ebenen, zur Verfügung. Zum einen eine Panoramaaufnahme „grey“ und zum anderen eine „bone“-Version. Die vorerst betrachtete Ebene der DVT ist eine plane Panoramaaufnahme, wodurch keine überlagerten Schichten die Untersuchung erschweren. Ebenfalls ohne Überlagerung und in braunem Farbton gehalten ist die zweite Version der DVT. Damit sind Details bezüglich Knochenstruktur und Nervverlauf genauer zu erkennen. Nach Vergleichen dieser sich ähnelnden Ansichten folgten einzelne Betrachtungen in Cross-Sections-Ebenen der DVT und in der Version DVT-PSA-sagittal, um Unterschiede und Übereinstimmungen festzustellen. Cross-Sections sind Betrachtungen von dorsal, koronal und axial. Bei DVT-PSA-sagittal-Ansichten handelt es sich um kleine Felder zur Betrachtung in sagittaler Ebene mit verschiedenen Schnitten.

<sup>39</sup> vgl. Tantanapornkul (32)

### **3.2.3.1 Verdunklung der Zahnwurzel**

Die „Verdunklung der Zahnwurzel“ (7, 22, 25) wurde in „nicht sichtbar“ und „sichtbar“ differenziert. Auf der Zahnwurzel befand sich bei positivem Ergebnis eine dunkel erscheinende Region.

### **3.2.3.2 Unterbrechung der weißen Linie**

Bei diesem Untersuchungspunkt lag die Beurteilung stets auf der kranialen Kanalbegrenzungslinie. Mit Berührung dieses Bezugspunktes durch die Weisheitszahnwurzelspitzen galt das Kriterium als erfüllt. Eingeschlossen in die positive Beurteilung des Kriteriums war ebenfalls die Berührung der Wurzel an der kaudalen Kanalbegrenzungslinie. Unterteilungen in Abstand zur kranialen Kanalbegrenzung, geringe Berührung, mittlerer Kontakt und ausgeprägte Überlagerung wurden vorerst durchgeführt.

Für die „Unterbrechung der weißen Linie“ kam es in den Cross-Sections zu einer Vereinheitlichung in „direkten / indirekten“ Kontakt.

### **3.2.3.3 Kanalkrümmung**

Ausschlaggebend für die Beurteilungen der „Kanalkrümmung“ war der komplette Nervverlauf. Einteilungen in „sichtbar“ und „nicht sichtbar“ bestanden.

### **3.2.3.4 Einengung des Kanals**

Bei der „Einengung des Kanals“ wurde in „eingengt“ und „gleichbleibend“ eingeteilt (35).

### 3.2.3.5 Wurzelkrümmung

Die „Wurzelkrümmung“ wurde hierbei bereits mit einer leichten Biegung der Wurzel als positiv bewertet. Nach Betrachtung in den jeweiligen Panoramaaufnahmen, erfolgte eine weitere Untersuchung der Wurzelkrümmung in bucco-lingualer Richtung. Dabei wurden alle Zähne eingeschlossen, die eine positive Wurzelkrümmung in ebener Sicht aufwiesen.

Es sollte erforscht werden, in welcher Anzahl linguale und bukkale Biegungen vorkommen.

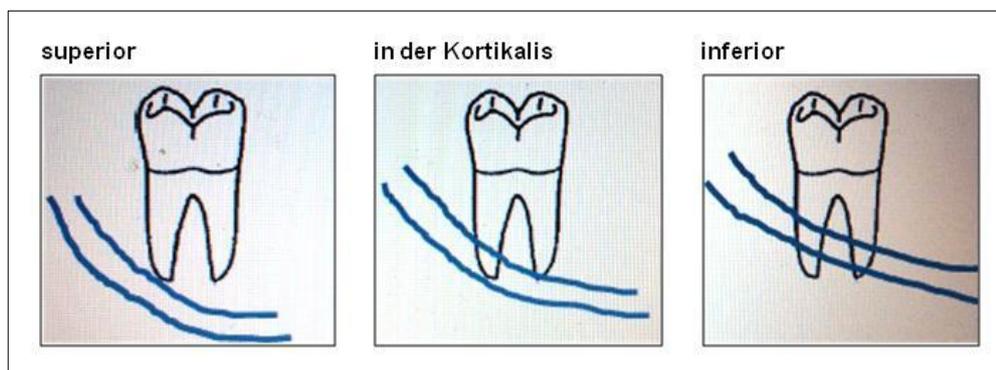
### 3.2.3.6 Einengung der Wurzel

„Einengung der Wurzel“ konnte auch in „sichtbar“ und „nicht sichtbar“ eingeteilt werden.

### 3.2.3.7 Vertikalposition

Der Parameter „Vertikalposition“ wurde in Unterklassifikationen „superior“, „in der Kortikalis“ und „inferior“ eingeteilt. Diese Einteilung folgte den Studien von *Matzen et al.* (174; vgl. Abbildung 22, Seite 79), *Ghaeminia et al.* (66) und *Neugebauer et al.* (64). Ähnlich teilte *Bell* ein (27).

Abbildung 22 Kraniokaudales Verhältnis zwischen Wurzeln und Zahn<sup>40</sup>



<sup>40</sup> aus *Matzen et al.* (174)

In einzelnen Ansichten der DVT wurde danach „in Kortikalis“ und „superior“ eingeteilt, da das Kriterium „inferior“ stets Kontakt zwischen N. alv. inf. und Zahn bedeutete. Der vorerst „direkte“ Nervkontakt konnte bestätigt oder widerlegt werden, stützend an einige Autoren (24, 36, 54).

### **3.2.3.8 Verlauf des N. alv. inf.**

Erwartungsgemäß wird die PSA lediglich Informationen zu kranio-kaudaler Richtung ergeben.

Der Verlauf des N. alv. inf. wurde an der Kortikalis des C. mand. in den Panoramaaufnahmen beurteilt.

Zur genaueren anatomischen Beziehung wurden die verbleibenden Zähne in den Cross-Sections bezüglich der bucco-lingualen Lage untersucht. Die Lage des N. alv. inf. wurde dabei in anatomische Lagebeziehungen bukkal, lingual und zentral eingeteilt. Eine gleichzeitige apikale und linguale oder bukkale Lage konnte erwartet werden.

Kaudale Beziehungen wurden dabei nicht mehr mit ein geschlossen. Diese waren in den Panoramaansichten bereits sichtbar.

Für die jeweiligen Berechnungen wurden die radiologischen Beurteilungen in einer Excel-Tabelle bei „Sichtbarkeit“ mit einer Eins und bei „Nichtsichtbarkeit“ mit einer Null eingetragen. Mit diesen Werten ließen sich dichotome<sup>41</sup> statistische Auswertungen bilden.

Weiterhin erfolgte die Aufstellung des Impaktionsgrades nach *Pell* und *Gregory* im Zusammenhang mit dem Nervverlauf und den radiologischen Befunden. Ein möglicher Zusammenhang mit der Zahnlage sollte evaluiert werden.

---

<sup>41</sup> zwei voneinander abhängige Werte

## 4 ERGEBNISSE

Sämtliche Untersuchungsergebnisse zu den Fragestellungen wurden am Computer erzeugt.

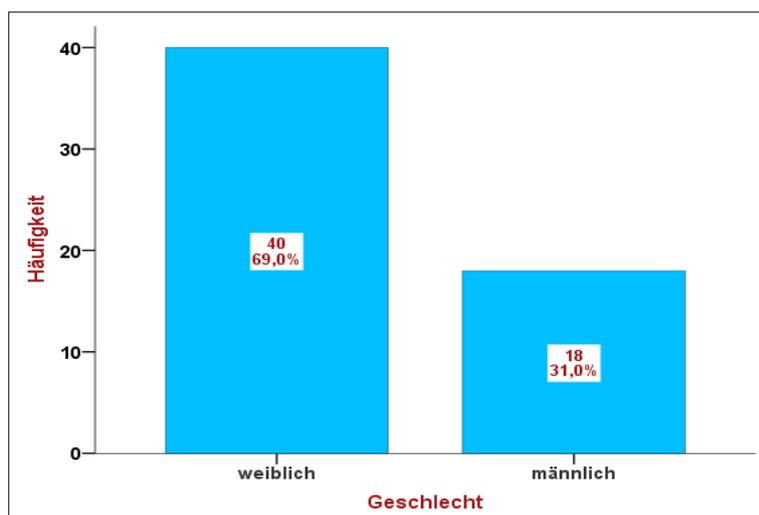
Die Patienten sind in folgenden Übersichten in Geschlecht und Alter aufgelistet.

**Tabelle 17 Geschlechtereinteilung und -häufigkeit**

Geschlecht		Häufigkeit	Prozent [%]
Gültig	weiblich	40	69,0
	männlich	18	31,0
	gesamt	58	100,0

Diese verteilen sich auf 40 Frauen und 18 Männer. Prozentual sind das 69,0 % versus 31,0 % zu Gunsten der Frauen (vgl. Abbildung 23).

**Abbildung 23 Geschlechtereinteilung**



Bei der Aufnahmenauswertung wurde auf keine Geschlechtsunterscheidung geachtet. Gender-Daten dienten lediglich zur Information.

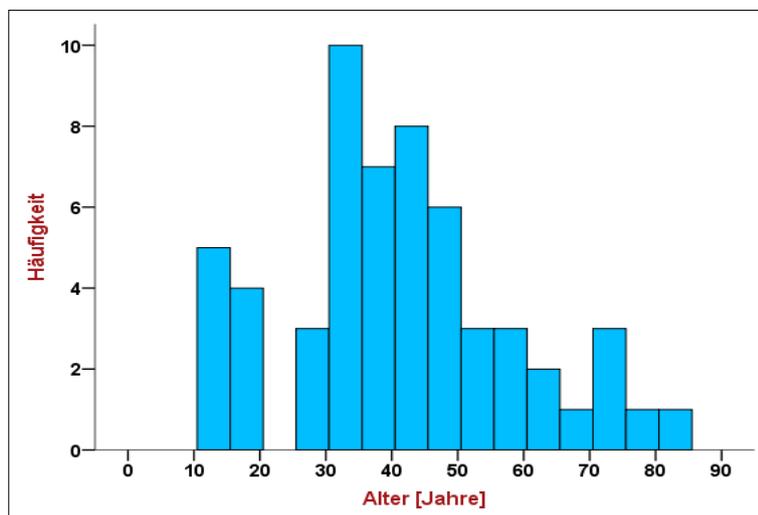
Die Untersuchungsgruppe beinhaltete Frauen und Männer im Alter von 13 bis 83 Jahren mit insgesamt 58 impaktierten und partiell retinierten<sup>42</sup> unteren Weisheitszähnen (vgl. Abbildung 24).

**Tabelle 18 Altersverteilung**

<b>N</b>	<b>gültig</b>	57
	<b>fehlend</b>	1
Mittelwert		40,820
Median		40,000
Standardabweichung		17,794
Minimum		13
Maximum		83

Das Durchschnittsalter der Patienten lag bei 40,82 Jahren. Ein Patient wurde ohne Altersangabe aufgeführt. Der Medianwert<sup>43</sup> entspricht in diesem Fall fast dem Mittelwert. Mit der Standardabweichung wird das Streuungsmaß um den Medianwert angegeben.

**Abbildung 24 Histogramm Altersverteilung**



<sup>42</sup> Anteile der Zahnkrone erreichen die Mundhöhle

<sup>43</sup> Werden die Stichproben in zwei Hälften geteilt, entsteht der Medianwert.

Im Altershistogramm präsentiert sich eine deutliche Verteilung im mittleren Bereich. Einzelne Ausläufer sind im rechten Bereich erkennbar, der dem höheren Alter entspricht. Jugendliche demonstrieren sich im linken Teil der Abbildung mit hoher Beteiligung.

Häufigkeiten in den Altersgruppen verteilen sich zahlenmäßig wie folgt:

**Tabelle 19**      **Altersklasse**

		Häufigkeit	gültige Prozente [%]
Gültig	<= 40 Jahre	29	50,9
	> 40 Jahre	28	49,1
	gesamt	57	100,0
Fehlend	System	1	
Gesamt		58	

Der Literatur folgend ist eine Eingrenzung in „jung“ und „alt“ geschehen. Als „jung“ galten in dieser Arbeit alle Probanden unter 40 Jahren. Zur Gruppe „alt“ zählten Patienten über 40 Jahre. Die untersuchten Weisheitszähne verteilen sich zu gleichen Anteilen in beide Altersgruppen.

Häufigkeiten der Zahnverteilung zwischen Zahn 38 und Zahn 48 sind nachfolgend dargestellt.

**Tabelle 20**      **Zahnverteilung**

		Häufigkeit	gültige Prozente [%]
Gültig	38	33	56,9
	48	25	43,1
	gesamt	58	100,0

Es zeigte sich eine Aufteilung von  $n = 33$  bei Zahn 38 und  $n = 25$  bei Zahn 48.

## 4.1 Prophylaktische Entfernung impaktierter Weisheitszähne

Die gesichteten radiologischen Panoramaaufnahmen lieferten gute Kennzeichen hinsichtlich der Position des jeweiligen Weisheitszahnes. Einteilungen erfolgten bezüglich der Bezeichnungen mesioangulär, vertikal, horizontal und distoangulär. Die Ergebnisse sind in Tabelle 21 erfasst.

**Tabelle 21** Position der impaktierten Zähne

Angulation	Anzahl	Prozent [%]
mesioangulär	28	48,3
horizontal	6	10,3
vertikal	20	34,5
distoangulär	6	10,3
Total	58	100,0

Die mesioangulierte Zahnposition überwog aktuell mit 48,3 %. Es folgten vertikale Impaktionen. Hierbei präsentierte diese Gruppe eine Gesamtheit von 34,5 %.

**Abbildung 25** Diagramm zur Position der impaktierten Zähne (Tabelle 21)

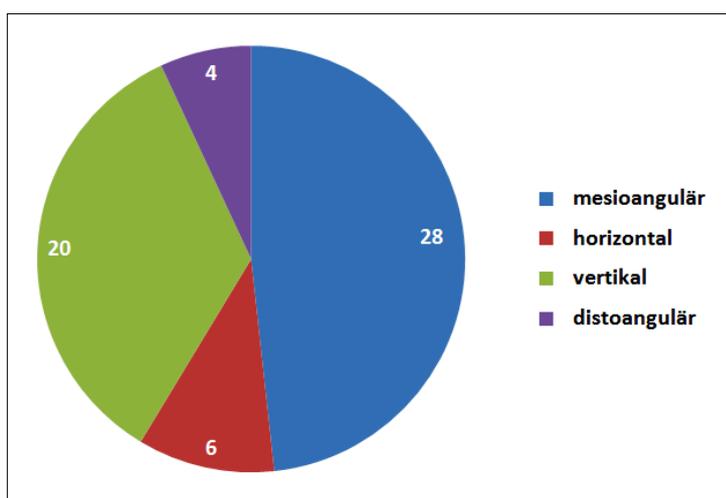


Abbildung 25 veranschaulicht die eindeutige Verteilung aktuell vorkommender Zahnpositionen.

Zusätzlich verdeutlicht die nachstehende Abbildung Aufnahmen jeder in dieser Arbeit vorkommenden Zahnposition.

**Abbildung 26** Beispiele zu Zahnpositionen (Mesantis)



Die impaktierten Weisheitszähne wurden zudem nach *Pell* und *Gregory*<sup>44,45</sup> eingeteilt.

**Tabelle 22** Einteilung aktueller Probanden nach *Pell* und *Gregory*

Klasse	Anzahl	Prozent [%]
A, I	13	22,4
A, II	3	5,2
A, III	0	0,0
B, I	2	3,4
B, II	8	13,8
B, III	1	1,7
C, I	9	15,5
C, II	16	27,6
C, III	6	10,3
Total	58	100,0

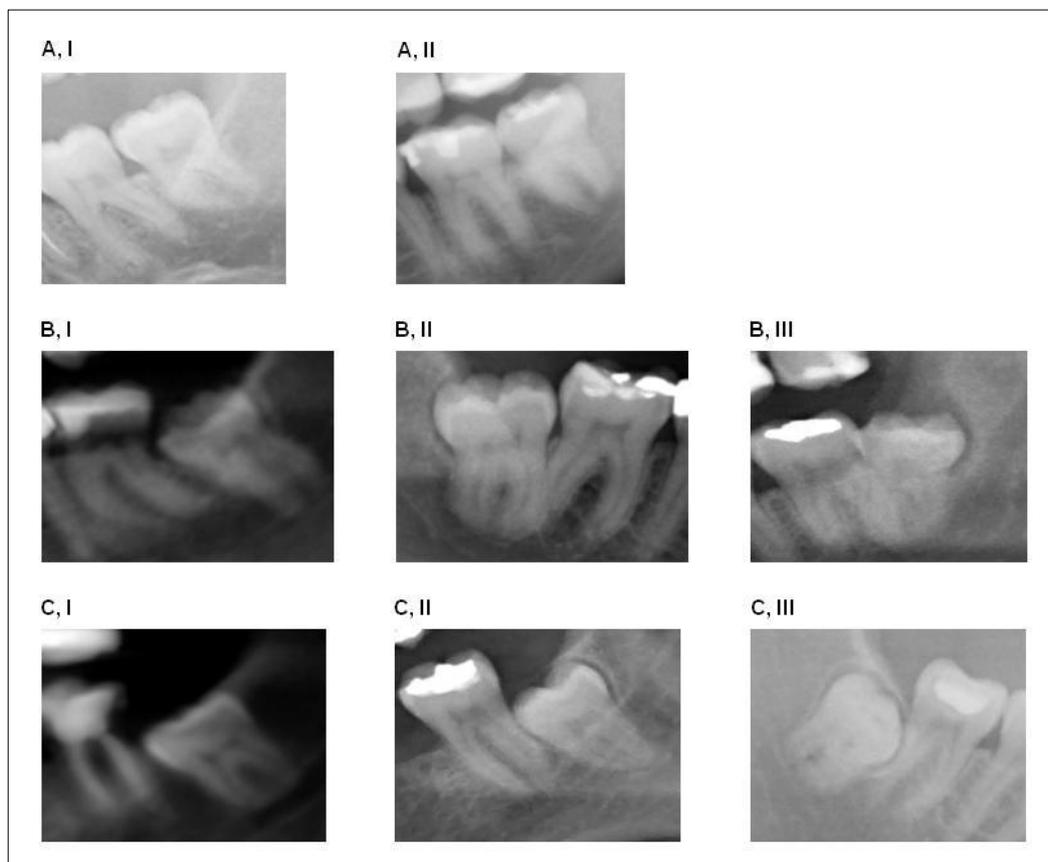
<sup>44</sup> vgl. Abbildung 5, Pell und Gregory – Lage von WHZ im Unterkiefer, Seite 32

<sup>45</sup> vgl. Abbildung 6, Pell und Gregory – Okklusionsebene, Seite 32

Tabelle 22 zeigt eine eindeutige Anordnung untersuchter, impaktierter Weisheitszähne in zwei Hauptgruppen. Entweder befanden sich die Zähne in gleicher Okklusions-ebene wie die benachbarten Zähne mit Platz zum aufsteigenden Ast. Das entspricht mit 22,4 % entspricht der Gruppe A, I. Oder sie waren bis zur Schmelz-Zement-Grenze des zweiten Molars impaktiert (C, II). Nachweisbar mit 27,6 %. Ergänzend zur tabellarischen Einteilung zeigt Abbildung 27 Beispielaufnahmen.

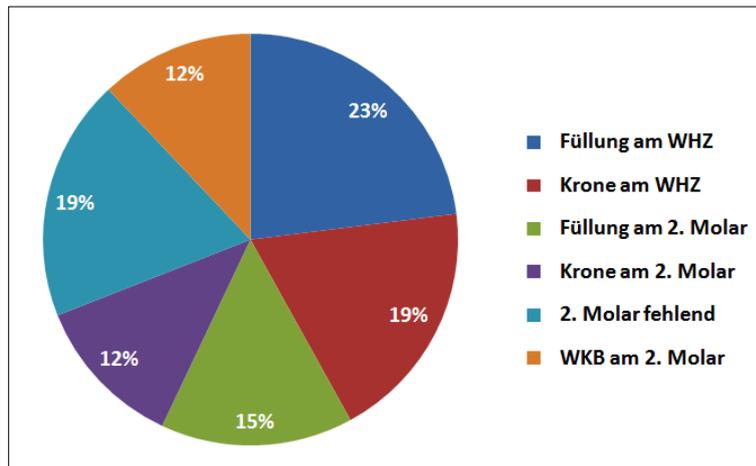
Der Gruppe A, III konnten keine Exemplare zugeordnet werden, weshalb kein Beispielbild angeführt wurde.

**Abbildung 27** Beispiele Einteilung nach *Pell* und *Gregory* (Mesantis)



Eine Beurteilung der Zähne nach bereits vorhandenen Füllungen und Versorgungen ergab nachstehendes Diagramm. Die angeführten Werte stehen für Befunde aus den gesichteten PSA und den entsprechenden DVT-PSA.

**Abbildung 28 Zahnbefunde aus PSA / DVT-PSA**



Alle Angaben lassen erkennen, dass genannte Zahnerkrankungen und daraus resultierende Zahnrestorationen in diesem Mundbereich gehäuft auftraten. Füllungen an dritten Molaren wurden mit 23 % diagnostiziert. Kronenversorgungen kamen mit 19 % dazu. An davorliegenden zweiten Molaren waren Füllungen zu 15 % und Kronen mit 12 % vorhanden. Bei 19 % der Probanden fehlten die zweiten Molaren.

Von drei sichtbaren Wurzelbehandlungen am zweiten Molar waren zwei als insuffizient zu beurteilen. Anforderungen, die Wurzelfüllung bis an den Apex des behandelten Zahnes zu bringen<sup>46</sup>, konnten dabei nicht erfüllt werden.

Es folgen die Ergebnisse bezüglich untersuchter Extraktionsgründe.

<sup>46</sup> [www.iww.de](http://www.iww.de) zur richtlinienkonformen Abrechnung von Wurzelbehandlungen

### 4.1.1 Karies am zweiten Molar

In aktueller Untersuchung demonstrierte sich ein Vorkommen folgendermaßen:

**Tabelle 23 Karies am zweiten Molar – PSA / DVT-PSA**

		Karies am zweiten Molar – DVT-PSA			
		nicht sichtbar	sichtbar	gesamt	
Karies am zweiten Molar – PSA	nicht sichtbar	35	5	40	Anzahl
		60,3%	8,6 %	69,0 %	% der Gesamtzahl
	sichtbar	5	13	18	Anzahl
		8,6 %	22,4 %	31,0 %	% der Gesamtzahl
	gesamt	40	18	58	Anzahl
		69,0 %	31,0 %	100,0 %	% der Gesamtzahl

	Wert	exakte Signifikanz (2-seitig)
McNemar-Test		1,000
Anzahl der gültigen Fälle	58	

An dieser Stelle gab es keine Unterschiede zwischen beiden herangezogenen Aufnahmen. Beide Techniken eignen sich im gleichen Maße für eine Diagnose. Das zeigen die Gesamtergebnisse von jeweils 31,0 %. In jeweils 8,6 % wurden unabhängig voneinander kariöse Erkrankungen gesichtet, wenn die gegenüberstellende Aufnahme es nicht zeigte. Der McNemar-Test weist einen p-Wert von 1,000 auf. Damit wird statistische Unabhängigkeit dargestellt.

In der Häufigkeitstabelle sieht es folgendermaßen aus:

**Tabelle 24 Häufigkeitstabelle für Karies am zweiten Molar**

Karies am zweiten Molar	sichtbar		nicht sichtbar	
	n	%	n	%
PSA	18	31,0 %	40	69,0 %
CS	14	24,1 %	44	75,9 %
DVT- sagittal	22	37,9 %	36	62,1 %
DVT-PSA	18	31,0 %	40	69,0 %

Zusammenfassung aller DVT-Aufnahmen zeigte eine Überlegenheit dieser Technik bezüglich Kariesdiagnostik. Dies ergab eine Genauigkeit von 46,6 %. Im „DVT gesamt“ sichtbare Kariesfälle betragen 22,4 %. Die PSA zeigte 31,0 %. Bei den sagittalen Aufnahmen dagegen sind 37,9 % Karies an diesen Zähnen zu verzeichnen. Die Cross-Sections offenbarten 24,1 %.

**Tabelle 25** Karies am zweiten Molar – mit DVT gesamt

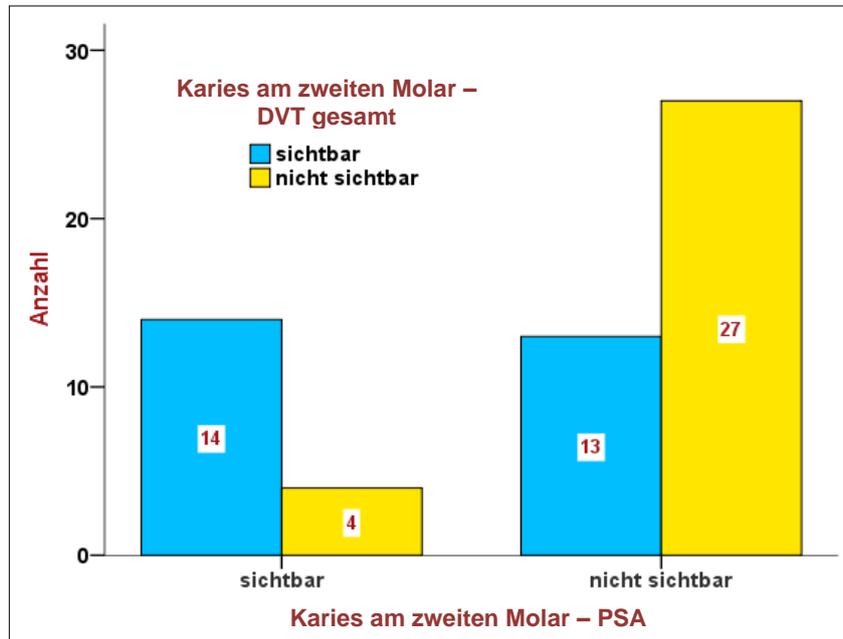
		Karies am zweiten Molar – DVT gesamt			
		nicht sichtbar	sichtbar	gesamt	
Karies am zweiten Molar – PSA	nicht sichtbar	27	13	40	Anzahl
		46,6 %	22,4 %	69,0 %	% der Gesamtzahl
	sichtbar	4	14	18	Anzahl
		6,9 %	24,1 %	31,0 %	% der Gesamtzahl
	gesamt	31	27	58	Anzahl
		53,4 %	46,6 %	100,0 %	% der Gesamtzahl

	Wert	exakte Signifikanz (2-seitig)
McNemar-Test		0,049
Anzahl der gültigen Fälle	58	

Der p-Wert zeigt mit 0,049 eine statistische Aussagekraft.

Illustriert wurden diese Zahlen im nachstehenden Balkendiagramm.

**Abbildung 29** Diagramm zu Karies am zweiten Molar – PSA / DVT gesamt



Es stehen 22,4 % (DVT) gegenüber 6,9 % (PSA). Dargestellt sind diese Werte in den inneren Säulen. Die linke, beziffert mit „4“ steht für PSA, die rechte „13“ für „DVT gesamt“.

In der Säule links außen demonstrieren 24,1 % sichtbare Karies, mit beiden Techniken sichtbar. Während die gelbe Säule rechts außen keine Kariessichtbarkeit beider Aufnahmen zeigt (46,6 %).

#### 4.1.2 Karies am dritten Molar

Messungen zeigen unten aufgeführte Ergebnisse.

Tabelle 26 Karies am dritten Molar – PSA / DVT-PSA

		Karies am dritten Molar – DVT-PSA			
		nicht sichtbar	sichtbar	gesamt	
Karies am dritten Molar – PSA	nicht sichtbar	40	3	43	Anzahl
		69,0%	5,2 %	74,1 %	% der Gesamtzahl
	sichtbar	1	14	15	Anzahl
		1,7 %	24,1 %	25,9 %	% der Gesamtzahl
	gesamt	41	17	58	Anzahl
		69,0 %	29,3 %	100,0 %	% der Gesamtzahl

	Wert	exakte Signifikanz (2-seitig)
McNemar-Test		0,625
Anzahl der gültigen Fälle	58	

Karies trat mit Betrachtung der Panaoramaansichten am Weisheitszahn in geringer Anzahl als am zweiten Molar auf. Beide Techniken ergaben auch hierbei ähnliche Ergebnisse.

Insgesamt waren 25,9 % in der PSA und 29,3 % in der DVT-PSA sichtbar. Bei 69,0 % lässt keine der beiden Techniken eine Kariesbeurteilung zu.

Die voranstehende Kreuztabelle zeigt wieder abhängige Werte von 5,2 % in der DVT-PSA zu 1,7 % in PSA beurteilten Fällen. Diese Ähnlichkeit entspricht einem p-Wert von 0,625. Dadurch wird keine Signifikanz ausgedrückt.

**Tabelle 27 Häufigkeitstabelle zu Karies am dritten Molar**

Karies am zweiten Molar	sichtbar		nicht sichtbar	
	n	%	n	%
PSA	15	25,9 %	43	74,1 %
CS	14	24,1 %	44	75,9 %
DVT- sagittal	20	34,5 %	38	65,5 %
DVT-PSA	17	29,3 %	41	70,7 %

Zwischen den unterschiedlichen DVT-Ebenen zeigten sich keine großen Unterschiede. Die meisten positiven Kariesbefunde stammen aus den sagittalen Aufnahmen. Sie liegen bei 34,5 %.

Alle Ansichten zusammennehmend, entstehen folgende Werte:

**Tabelle 28 Karies am dritten Molar – PSA / DVT gesamt**

		Karies am dritten Molar – DVT gesamt			
		nicht sichtbar	sichtbar	gesamt	
Karies am dritten Molar – PSA	nicht sichtbar	35	8	43	Anzahl
		60,3 %	13,8 %	74,1 %	% der Gesamtzahl
	sichtbar	2	13	15	Anzahl
		3,4 %	22,4 %	25,9 %	% der Gesamtzahl
	gesamt	37	21	58	Anzahl
		63,8 %	36,2 %	100,0 %	% der Gesamtzahl

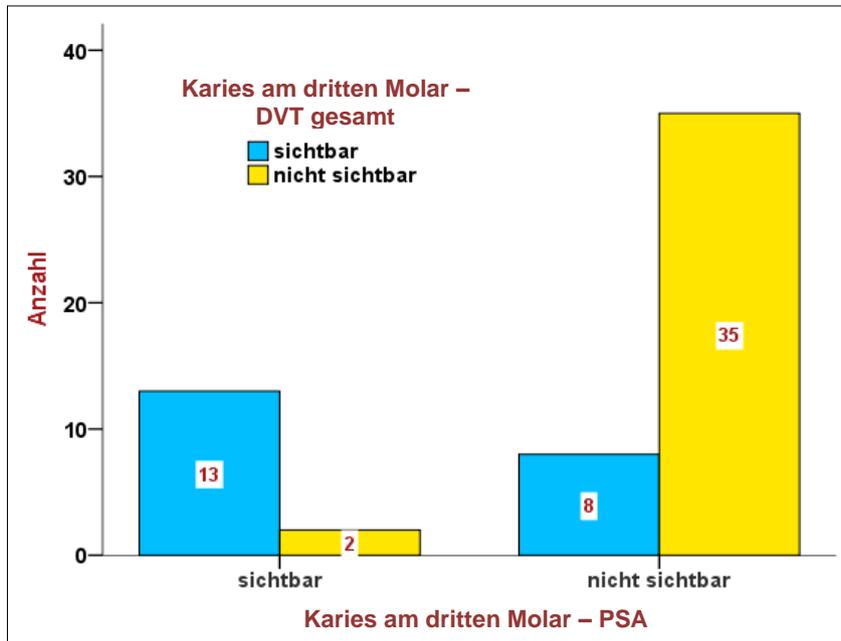
	Wert	exakte Signifikanz (2-seitig)
McNemar-Test		0,109
Anzahl der gültigen Fälle	58	

DVT weisen höhere Kariesaufkommen an Weisheitszähnen nach als PSA.

13,8 % aller dreidimensionalen Ansichten lassen eine Karies am dritten Molar sichtbar erscheinen. Dem gegenüber stehen in den PSA 3,4 %. Durch die Möglichkeit, Zähne in allen Ebenen betrachten zu können, steigt die gesamte Sichtbarkeit einer Karies auf 36,2 %. In den PSA waren es mit dieser Betrachtung 25,9 %. Das folgt ein p-Wert von 0,109. Keine Aussagekraft besteht.

Die Ergebnisse werden in nachstehender Abbildung verdeutlicht.

**Abbildung 30** Diagramm zu Karies am dritten Molar – PSA / DVT gesamt



Deutlich ist in der rechten gelben Säule ersichtlich, dass Karies am Weisheitszahn in dieser Gruppe bei 35 Fällen, entspricht 60,3 %, nicht vorkam. In 13 Fällen war es in beiden Aufnahmen beurteilbar (linke blaue Säule). Acht Zähne waren positiv im „DVT gesamt“, im Gegensatz zu zwei Zähnen mit Sichtbarkeit in PSA.

### 4.1.3 Perikoronitis

Wieder sind vorerst PSA mit DVT-PSA Ansichten vergleichend aufgestellt.

Tabelle 29 Perikoronitis – PSA / DVT-PSA

		Perikoronitis – DVT-PSA			
		nicht sichtbar	sichtbar	gesamt	
Perikoronitis – PSA	nicht sichtbar	18	4	22	Anzahl
		31,0%	6,9 %	37,9 %	% der Gesamtzahl
	sichtbar	18	18	36	Anzahl
		31,0 %	31,0 %	62,1 %	% der Gesamtzahl
	gesamt	36	22	58	Anzahl
		62,1 %	37,9 %	100,0 %	% der Gesamtzahl

	Wert	exakte Signifikanz (2-seitig)
McNemar-Test		0,004
Anzahl der gültigen Fälle	58	

Dabei präsentieren sich deutliche Unterschiede. Diese Tabelle stellt heraus, dass eine Perikoronitis öfter in PSA als im vergleichenden DVT-PSA sichtbar war. Im Gesamten sprechen dabei 62,1 % gegen 37,9 %.

Perikoronitis wurde im DVT-PSA mit 6,9 % und dagegen in PSA mit 31,0 % beurteilt. Das entspricht einer statistischen Signifikanz von  $p = 0,004$ .

Erweiternd wurden die Zähne in den unterschiedlichen DVT-Ebenen gegenübergestellt untersucht. Beispiele sind nachstehend gezeigt.

**Abbildung 31 Perikoronitis im Vergleich der Aufnahmen**



In der PSA (Abbildung 31, links) ist an 38 eine Perikoronitis sichtbar. Die DVT-Sections (Abbildung 31, Mitte) und die bone-Version (Abbildung 31, rechts) lassen keine Pathologie aus unterschiedlichen Ansichten erkennen.

Mit Betrachtung der Ebenen zeigten sich folgende Unterschiede:

**Tabelle 30 Häufigkeitstabelle zu Perikoronitis – PSA / DVT**

Perikoronitis	sichtbar		nicht sichtbar	
	n	%	n	%
PSA	36	62,1 %	22	37,9 %
CS	20	34,5 %	38	65,5 %
DVT sagittal	24	41,4 %	34	58,6 %
DVT-PSA	22	37,9 %	37	63,8 %

In PSA zeigte sich eine Perikoronitis in hoher Menge (62,1 %). Vergleichend zeigte die Panoramaaufnahme des DVT 37,9 %. Die einzelnen Ebenen betrachtend, konnten variierende Ergebnisse verzeichnet werden. CS ließen 34,5 % und sagittale Ansichten 41,4 % Perikoronitis erkennen.

**Tabelle 31 Perikoronitis – PSA / DVT gesamt**

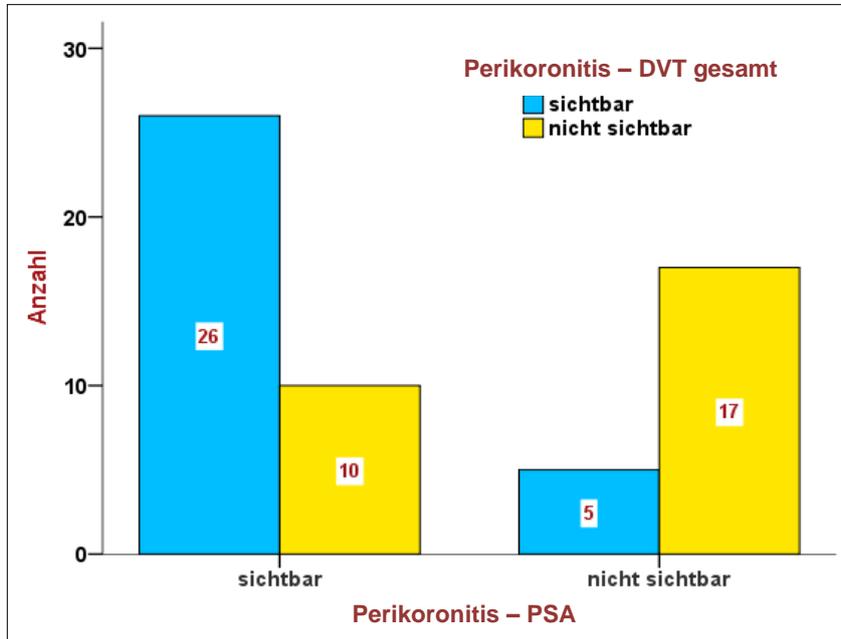
		Perikoronitis – DVT gesamt			
		nicht sichtbar	sichtbar	gesamt	
Perikoronitis – PSA	nicht sichtbar	17	5	22	Anzahl
		29,3 %	8,6 %	37,9 %	% der Gesamtzahl
	Sichtbar	10	26	36	Anzahl
		17,2 %	44,8 %	62,1 %	% der Gesamtzahl
	Gesamt	27	31	58	Anzahl
		46,6 %	53,4 %	100,0 %	% der Gesamtzahl

	Wert	exakte Signifikanz (2-seitig)
McNemar-Test		0,302
Anzahl der gültigen Fälle	58	

Werden alle DVT-Ebenen zusammen betrachtet, ist Perikoronitis im Vergleich in PSA (17,2 %) häufiger als positiv zu verzeichnen. Gesamte DVT-Aufnahmen zeigten dazu 8,6 %. Bei Betrachtung beider Aufnahmearten konnte Perikoronitis bei 53,4 % als positiv verzeichnet werden. Es ist keine statistische Aussagekraft erkennbar. Der p-Wert liegt bei 0,302.

Zur Darstellung der Verteilung dient nachstehendes Diagramm.

Abbildung 32 Diagramm zu Perikoronitis – PSA / DVT gesamt

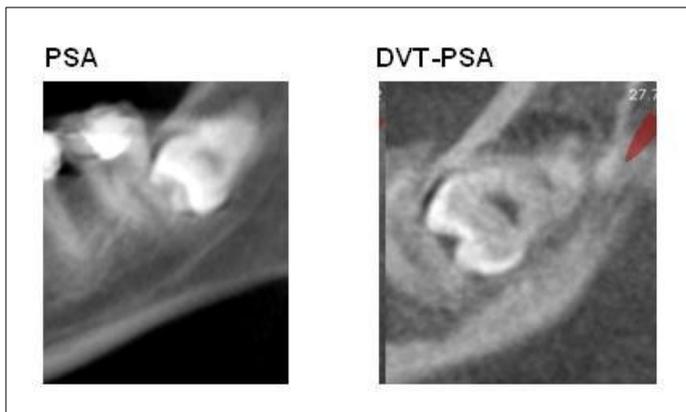


Vergleichend sind die mittleren Säulen zu betrachten. Die zehn Fälle im linken gelben Balken entsprechen den 17,2 % sichtbaren Perikoronitiszähnen, in PSA sichtbar. Vergleichend dazu ist der rechte blaue Balken, mit fünf beziffert, aussagend für die 8,6 % im „DVT gesamt“ sichtbar. Die linke blaue Säule entspricht den 26 Fällen, die in beiden positiv beurteilt wurden. Dagegen zeigt die rechte gelbe Säule 17 Fälle, die nie sichtbar waren.

#### 4.1.4 Resorption

Beispiele zeigt die folgende Abbildung 33:

**Abbildung 33** Beispiel Resorption



Das Ergebnis zeigt vermehrte Sichtbarkeit einer Resorption in DVT-PSA-Aufnahmen gegenüber PSA. In 5,2 % der 58 beurteilten Zähne sind auf beiden Aufnahmen positive Ergebnisse zu verzeichnen. 94,8 % der PSA-Aufnahmen ließen keine Resorption erkennen. Im Gegensatz dazu zeigten DVT-PSA bei 48,3 % Anzeichen einer Resorption am zweiten Molar.

Die Aussagekraft des p-Wertes beläuft sich auf  $< 0,001$ . Wodurch Überlegenheit der DVT-PSA gekennzeichnet ist.

Tabelle 32 Resorption am zweiten Molar – PSA / DVT-PSA

		Resorption am zweiten Molar – DVT-PSA			
		nicht sichtbar	sichtbar	gesamt	
Resorption am zweiten Molar – PSA	nicht sichtbar	30	25	55	Anzahl
		51,7%	43,1 %	94,8 %	% der Gesamtzahl
	Sichtbar	0	3	3	Anzahl
		0,0 %	5,2 %	5,2 %	% der Gesamtzahl
	Gesamt	30	28	58	Anzahl
		51,7 %	48,3 %	100,0 %	% der Gesamtzahl

	Wert	exakte Signifikanz (2-seitig)
McNemar-Test		0,000
Anzahl der gültigen Fälle	58	

Deutlich ist ein Unterschied zwischen den verschiedenen DVT-Ansichten erkennbar. Zeigten Panoramaansichten beider Geräte noch einen gravierenden Unterschied zum Thema Resorption, ist dieser mit den Ebenen geringer einzustufen.

Die Werte zeigen eindeutige Schwankungen bezüglich der verschiedenen Betrachtungen. Im direkten Vergleich offenbarten die PSA 5,2 % der Resorptionen. Dagegen zeigte sich die Resorption im korrespondierenden DVT-PSA bei 48,3 %. In der DVT-sagittal waren bei 20,7 % Resorptionen erkennbar. Noch 15,5 % konnten in den CS diagnostiziert werden.

Tabelle 33 Häufigkeitstabelle zur Resorption – PSA / DVT

Resorption	Sichtbar		nicht sichtbar	
	n	%	n	%
PSA	3	5,2 %	55	94,8 %
CS	9	15,5 %	49	84,5 %
DVT- sagittal	12	20,7 %	46	79,3 %
DVT-PSA	28	48,3 %	30	51,7 %

Der Zusammenschluss aller DVT-Ebenen zeigte die weitere Überlegenheit dreidimensionaler Aufnahmen (vgl. Abbildung 34, Seite 100).

Tabelle 34 Resorption – PSA / DVT gesamt

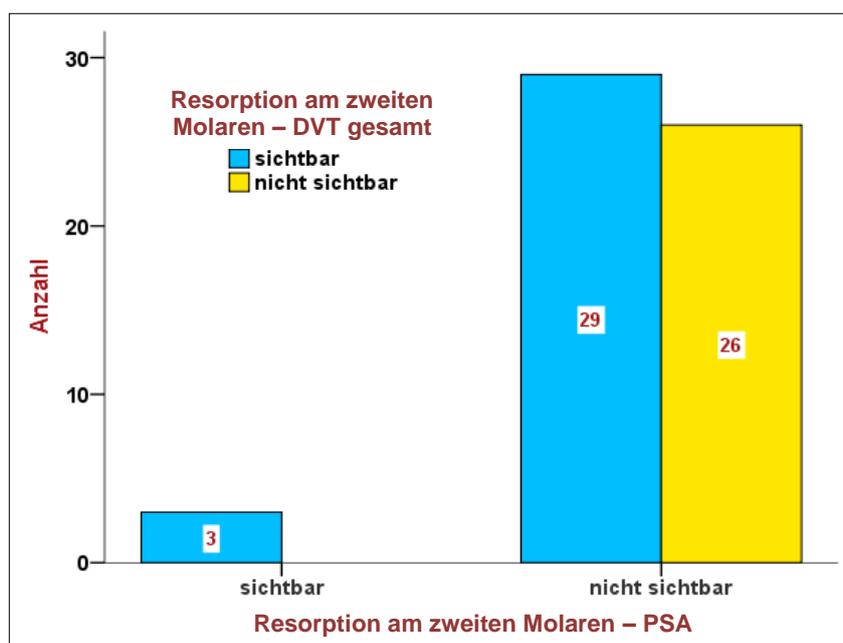
		Resorption am zweiten Molar – DVT gesamt			
		nicht sichtbar	Sichtbar	gesamt	
Resorption am zweiten Molar – PSA	nicht sichtbar	26	29	55	Anzahl
		44,8 %	50,0 %	94,8 %	% der Gesamtzahl
	Sichtbar	0	3	3	Anzahl
		0,0 %	5,2 %	5,2 %	% der Gesamtzahl
	Gesamt	26	32	58	Anzahl
		44,8 %	55,2 %	100,0 %	% der Gesamtzahl

	Wert	exakte Signifikanz (2-seitig)
McNemar-Test		0,000
Anzahl der gültigen Fälle	58	

Insgesamt zeigte die Gesamtheit der DVT-Aufnahmen 55,2 % Resorptionen an den Nachbarzähnen. Der p-Wert liegt bei < 0,001 und stellt damit eine statistische Signifikanz dar.

Das nachstehende Balkendiagramm verdeutlicht dieses Ergebnis.

Abbildung 34 Diagramm zur Resorption



Der rechte blaue Balken zeigt die Überlegenheit der DVT, er stellt die Sichtbarkeit in dieser dar (50,0 %). Der gelbe Balken zeigt die 44,8 %, die im DVT nicht sichtbar waren. Die drei Fälle, welche auf beiden Aufnahmen sichtbar waren, sind im linken blauen Balken dargestellt.

Karies, Perikoronitis und Resorptionen wurden zudem noch in den einzelnen Verlagerungsgruppen der *Pell* und *Gregory*-Kategorien untersucht, sowie dabei die Kariesvorkommen in zweiten und dritten Molaren als Karies allgemein zusammengefasst. Ergebnisse zeigt die folgende Tabelle.

**Tabelle 35 Verlagerungsform und Pathologie**

<i>Pell</i> und <i>Gregory</i> <sup>47</sup>			Karies allg.		Perikoronitis		Resorption	
Klasse	Anzahl	[%]	Anzahl	[%]	Anzahl	[%]	Anzahl	[%]
A, I	13	22,4	8	61,5	3	23,1	1	7,7
A, II	3	5,2	1	33,3	1	33,3	1	33,3
B, I	2	3,4	2	100,0	1	50,0	1	50
B, II	8	13,8	4	50,0	7	87,5	5	62,5
B, III	1	1,7	0	0,0	1	100,0	1	100,0
C, I	9	15,5	4	44,4	4	44,4	4	44,4
C, II	16	27,6	5	31,3	11	68,8	8	50,0
C, III	6	10,3	1	16,7	3	50,0	3	50,0
Total	58	100,0	25	43,1	31	53,4	24	41,4

Im Allgemeinen kann aus der Tabelle erlesen werden, dass die meisten Weisheitszähne eine Perikoronitis aufwiesen, gefolgt von Karies und Resorptionen am Nachbarzahn.

Die Ergebnisse bezogen sich auf alle DVT-Befunde zusammen. Tabellarisch sind die Zählungen der Pathologien zur zugeordneten Verlagerungsgruppe in einer Zeile dargestellt. Die zeilenabhängigen prozentualen Anteile stehen jeweils dahinter. Als Gesamtwert können 100 Prozent bei der Zählung erreicht werden, da

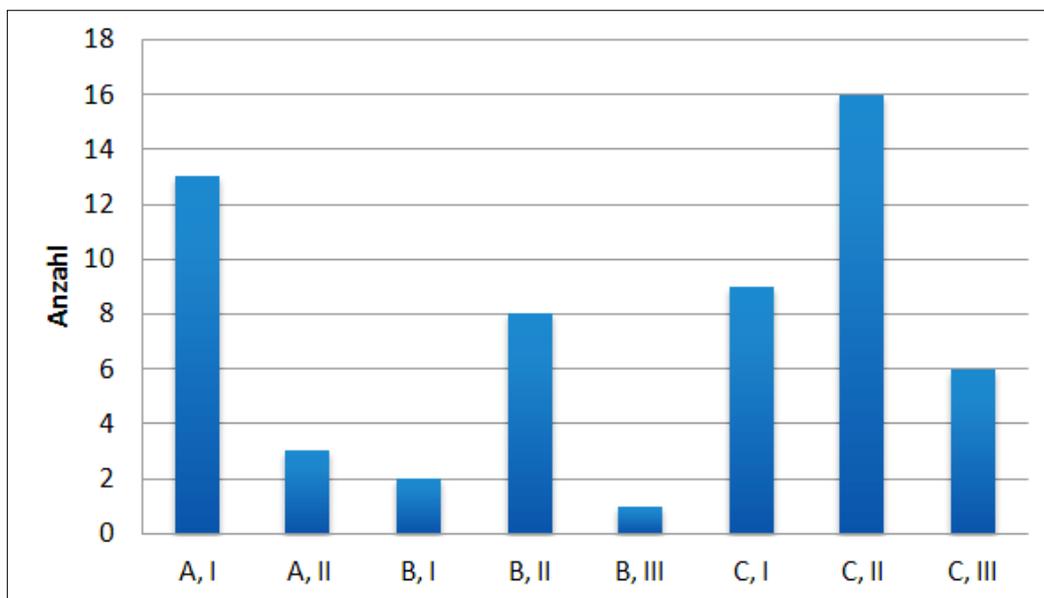
<sup>47</sup> vgl. Tabelle 22 Einteilung aktueller Probanden nach *Pell* und *Gregory*, Seite 87

Mehrfachergebnisse existieren. Einige Weisheitszähne wiesen mehr als ein positives Ergebnis bei der Befundung auf. Damit erklären sich die großen Prozentzahlen.

Es lässt sich erkennen, dass mit 22,4 % und 27,6 % die Mehrzahl der Zähne den Kategorien A, I und C, II zuzuordnen ist. Bei näherer Betrachtung zeigte sich, dass 61,5 % aus Kategorie A, I kariöse Defekte aufwiesen. Eine Perikoronitis konnte bei dieser Verlagerungsform mit 23,1 % beurteilt werden. Im direkten Vergleich dazu zeigten sich in Kategorie C, II eine Perikoronitis bei 68,8 % und Karies bei 31,3 %.

Zur Verdeutlichung stellt das folgende Diagramm die Ergebnisse dar.

**Abbildung 35 Verlagerungsform und Pathologie**



## 4.2 Frontzahnengstand durch impaktierte Weisheitszähne

Von 33 untersuchten Modellen war bei acht Patienten ein Weisheitszahn in der Zahnreihe vorhanden. Das entspricht 24,2 %. Davon befand sich einer in teilretinierter Position (12,5 %).

Als Fazit kann dieser Zusammenhang verneint werden.

Ein klinisch sichtbarer und beurteilbarer Engstand der Frontzähne konnte von den Unterkiefern mit Weisheitszähnen bei fünf Patienten festgestellt werden. Minimaler Engstand war in einem Unterkiefer sichtbar. Dabei lag lediglich eine Drehung des Zahnes 31 vor. Bei zwei Patienten konnte eine starke Verschiebung der anterioren Zähne im Unterkiefer gesehen werden. Kein erkennbarer Engstand ist bei weiteren acht Patienten, ohne Weisheitszähne, sichtbar (24,2 %). Im Gegensatz dazu wiesen 17 Patienten zeitgleich keine Weisheitszähne und Engstand auf (51,52 %).

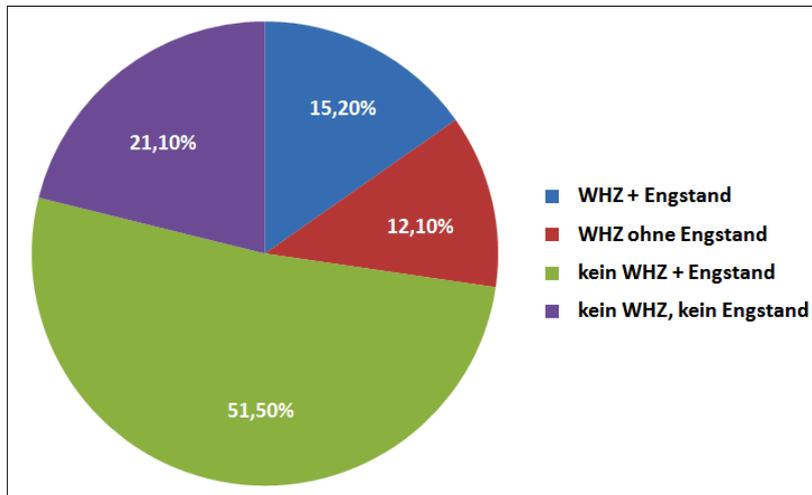
Tabelle 36 Abstand 33 distal bis 43 distal<sup>48</sup>

Patient	Wert 1	Wert 2	Wert 3	Mittelwert	WHZ	Engstand
1	28,23	27,98	27,98	28,06	X	X
2	28,93	29,02	29,01	28,99		
3	26,52	25,34	26,57	26,14	X	X
4	28,89	27,98	28,25	28,37		X
5	28,20	27,97	27,98	28,05		x
6	27,64	26,69	26,58	26,97		X
7	28,38	28,80	28,64	28,61		
8	29,73	29,84	29,53	29,70		
9	23,87	23,57	22,97	23,47		X
10	30,24	29,57	30,18	30,00	X	
11	29,87	30,12	29,98	29,99	X	X
12	26,54	29,95	27,65	28,05	X	X
13	29,08	28,96	29,17	29,07		X
14	31,41	31,05	31,01	31,16		
15	29,69	28,83	29,40	87,92		X
16	25,55	26,24	26,07	25,95	X	X
17	27,96	27,28	26,95	82,19		X
18	25,22	25,72	24,66	25,20		X
19	28,22	27,51	28,12	83,85		X
20	26,60	26,21	26,65	26,49		
21	27,56	27,99	28,53	28,03		X
22	29,10	28,92	29,71	29,24		
23	31,10	31,20	30,94	31,08		
24	26,96	27,34	27,78	27,36		X
25	25,20	25,83	24,84	25,29		X
26	28,02	27,44	27,17	27,54		X
27	28,51	29,56	28,27	28,78	X	X
28	27,73	28,14	28,54	28,14		X
29	26,45	27,06	26,49	26,67		X
30	29,79	29,82	29,98	29,86	X	
31	28,74	28,37	28,87	28,66		X
32	27,77	26,83	27,03	27,21		
33	26,77	27,41	26,33	26,84		X

<sup>48</sup> Angaben in mm

Das folgende Diagramm zeigt die Auswertung des Frontzahnengstandes in Abhängigkeit zum Weisheitszahn aus den Modellen des Computerprogramms.

**Abbildung 36 Zusammenhang zwischen Weisheitszähnen und Engstand aus aktuellen Messungen**



Anschaulich zeigen 51,50 % vorhandenen Engstand ohne Vorkommen eines Weisheitszahnes in der Zahnreihe. Gleichzeitiges Auftreten von Weisheitszähnen und Engstand ließ sich bei 15,20 % erkennen.

Eine zweite Beurteilung des möglichen Zusammenhangs zwischen Weisheitszähnen und einem Platzmangel in der Unterkieferfront erfolgte anhand der PSA. Dabei galten beide Canini als Referenz. Waren diese Zähne sichtbar gedreht, wie in Abbildung 20, galt Frontzahnengstand als erwiesen. Unterschiedliche Ausprägungen wurden nicht berücksichtigt. In Tabelle 37 sind die Ergebnisse zu erkennen.

Es zeigte sich folgende Häufigkeit:

**Tabelle 37 Häufigkeit des Zusammenhangs zwischen Weisheitszähnen und Engstand**

		Häufigkeit	Prozent [%]
<b>gültig</b>	<b>ja</b>	8	13,8
	<b>nein</b>	50	86,2
	<b>gesamt</b>	58	100,0

86,2 % der befundeten PSA zeigten keinen Engstand im Zusammenhang mit Impaktion.

Von allen Probanden der insgesamt 58 Weisheitszähne befand sich ein Patient mit Weisheitszahn zur Zeit der Röntgenaufnahme in kieferorthopädischer Behandlung. Er wies in situ angebrachte Brackets im Ober- und Unterkiefer auf.

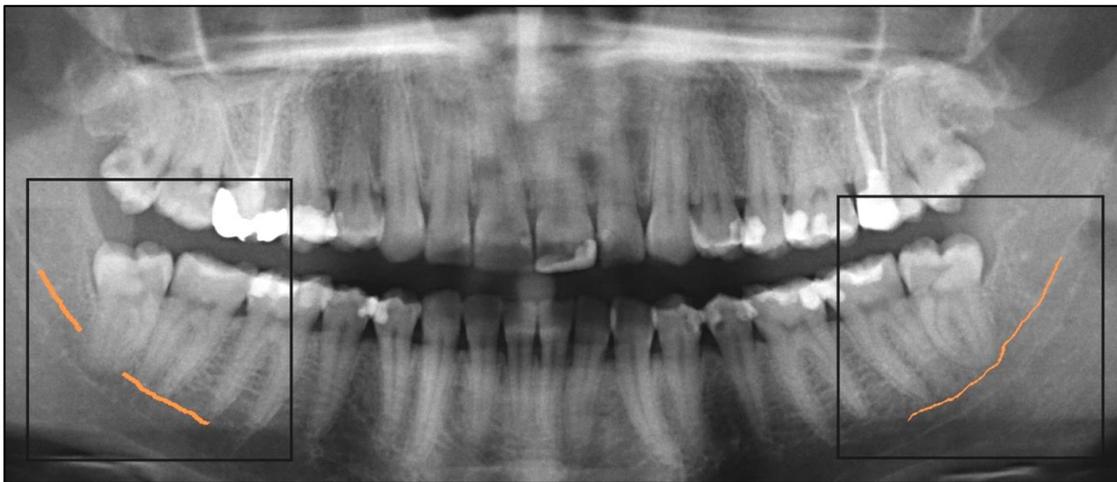
Bei einem weiteren Patienten fand sich zu diesem Zeitpunkt nach abgeschlossener kieferorthopädischer Behandlung die Retainerphase vor. Er besaß zwei impaktierte Weisheitszähne.

Bei einer Patientin mit zwei vorhandenen Weisheitszähnen waren, vermutlich die ersten Prämolaren, als fehlend zu verzeichnen.

### 4.3 PSA vs. DVT – Vergleich diagnostischer Parameter

Im Methodikabschnitt wurden die untersuchten Kriterien beschrieben. Analysgrundlage dieses Abschnitts ist anfangs die Panoramaaufnahme beider Geräte (Abbildung 37). Das Interessenfeld ist in der Abbildung markiert. Weiterführend werden alle Resultate zwischen PSA und DVT-PSA aufgestellt.

**Abbildung 37** Panoramaaufnahme



Anschließend wurden die PSA zusätzlich mit den sagittalen und CS-Ebenen der DVT verglichen. Die Ergebnisse stehen jeweils in Häufigkeitstabellen. Zudem dienen Diagramme zum Verständnis.

#### 4.3.1 Verdunklung der Zahnwurzel

DVT schlossen vermehrt eine verdunkelte Wurzelspitze aus.

Eine verdunkelte Wurzel konnte bei sieben (12,1 %) Zähnen sowohl auf PSA und DVT beurteilt werden. In der PSA allein war das Kriterium bei 16 Zähnen (27,6 %) zu sehen. Die Panoramasisicht des DVT zeigte im Zusammenhang dazu drei (5,2 %) Fälle als sichtbar. Diese diagonale Betrachtung der Tabellen entspricht einer Nichtübereinstimmung beider Verfahren mit dem angewandten Testverfahren. Insgesamt waren bei 39,7 % der Zähne verdunkelte Wurzeln zu beurteilen. Im Vergleich dazu waren es in der DVT-PSA-Ansicht 17,2 %.

In der Gesamtheit ist das Ergebnis mit einem errechneten p-Wert von 0,004 signifikant.

**Abbildung 38** Verdunklung der Zahnwurzel



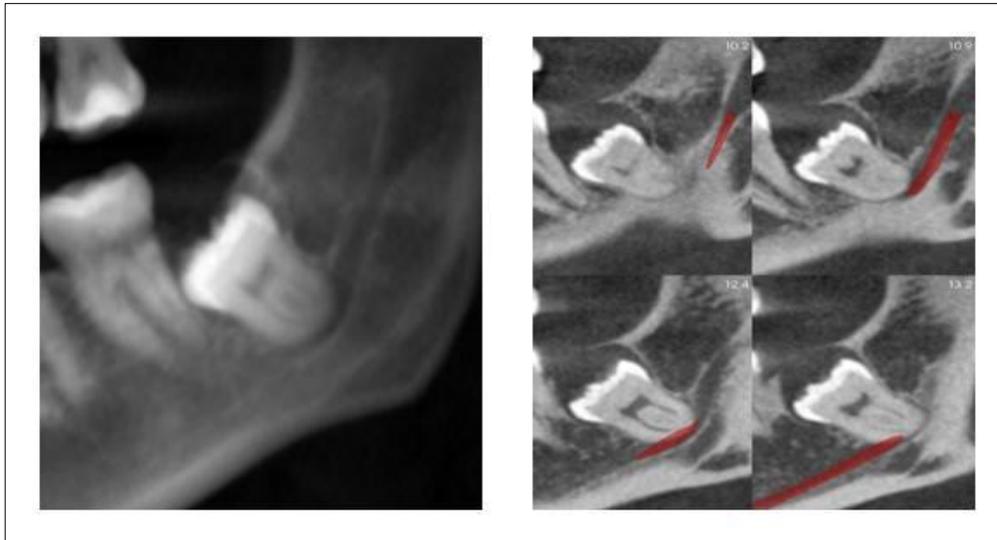
**Tabelle 38** Verdunklung der Zahnwurzel – PSA / DVT-PSA

		Verdunklung der Wurzel – DVT-PSA			
		nicht sichtbar	sichtbar	gesamt	
Verdunklung der Wurzel – PSA	nicht sichtbar	32	3	35	Anzahl
		55,2 %	5,2 %	60,3 %	% der Gesamtzahl
	sichtbar	1	7	23	Anzahl
		27,6 %	12,1 %	39,7 %	% der Gesamtzahl
	gesamt	48	10	58	Anzahl
		82,8 %	17,2 %	100,0 %	% der Gesamtzahl

	Wert	exakte Signifikanz (2-seitig)
McNemar-Test		0,004
Anzahl der gültigen Fälle	58	

Dieses Kriterium ist nachstehend in unterschiedlichen DVT-Ebenen dargestellt.

**Abbildung 39** Darstellungen zur Verdunklung der Zahnwurzel – PSA / DVT



Die PSA (Abbildung 39, links) zeigt eine apikale Verdunklung. Im DVT-sagittal lässt einen direkten Zahn-Nerv-Kontakt erkennen (Abbildung 39, rechts).

In folgender Tabelle werden direkte Vergleiche von PSA und den gesamten Einstellungen des DVT gezeigt.

**Tabelle 39** Häufigkeit zur Verdunklung der Zahnwurzel im DVT

Verdunklung der Zahnwurzel	sichtbar		nicht sichtbar	
	n	%	n	%
PSA	23	39,7 %	35	60,3 %
CS	5	8,6 %	53	91,4 %
DVT- sagittal	10	29,3 %	41	70,7 %
DVT-PSA	28	17,2 %	48	82,6 %

Dieses Merkmal in den PSA, DVT-PSA und den sagittalen Aufnahmen untersucht, befanden sich die Ergebnisse in einem engen Bereich (27,6 % bis 32,8 %). Dagegen wurde eine verdunkelte Wurzel in den CS lediglich bei 8,6 % positiv bewertet. Werden beide Techniken zusammenfassend betrachtet, dann stehen 39,7 % in PSA und 37,9 % im DVT gesamt als sichtbar beurteilte Ergebnisse gegenüber.

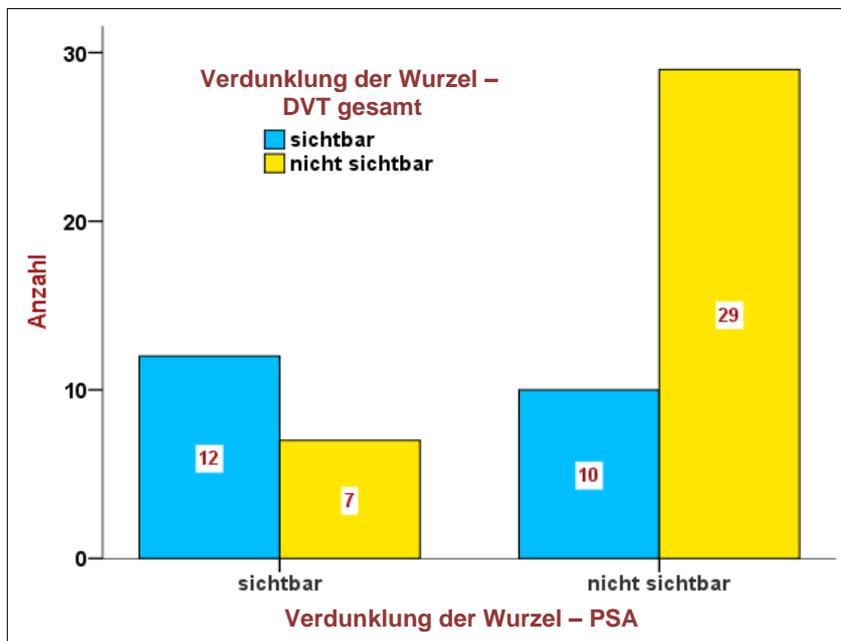
**Tabelle 40**      **Verdunklung der Zahnwurzel im DVT gesamt**

		Verdunklung der Zahnwurzel – DVT gesamt			
		nicht sichtbar	sichtbar	gesamt	
Verdunklung der Zahnwurzel – PSA	nicht sichtbar	29	10	39	Anzahl
		50,0 %	17,2 %	67,2 %	% der Gesamtzahl
	sichtbar	7	12	19	Anzahl
		12,1 %	20,7 %	32,8 %	% der Gesamtzahl
	gesamt	36	22	58	Anzahl
		62,1 %	37,9 %	100,0 %	% der Gesamtzahl

	Wert	exakte Signifikanz (2-seitig)
McNemar-Test		0,629
Anzahl der gültigen Fälle	58	

Alle DVT-Ansichten zusammengenommen, war eine Sichtbarkeit von 17,2 % zu verzeichnen. Vergleichend dazu zeigten die PSA 12,1 %. Der Statistikwert liegt somit bei 0,629 und ist nicht ausschlaggebend für eine Übermacht einer Aufnahme. „DVT gesamt“ weist 37,9 % auf, ähnlich wie die abhängigen PSA mit 32,8 %.

Abbildung 40 Diagramm zur Verdunklung der Zahnwurzel im DVT gesamt



Im linken blauen Balken stehen die zwölf Zähne, die in beiden Aufnahmen zu diesem Kriterium ein positives Ergebnis aufweisen. Die sieben im linken gelben Balken verdeutlichen eine positive Beurteilung der verdunkelten Wurzel in PSA. Der rechte blaue Balken steht für die 17,2 % im „DVT gesamt“ gesichteten Ergebnisse. Zuletzt stellt der rechte gelbe Balken die Fälle dar, die in beiden Aufnahmen keine Sichtbarkeit boten.

### 4.3.2 Unterbrechung der weißen Linie

Unten dargestellte Bilder zeigen Beispiele.

Abbildung 41 Beispiele zur Unterbrechung der weißen Linie

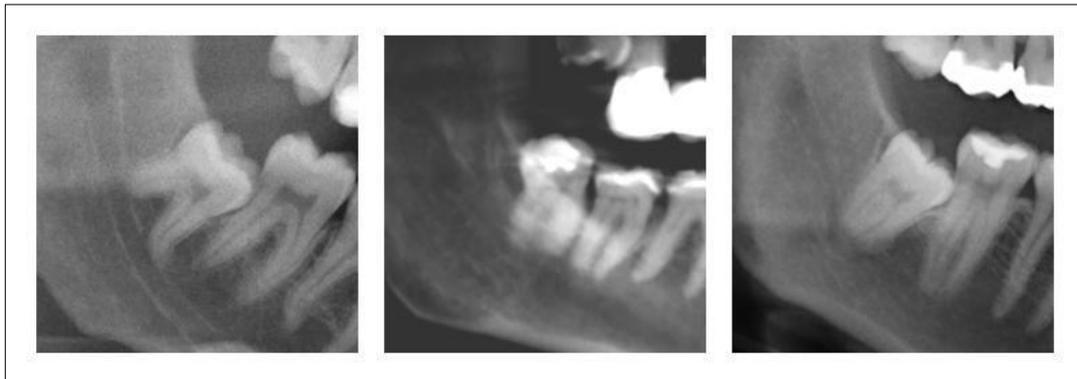


Tabelle 41 Unterbrechung der weißen Linie – PSA / DVT-PSA

		Unterbrechung der weißen Linie – DVT-PSA			
		nicht sichtbar	sichtbar	gesamt	
Unterbrechung der weißen Linie – PSA	nicht sichtbar	17	5	32	Anzahl
		29,3 %	8,6 %	37,9 %	% der Gesamtzahl
	sichtbar	6	30	36	Anzahl
		10,3 %	51,7 %	62,1 %	% der Gesamtzahl
	gesamt	23	35	58	Anzahl
		39,7 %	60,3 %	100,0 %	% der Gesamtzahl

	Wert	exakte Signifikanz (2-seitig)
McNemar-Test		1,000
Anzahl der gültigen Fälle	58	

Beide Aufnahmen lassen annähernd gleiche Ergebnisse erkennen.

Eine unterbrochene Linie in der Kortikalis konnte gleichzeitig bei 30 Zähnen in beiden Aufnahmen nachgewiesen werden. Sechs Fälle in den PSA zeigten eine Unterbrechung der weißen Linie im Kanalverlauf. Das entspricht 10,3 %. In der direkt vergleichenden und abhängigen DVT-PSA konnten fünf Aufnahmen (8,6 %) dieses Kriterium bestätigen. Zusammengenommen waren es 62,1 % in PSA und 60,3 % im

DVT-PSA. Die Aussagekraft des p-Werts von 1,000 ist bei diesem geringen Unterschied nicht ausschlaggebend.

Auch bezüglich dieses Untersuchungsmerkmals zeigten die Panoramasichten nahe bei einander stehende Ergebnisse. In den CS waren bei 41,4 % Unterbrechungen der Kanalbegrenzung sichtbar. Wohingegen die sagittalen Ansichten im DVT-PSA einen sehr deutlich erhöhten Wert von 70,7 % darboten.

**Tabelle 42 Häufigkeit zur Unterbrechung der weißen Linie**

Unterbrechung der weißen Linie	Sichtbar		nicht sichtbar	
	n	%	n	%
PSA	36	62,1 %	22	38,0 %
CS	24	41,4 %	34	58,6 %
DVT-sagittal	41	70,7 %	17	29,3 %
DVT-PSA	35	60,3 %	23	39,7 %

Die Ergebnisse der DVT-Ebenen wurden zusammengezählt und dem PSA gegenüber dargestellt.

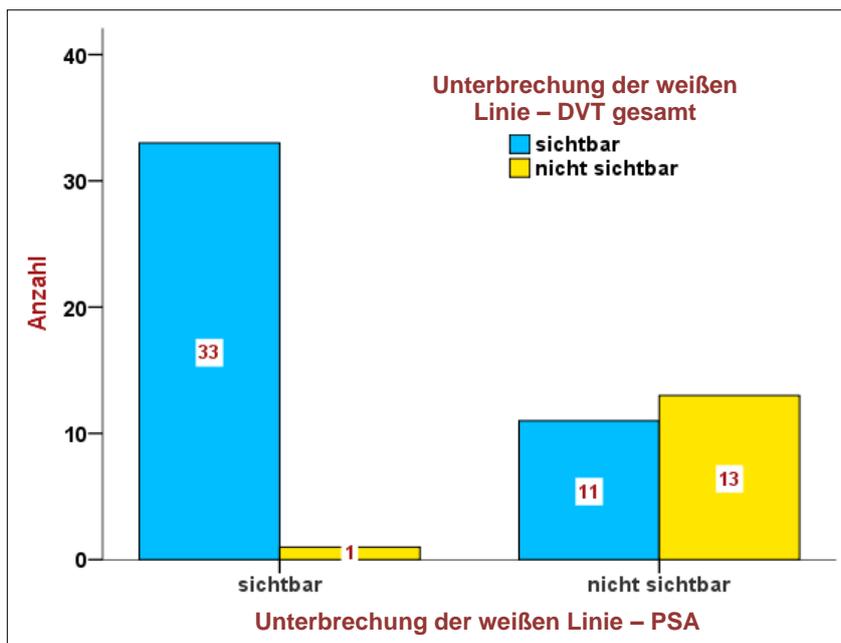
**Tabelle 43 Unterbrechung der weißen Linie – DVT gesamt**

		Unterbrechung der weißen Linie – DVT gesamt			
		nicht sichtbar	sichtbar	gesamt	
Unterbrechung der weißen Linie – PSA	nicht sichtbar	13	11	24	Anzahl
		22,4 %	19,0 %	41,4 %	% der Gesamtzahl
	sichtbar	1	33	34	Anzahl
		1,7 %	56,9 %	58,6 %	% der Gesamtzahl
	gesamt	14	44	58	Anzahl
		24,1 %	75,9 %	100,0 %	% der Gesamtzahl

	Wert	exakte Signifikanz (2-seitig)
McNemar-Test		0,006
Anzahl der gültigen Fälle	58	

Dabei wird der Unterschied deutlich. In 19,0 % der dreidimensionalen Aufnahmen kann eine Aussage zur anatomischen Verbindung getroffen werden. Zu 58,6 % zeigten alle PSA eine nicht durchgängige Kanalbegrenzung. Im Gegensatz dazu waren es 75,9 % im „DVT gesamt“. Aufgrund der Spanne beider Zahlen ist das Ergebnis statisch signifikant ( $p = 0,006$ ).

Abbildung 42 Unterbrechung der weißen Linie – PSA / DVT gesamt



Die linke blaue Säule stellt die 33 Fälle (56,9 %), in beiden Aufnahmen sichtbar, dar. Elf Zähne (19 %), in der rechten blauen Säule sichtbar, wurden dagegen in der DVT bezüglich dieses Kriteriums positiv beurteilt.

13 (22,4 %) Fälle waren in beiden Techniken als nicht sichtbar zu verzeichnen. Das Ergebnis zeigt die rechte gelbe Säule.

### 4.3.3 Krümmung des Kanals

Abbildung 43 Krümmung des Kanals (Mesantis)

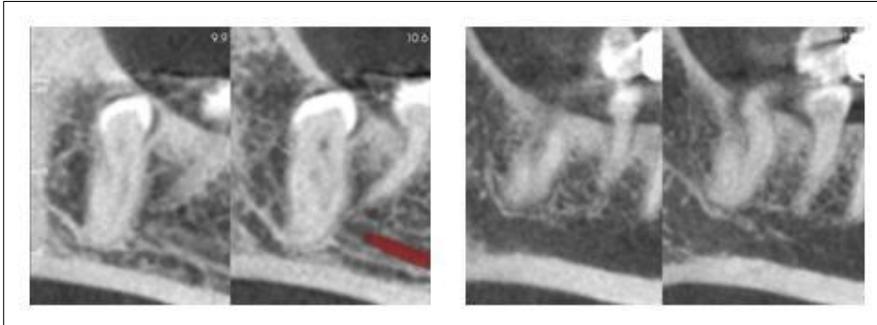


Tabelle 44 Krümmung des Kanals – PSA / DVT-PSA

		Krümmung des Kanals - vorhanden - - DVT-PSA			
		nicht sichtbar	sichtbar	gesamt	
Krümmung des Kanals - vorhanden - - PSA	nicht sichtbar	44	9	53	Anzahl
		75,9 %	15,5 %	91,4 %	% der Gesamtzahl
	sichtbar	2	3	5	Anzahl
		3,4 %	5,2 %	8,6 %	% der Gesamtzahl
	gesamt	46	12	58	Anzahl
		79,3 %	20,7 %	100,0 %	% der Gesamtzahl

	Wert	exakte Signifikanz (2-seitig)
McNemar-Test		0,065
Anzahl der gültigen Fälle	58	

Eine knappe Überlegenheit der DVT-PSA konnte nachgewiesen werden. Kanalkrümmungen konnten bei drei Zähnen zusammen in beiden Ansichten als „sichtbar“ beurteilt werden. In PSA waren separat davon zwei Fälle sichtbar, jedoch dagegen neun Fälle in der korrespondierenden DVT-PSA. Prozentual betrachtet, sind dies 3,4 % gegenüber 15,5 %. In der Gesamtheit der jeweiligen Aufnahme stehen 8,6 % in PSA gegen 20,7 % im DVT-PSA.

Das verdeutlicht der p-Wert von 0,065.

Dreidimensionale Aufnahmen bieten folgende Ansicht:

**Abbildung 44 Krümmung des Kanals**



**Tabelle 45 Häufigkeit zur Krümmung des Kanals**

Krümmung des Kanals	sichtbar		nicht sichtbar	
	n	%	n	%
PSA	5	8,6 %	53	91,4 %
CS	12	20,7 %	46	79,3 %
DVT- sagittal	13	22,4 %	45	77,6 %
DVT-PSA	12	20,7 %	46	79,3 %

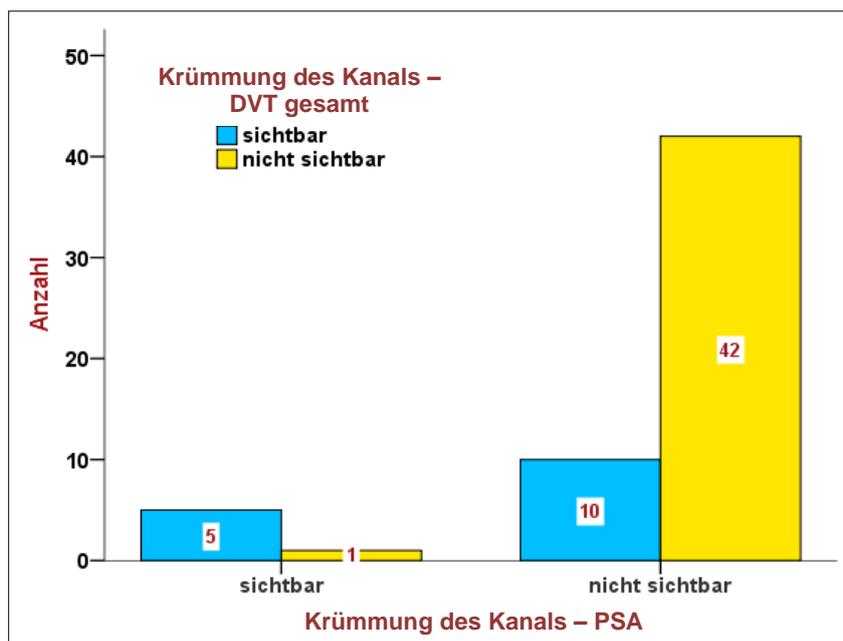
Die Dominanz bei der Beurteilung zur Kanalkrümmung liegt bei DVT-Aufnahmen. Mit Zusammenschluss aller Aufnahmen war eine Kanalkrümmung bei insgesamt 25,9 % als „sichtbar“ beurteilt worden. Die CS und die sagittalen Aufnahmen zeigten in diesem Fall dicht bei einander liegende Resultate (20,7 % und 22,4 %). PSA präsentierten die geringsten Werte (8,6 %). Die statistische Aussagekraft des p-Werts von 0,012 ist signifikant. Der Wert entstand durch 17,2 % im „DVT gesamt“ gegen 3,4 % in PSA.

Tabelle 46 Krümmung des Kanals – PSA / DVT gesamt

		Krümmung des Kanals – DVT gesamt			
		nicht sichtbar	sichtbar	gesamt	
Krümmung des Kanals – PSA	nicht sichtbar	42	10	52	Anzahl
		72,4 %	17,2 %	89,7 %	% der Gesamtzahl
	sichtbar	1	5	6	Anzahl
		1,7 %	8,6 %	10,3 %	% der Gesamtzahl
	gesamt	43	15	58	Anzahl
		74,1 %	25,9 %	100,0 %	% der Gesamtzahl

	Wert	exakte Signifikanz (2-seitig)
McNemar-Test		0,012
Anzahl der gültigen Fälle	58	

Abbildung 45 Krümmung des Kanals – PSA / DVT gesamt



Die mittleren Balken, der gelbe (Wert 1) und der blaue (Wert 10), zeigen die DVT-Überlegenheit. Die eins (1,7 %) bedeutet Sichtbarkeit in der PSA. Dem gegenüber stehen zehn Zähne (17,2 %), die nur im DVT zu sehen waren. Fünf Fälle, im linken blauen Balken, zeigen die positiven Ergebnisse in beiden Techniken. Der rechts stehende gelbe Balken steht für die 42 Zähne, die in beiden als nicht sichtbar bewertet wurden.

### 4.3.4 Einengung des Kanals

Abbildung 46 Einengung des Kanals



Tabelle 47 Einengung des Kanals – PSA / DVT-PSA

		Einengung des Kanals – DVT-PSA			
		nicht sichtbar	sichtbar	gesamt	
Einengung des Kanals – PSA	nicht sichtbar	42	11	53	Anzahl
		72,4 %	19,0 %	91,4 %	% der Gesamtzahl
	sichtbar	2	3	5	Anzahl
		3,4 %	5,2 %	8,6 %	% der Gesamtzahl
	gesamt	44	14	58	Anzahl
		75,9 %	24,1 %	100,0 %	% der Gesamtzahl

	Wert	exakte Signifikanz (2-seitig)
McNemar-Test		0,021
Anzahl der gültigen Fälle	58	

Ein engeengter Kanal im Weisheitszahnbereich zeigt sich aktuell als wenig nachweisbar. Dennoch wurde eine Dominanz der DVT deutlich.

Drei Aufnahmen zeigten gleichzeitig einen engeengten Nervkanal (5,2 %). Allein in den PSA wurde das Kriterium bei zwei Zähnen gesichtet. Das entspricht 3,4 %. Demgegenüber zeigte die DVT-PSA eine Einengung bei elf Zähnen (19 %). Alle PSA zeigten 8,6 % und die der DVT-PSA 24,1 %. Der p-Wert beschreibt mit 0,021 statistische Aussagekraft.

**Abbildung 47** Einengung des Kanals**Tabelle 48** Häufigkeit zur Einengung des Kanals

Einengung des Kanals	sichtbar		nicht sichtbar	
	n	%	n	%
PSA	5	8,6 %	53	91,4 %
CS	0	0,0 %	58	100,0 %
DVT-sagittal	4	6,9 %	54	93,1 %
DVT-PSA	14	24,1 %	44	75,9 %

Unterschiedliche Ebenen der DVT konnten hierbei keinen Vorteil bieten. Bei den CS konnten keine positiven Befunde evaluiert werden.

Sagittale Ansichten zeigten 6,9 %.

Die „Einengung des Kanals“ in allen Ebenen entspricht einem Wert von 19,0%.

Vergleichend zu betrachtende Werte sind 13,8 im „DVT gesamt“ und 3,4 % in der PSA.

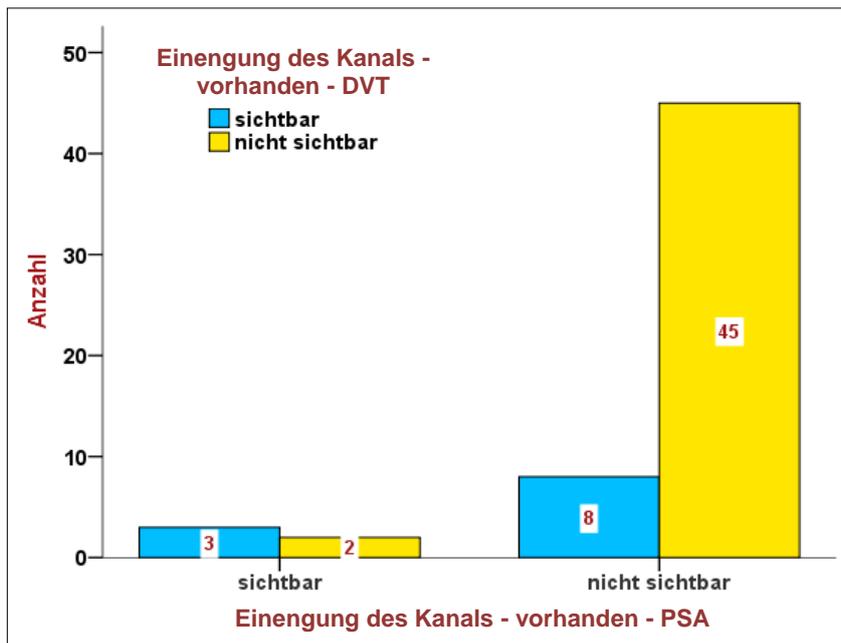
Dadurch entstand ein p-Wert von 0,109. Diese Angabe ist nicht prägnant.

Tabelle 49 Einengung des Kanals – PSA / DVT gesamt

		Einengung des Kanals – DVT gesamt			
		nicht sichtbar	sichtbar	gesamt	
Einengung des Kanals – PSA	nicht sichtbar	45	8	53	Anzahl
		77,6 %	13,8 %	91,4 %	% der Gesamtzahl
	Sichtbar	2	3	5	Anzahl
		3,4 %	5,2 %	8,6 %	% der Gesamtzahl
	Gesamt	47	11	58	Anzahl
		81,0 %	19,0 %	100,0 %	% der Gesamtzahl

	Wert	exakte Signifikanz (2-seitig)
McNemar-Test		0,109
Anzahl der gültigen Fälle	58	

Abbildung 48 Diagramm Einengung des Kanals – PSA / DVT gesamt



Aussagekraft stellen beide inneren Säulen dar. PSA-Befunde stehen in der linken gelben Säule, beziffert mit der „zwei“. Das entsprechende „DVT gesamt“ zeigte die „acht“ in der rechten blauen Säule. Die kurze Säule ganz links demonstriert die Fälle, die in beiden Fällen eine Veränderung im Kanaldurchmesser zeigten. Gleich-bleibende Kanalverläufe präsentiert die gelbe Säule rechts außen.

### 4.3.5 Krümmung der Wurzel

Abbildung 49 Krümmung der Wurzel



Tabelle 50 Krümmung der Wurzel – PSA / DVT-PSA

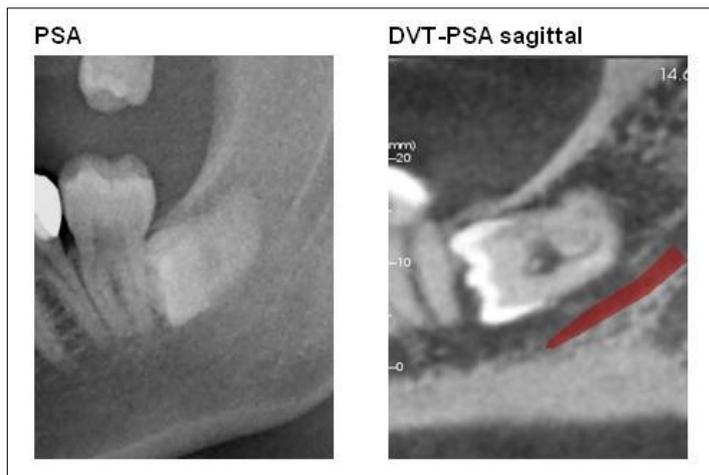
		Krümmung der Wurzel - vorhanden - - DVT-PSA			
		nicht sichtbar	sichtbar	gesamt	
Krümmung der Wurzel - vorhanden - - PSA	nicht sichtbar	29	9	38	Anzahl
		50,0 %	15,5 %	65,5 %	% der Gesamtzahl
	sichtbar	1	19	20	Anzahl
		1,7 %	32,8 %	34,5 %	% der Gesamtzahl
	gesamt	30	28	58	Anzahl
		51,7 %	48,3 %	100,0 %	% der Gesamtzahl

	Wert	exakte Signifikanz (2-seitig)
McNemar-Test		0,021
Anzahl der gültigen Fälle	58	

Eindeutige Überlegenheit der DVT wurde ermittelt.

19 Zähne wiesen zugleich bei beiden Röntgenarten eine Übereinstimmung bezüglich dieses Kriteriums auf. Dem ungeachtet ließ sich eine Wurzelkrümmung in PSA bei einem Zahn befunden. Das entspricht 1,7 %. Vergleichend dazu wurde bei neun der untersuchten Weisheitszähne in der DVT eine Wurzelkrümmung als „sichtbar“ bewertet. Das sind 15,5 % Zähne. Alle PSA zusammengenommen ergaben einen Wert von 34,5 %. Bei den DVT-PSA waren es 48,3 %. Der p-Wert liegt bei 0,021.

**Abbildung 50 Krümmung der Wurzel**



Wichtigkeit besteht hinsichtlich der Wurzelkrümmung in bucco-lingualer Ansicht. Dafür sind Cross-Sections unabdingbar. Von den insgesamt 29 (100 %) im DVT-PSA sichtbaren Wurzelkrümmungen wiesen drei eine Krümmung nach bukkal auf. Zweimal handelte es sich um Zahn 48 (13,3 %) und einmal um Zahn 38 (7,1 %).

**Tabelle 51 Bukkale Wurzelkrümmung**

		Bukkale Krümmung			
		ja	nein	gesamt	
Zahn	38	1	13	14	Anzahl
		7,1 %	92,9 %	100,0 %	% innerhalb von Zahn
	48	2	13	15	Anzahl
		13,3 %	86,7 %	100,0 %	% innerhalb von Zahn
	gesamt	3	26	29	Anzahl
		10,3 %	89,7 %	100,0 %	% innerhalb von Zahn

Abbildung 51 Beispiel für Wurzelkrümmung nach bukkal

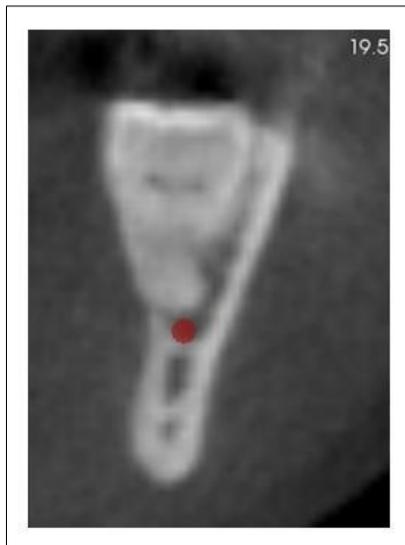
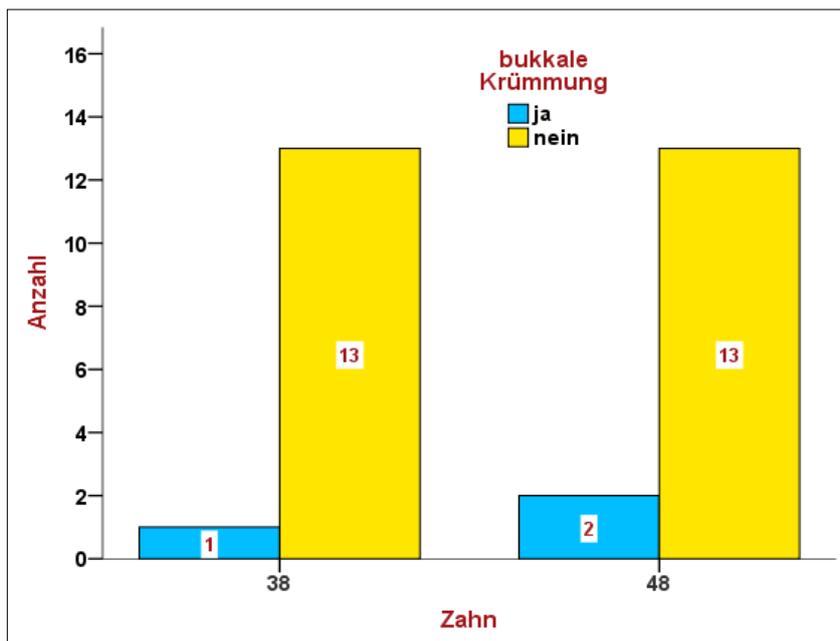


Abbildung 52 Diagramm zur bukkalen Wurzelkrümmung



Die blauen Säulen zeigen ermittelte bukkale Krümmungen, verteilt auf Zahn 38 (Ziffer 1) und Zahn 48 (Ziffer 2). Gelbe Balken stellen Nichtsichtbarkeit dieses Merkmals dar.

Gegenüberstellend konnten Wurzelkrümmungen in die linguale Richtung sieben Weisheitszähnen zugeordnet werden. Die Häufigkeit ist mit 33,3 % bei Zahn 48 gegenüber 14,3 % bei Zahn 38 zu sehen.

**Tabelle 52**      **Linguale Wurzelkrümmung**

		Linguale Krümmung			
		ja	nein	gesamt	
Zahn	38	2	12	14	Anzahl
		14,3 %	85,7 %	100,0 %	% innerhalb von Zahn
	48	5	10	15	Anzahl
		33,3 %	66,7 %	100,0 %	% innerhalb von Zahn
	gesamt	7	22	29	Anzahl
		24,1 %	75,9 %	100,0 %	% innerhalb von Zahn

**Abbildung 53**      **Beispiel für Wurzelkrümmung nach lingual**

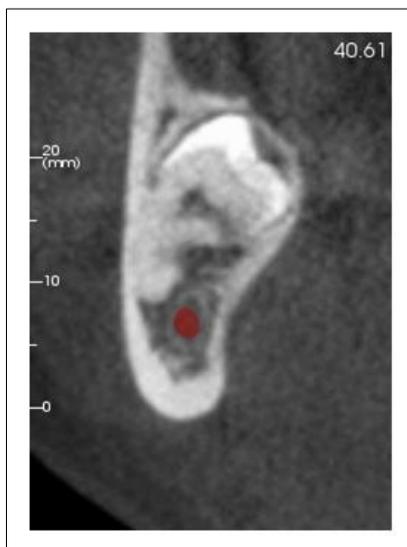
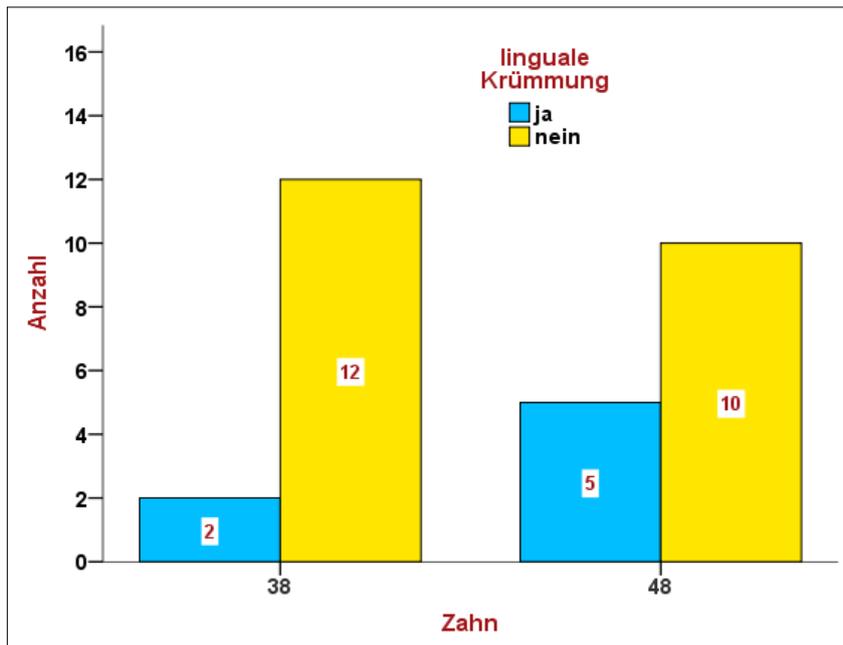


Abbildung 54 Diagramm zur linguale Wurzelkrümmung



Erneut beziehen sich die blauen Säulen auf sichtbare Befunde. Die linke zeigt Zahn 38 und die rechte Zahn 48.

Die DVT-Ebenen wurden ebenso bezüglich der Wurzelkrümmung zusammengefasst und den PSA gegenübergestellt. Alle Richtungen von Krümmungen wurden einbezogen.

Tabelle 53 Häufigkeit zur Wurzelkrümmung – PSA / DVT

Krümmung der Wurzel	sichtbar		nicht sichtbar	
	n	%	n	%
PSA	20	34,5 %	38	65,5 %
CS	27	46,6 %	31	53,4 %
DVT- sagittal	26	44,8 %	32	55,2 %
DVT-PSA	28	48,3 %	30	51,7 %

Wurzelkrümmungen sind keine Seltenheit. Überlegenheit der DVT ist deutlich. Die CS und die sagittalen Aufnahmen präsentierten dicht bei einander liegende Werte (46,6 % und 44,8%). Einen annähernd ähnlichen Betrag lieferten die DVT-PSA mit 48,3 %.

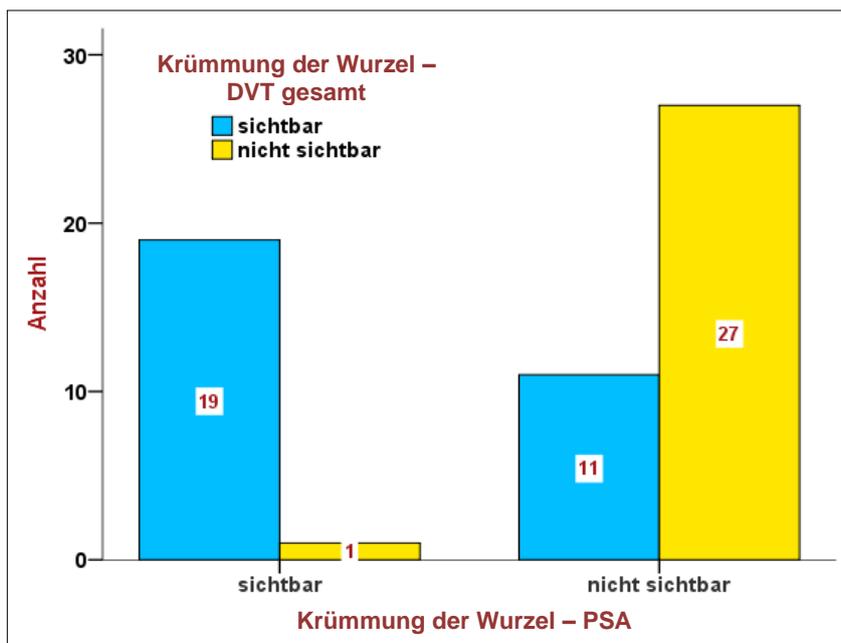
Tabelle 54 Krümmung der Wurzel – PSA / DVT gesamt

		Krümmung der Wurzel – DVT gesamt			
		nicht sichtbar	sichtbar	gesamt	
Krümmung der Wurzel – PSA	nicht sichtbar	27	11	38	Anzahl
		46,6 %	19,0 %	65,5 %	% der Gesamtzahl
	sichtbar	1	19	20	Anzahl
		1,7 %	32,8 %	34,5 %	% der Gesamtzahl
	gesamt	28	30	58	Anzahl
		48,3 %	51,7 %	100,0 %	% der Gesamtzahl

	Wert	exakte Signifikanz (2-seitig)
McNemar-Test		0,006
Anzahl der gültigen Fälle	58	

Wurzelkrümmungen konnten mit DVT deutlicher nachgewiesen werden. 19,0% vergleichend zu PSA (1,7 %) ergaben diese Bewertung. Im gesamten DVT stellten sich bei 51,7 % Verformungen der Wurzeln dar. Bei den PSA betrug der Wert 34,5 %. Zur besseren Darstellung folgt das Balkendiagramm.

Abbildung 55 Diagramm zur Wurzelkrümmung – PSA / DVT gesamt



Der äußere gelbe Balken veranschaulicht „keine Sichtbarkeit“ in beiden Aufnahmen. Übereinstimmung beider Techniken präsentiert die linke blaue Säule, mit Ziffer 19. Die Überlegenheit der DVT wird in der rechten blauen Säule demonstriert. Diese zeigt elf sichtbare Zähne (19,0 %). In den PSA waren es dagegen 1,7 %.

### 4.3.6 Einengung der Wurzel

Die Untersuchung dieses selten untersuchten Kriteriums ergab keine Überlegenheit einer Aufnahmeart.

Abbildung 56 Einengung der Wurzel

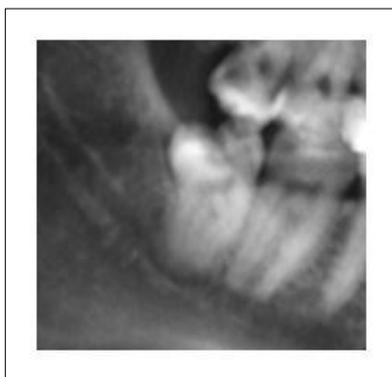


Tabelle 55 Einengung der Wurzel – PSA / DVT-PSA

		Einengung der Wurzel – DVT-PSA			
		nicht sichtbar	sichtbar	gesamt	
Einengung der Wurzel – PSA	nicht sichtbar	45	8	53	Anzahl
		77,6 %	13,8 %	91,4 %	% der Gesamtzahl
	sichtbar	2	3	5	Anzahl
		3,4 %	5,2 %	8,6 %	% der Gesamtzahl
	gesamt	47	11	58	Anzahl
		81,0%	19,0 %	100,0 %	% der Gesamtzahl

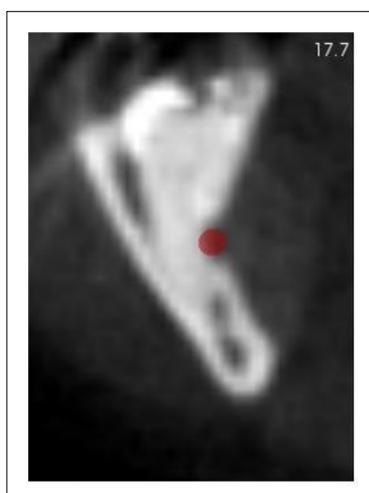
	Wert	exakte Signifikanz (2-seitig)
McNemar-Test		0,109
Anzahl der gültigen Fälle	58	

Drei Zähne zeigten in beiden Aufnahmen synchron eine eingengte Wurzel. Zwei Zähne demonstrierten in PSA eine Wurzeleinengung. Das entspricht 3,4 %.

13,8 % (acht Zähne) der DVT-PSA zeigten unabhängig davon eine „Einengung der Wurzel“. Zusammenfassungen der Aufnahmen ergaben Werte von 8,6 % in PSA und 19,0 % im vergleichenden DVT-PSA.

Eine Aussagekraft ist nicht begründet. Der p-Wert von 0,109 ist unbedeutend.

**Abbildung 57** Einengung der Wurzel



**Tabelle 56** Häufigkeit zur Einengung der Wurzel

Einengung der Wurzel	sichtbar		nicht sichtbar	
	n	%	n	%
PSA	5	8,6 %	53	91,4 %
CS	1	1,7 %	57	98,3 %
DVT-sagittal	2	3,4 %	56	96,6 %
DVT-PSA	11	19,0 %	47	81,0 %

Die Häufigkeitstabelle offenbart einen relativ großen Prozentsatz von 19,0 % Sichtbarkeit im DVT-PSA. Hingegen konnten sowohl die CS als auch die DVT-PSA-sagittal Aufnahmen dies nicht bestätigen. Die CS zeigten lediglich 1,7 % und die sagittalen Schnitte 3,4 % sichtbare Befunde dieses Parameters.

Tabelle 57 Einengung der Wurzel – PSA/ DVT gesamt

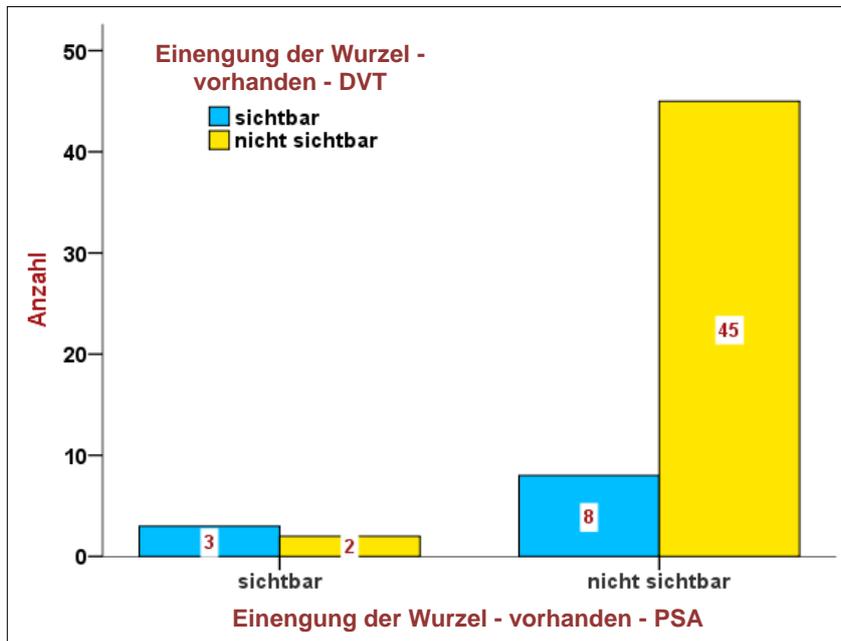
		Einengung der Wurzel – DVT gesamt			
		nicht sichtbar	sichtbar	gesamt	
Einengung der Wurzel – PSA	nicht sichtbar	45	8	53	Anzahl
		77,6 %	13,8 %	91,4 %	% der Gesamtzahl
	sichtbar	2	3	5	Anzahl
		3,4 %	5,2 %	8,6 %	% der Gesamtzahl
	gesamt	47	11	58	Anzahl
		81,0 %	19,0 %	100,0 %	% der Gesamtzahl

	Wert	exakte Signifikanz (2-seitig)
McNemar-Test		0,109
Anzahl der gültigen Fälle	58	

Weil eine „Einengung der Wurzel“ in den verschiedenen DVT-Ebenen nicht bestätigt werden konnte, berief sich die Gesamtsichtbarkeit ebenso auf 19,0 %. Die alleinigen PSA-Befunde blieben bei 8,6 %. Eine Aussagekraft bezüglich dieses Merkmals kann nicht bestätigt werden. Der p-Wert liegt bei 0,109.

Das nachstehende Diagramm zeigt in der rechten, gelben Säule eindeutig eine Nichtsichtbarkeit einer Wurzeleinengung in dieser Probandengruppe. In insgesamt 45 Fällen blieb dieses Merkmal unbestätigt. Drei Zähne wiesen eine Einengung sowohl in den PSA als auch im „DVT gesamt“ auf, zwei lediglich in PSA. Dargestellt sind diese Angaben in den beiden linken Säulen. Der blaue Bereich, welcher mit einer „acht“ beziffert ist, zeigt die 19 % positiver Betrachtungen in der „DVT gesamt“.

Abbildung 58 Diagramm zur Einengung der Wurzel



#### 4.3.7 Vertikale Zahnposition

Nachfolgende Abbildung verdeutlicht die Beurteilungssituation der Wurzel zum Kanalverlauf.

Abbildung 59 Vertikale Zahnposition



Tabelle 58 Vertikale Zahnposition, superior

		Vertikale Zahnposition, superior – DVT-PSA			
		nicht sichtbar	sichtbar	gesamt	
Vertikale Zahnposition, superior – PSA	nicht sichtbar	17	1	18	Anzahl
		29,3 %	1,7 %	31,0 %	% der Gesamtzahl
	sichtbar	31	9	40	Anzahl
		53,4 %	15,5 %	69,0 %	% der Gesamtzahl
	gesamt	48	10	58	Anzahl
		82,8%	17,2 %	100,0 %	% der Gesamtzahl

	Wert	exakte Signifikanz (2-seitig)
McNemar-Test		0,000
Anzahl der gültigen Fälle	58	

DVT-Aufnahmen ermöglichen eine genaue Einschätzung des Kontakts zwischen der Zahnwurzel und dem Verlauf des N. alv. inf.. Zur Betrachtung dieser genauen Position zeigte sich die DVT-PSA-Ansicht als überragend.

In PSA konnte 31 Zähnen (53,4 %) ein direkter Kontakt zur angrenzenden kortikalen Kanalbegrenzung zugeordnet werden, in den vergleichenden Fällen der DVT war es ein einziger (1,7 %). Neun Zähne ließen diese Position parallel in beiden Ansichten erkennen. Die Gesamtheit zeigte 69,0 % bei PSA und 17,2 % im DVT-PSA. Der p-Wert dieses Untersuchungsunterpunktes liegt bei <0,001 und zeigt statistische Signifikanz.

**Tabelle 59** Vertikale Zahnposition, in der Kortikalis

		Vertikale Zahnposition, in der Kortikalis – DVT-PSA			
		nicht sichtbar	sichtbar	gesamt	
Vertikale Zahnposition, in der Kortikalis – PSA	nicht sichtbar	18	29	47	Anzahl
		31,0 %	50,0 %	81,0 %	% der Gesamtzahl
	Sichtbar	2	9	11	Anzahl
		3,4 %	15,5 %	19,0 %	% der Gesamtzahl
	Gesamt	20	38	58	Anzahl
		34,5 %	65,5 %	100,0 %	% der Gesamtzahl

	Wert	exakte Signifikanz (2-seitig)
McNemar-Test		0,000
Anzahl der gültigen Fälle	58	

Es offenbarten neun Zähne simultan eine Übereinstimmung. Einzelne Betrachtung der PSA ergab bei zwei (3,4 %) Zähnen einen direkten Zusammenhang. Im Vergleich dazu konnten 50,0 % (29 Fälle) der DVT-Aufnahmen eine direkte Position des Weisheitszahn am N. alv. inf. erkennen. Bei der Totalität beider untersuchter Röntgenarten sprachen demnach 19,0 % in PSA gegen 65,5 % im DVT-PSA. Der p-Wert beträgt <0,001.

Tabelle 60 Vertikale Zahnposition, inferior

		Vertikale Zahnposition, inferior – DVT-PSA			
		nicht sichtbar	sichtbar	gesamt	
Vertikale Zahnposition, inferior – PSA	nicht sichtbar	49	2	51	Anzahl
		84,5 %	3,4 %	87,9 %	% der Gesamtzahl
	sichtbar	1	6	7	Anzahl
		1,7 %	10,3 %	12,1 %	% der Gesamtzahl
	gesamt	50	8	58	Anzahl
		86,2 %	13,8 %	100,0 %	% der Gesamtzahl

	Wert	exakte Signifikanz (2-seitig)
McNemar-Test		1,000
Anzahl der gültigen Fälle	58	

Die vertikale Position „inferior“ zum Kanalverlauf war in beiden Techniken ähnlich zu beurteilen. Sechs Zähne enthüllten gleichzeitig diese Lage, was 10,3 % gleichkam. In separater Betrachtung erfüllten 1,7 % der PSA versus 3,4 % diesen Parameter. In der Zahnanzahl bedeutet dies: einen Zahn in PSA und zwei in DVT-PSA. Insgesamt konnten 12,1 % der PSA und 13,8 % der DVT-PSA diese Position darstellen. Der p-Wert stellt mit 1,000 keine Aussagekraft dar.

Zusammenfassend sind die einzelnen Ergebnisse in den nächsten Tabellen dargestellt, separat für PSA und DVT-PSA. Alle Positionen sind einbezogen.

Tabelle 61 Häufigkeit der vertikalen Zahnpositionen in PSA

Vertikale Zahnposition – PSA	sichtbar	
	n	%
superior	40	69,0
in der Kortikalis	11	19,0
inferior	7	12,1

In PSA konnten 69,0% der untersuchten Weisheitszähne eine superiore Position zum C. mand. zugeordnet werden. In 19,0 % der Fälle wurde ein direkter Kontakt mit der

Kortikalis gesehen. Die inferiore Position entspricht fast dem Ergebnis der DVT (12,1 % versus 13,8 %). Dies spiegelt die Auswertung des p-Werts wider.

**Tabelle 62** Häufigkeit der vertikalen Zahnpositionen im DVT-PSA

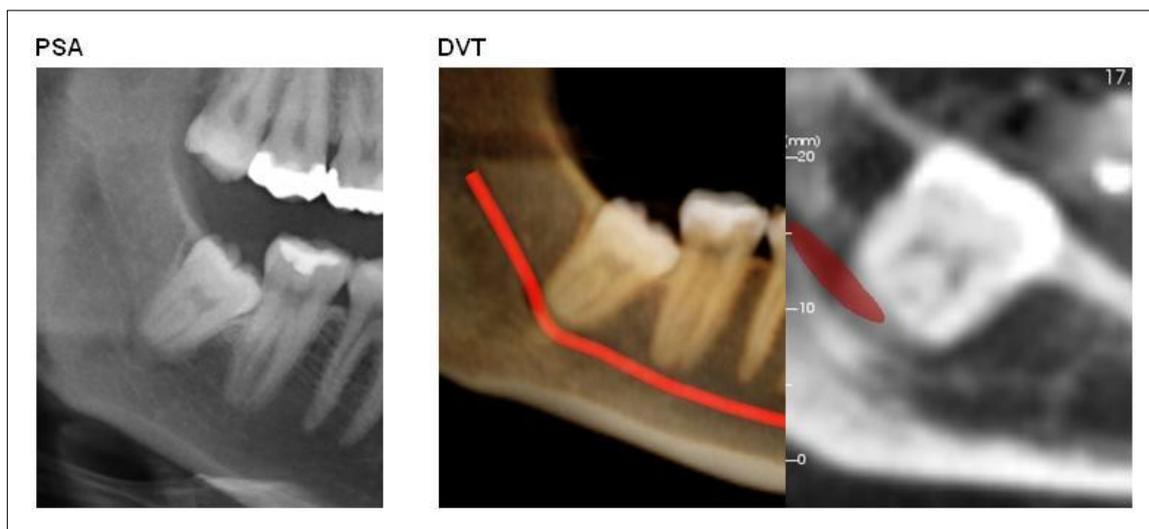
Vertikale Zahnposition – DVT-PSA	sichtbar	
	n	%
superior	10	17,2
in der Kortikalis	38	65,5
inferior	8	13,8

Dagegen wiesen die DVT-PSA-Aufnahmen mit 65,5 % einen deutlich höheren sichtbaren Kontakt zwischen der Zahnwurzel und dem Nervkanal auf. Eindeutig sind nur 17,2 % der Weisheitszähne einer superioren Position zuzuordnen.

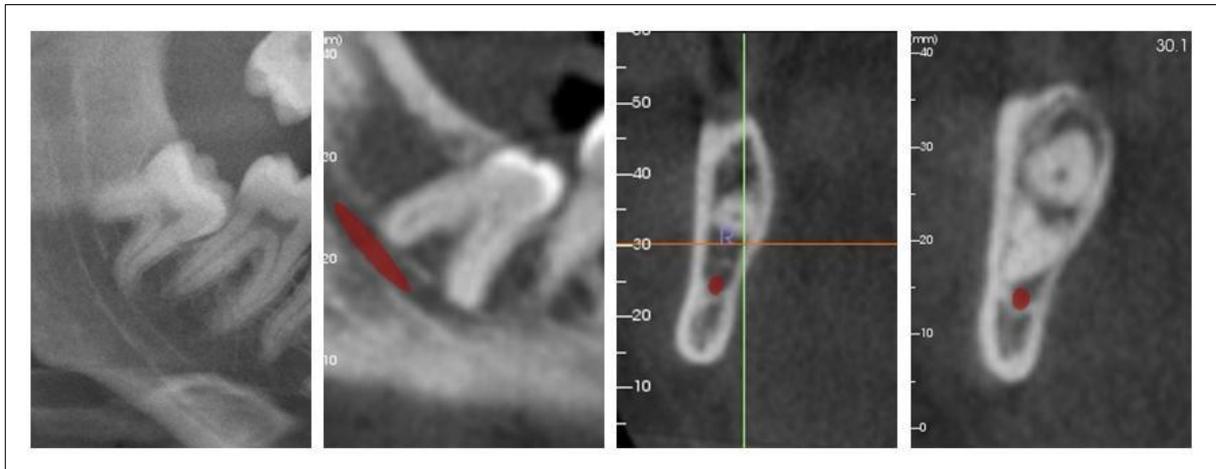
Der Kontakt an der Kortikalis entspricht einem direkten Kontakt beider Strukturen.

Es folgen Abbildungen, die unterschiedliche Beurteilungen zeigen.

**Abbildung 60** Vergleich von Zahnpositionen – PSA / DVT (aus Mesantis)



Das Bild aus der PSA (Abbildung 60, links) lässt auf „superiore“ Position vermuten. Einen „direkten Kontakt“ in der Vertikalposition zeigt das DVT (Abbildung 60, beide rechts).

**Abbildung 61 Zahnkontakt vergleichend in unterschiedlichen Ebenen<sup>49</sup>**

Von links: Hier zeigte sich in der PSA direkter Kontakt mit der kranialen Kortikalis. In der sagittalen Ansicht der DVT ist das gleiche Ergebnis sichtbar. Erst in den Cross-Sections lässt sich der Kontakt verneinen.

Es folgen die Ergebnisse zur vertikalen Position von „DVT gesamt“ und PSA gegenübergestellt.

**Tabelle 63 Häufigkeiten zur vertikalen Zahnposition**

Vertikale Zahnposition	Kortikaliskontakt		Superior	
	n	%	n	%
PSA	19	32,8 %	39	67,2 %
CS	30	51,7 %	28	48,3 %
DVT- sagittal	43	74,1 %	15	25,9 %
DVT-PSA	31	53,4 %	27	46,6 %

DVT-Aufnahmen ermöglichen eine genauere Diagnose zur Bestimmung der Weisheitszahnlage. In den CS waren bei 51,7 % und in der sagittalen Ansicht sogar 74,1 % der Zähne mit direktem Kontakt zum N. alv. inf. erkennbar.

„Direkter Zahnkontakt“ konnte in PSA im Vergleich dazu mit 32,8 % der Fälle festgestellt werden. In der DVT-PSA konnte vergleichend bei 53,4 % ein positives Ergebnis verzeichnen.

Tabelle 64 Vertikale Zahnposition – PSA / DVT gesamt

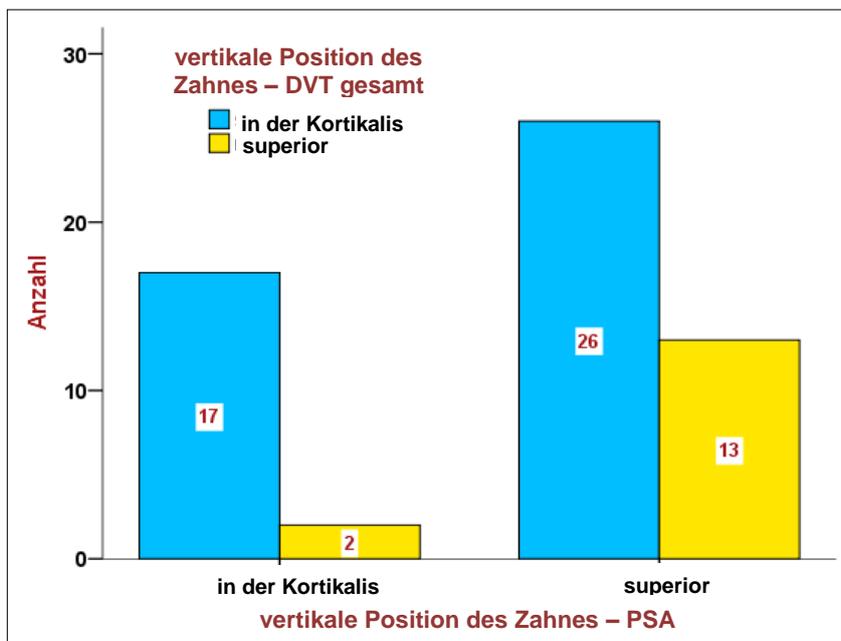
		Vertikale Zahnposition – DVT gesamt			
		superior	in Kortikalis	gesamt	
Vertikale Zahnpositionl – PSA	superior	13	26	39	Anzahl
		22,4 %	44,8 %	67,2 %	% der Gesamtzahl
	in Kortikalis	2	17	19	Anzahl
		3,4 %	29,3 %	32,8 %	% der Gesamtzahl
	gesamt	15	43	58	Anzahl
		25,9 %	74,1 %	100,0 %	% der Gesamtzahl

	Wert	exakte Signifikanz (2-seitig)
McNemar-Test		0,000
Anzahl der gültigen Fälle	58	

Die Kreuztabelle veranschaulicht noch einmal die oben genannten Daten. Eindeutige Aussagekraft besteht aufgrund des errechneten p-Wertes von weniger als 0,001.

Anschaulich darstellend ist folgendes Diagramm:

Abbildung 62 Diagramm zur vertikalen Zahnposition – PSA / DVT gesamt



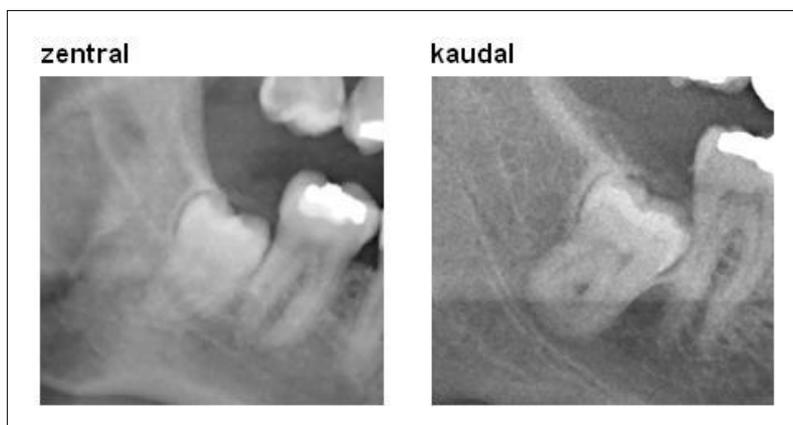
Der erste Balken in blau mit der Anzahl 17 zeigt, dass 17 Fälle sowohl in PSA als auch in DVT als „in Kortikalis“ sichtbar waren. Der vierte Balken mit der Anzahl 13 in gelb beschreibt 13 Fälle, die nirgends zu sehen waren. Der zweite Balken zeigt zwei Fälle, die in PSA, aber nicht im DVT sichtbar sind. Und der dritte Balken zeigt 26 Fälle im DVT sichtbar, aber nicht in PSA.

Hier wird die Überlegenheit des DVT klar: 26 Fälle versus 2 Fälle.

#### 4.3.8 Nervposition

Die zweidimensionalen Aufnahmen ließen nur kaudale und zentrale Positionen erkennen. Als zentrale Lage galt in diesem Fall die hoch liegende Lage des N. alv. inf. im Vergleich zur Zahnwurzel.

**Abbildung 63** Nervpositionen



**Tabelle 65      Nervpositionen**

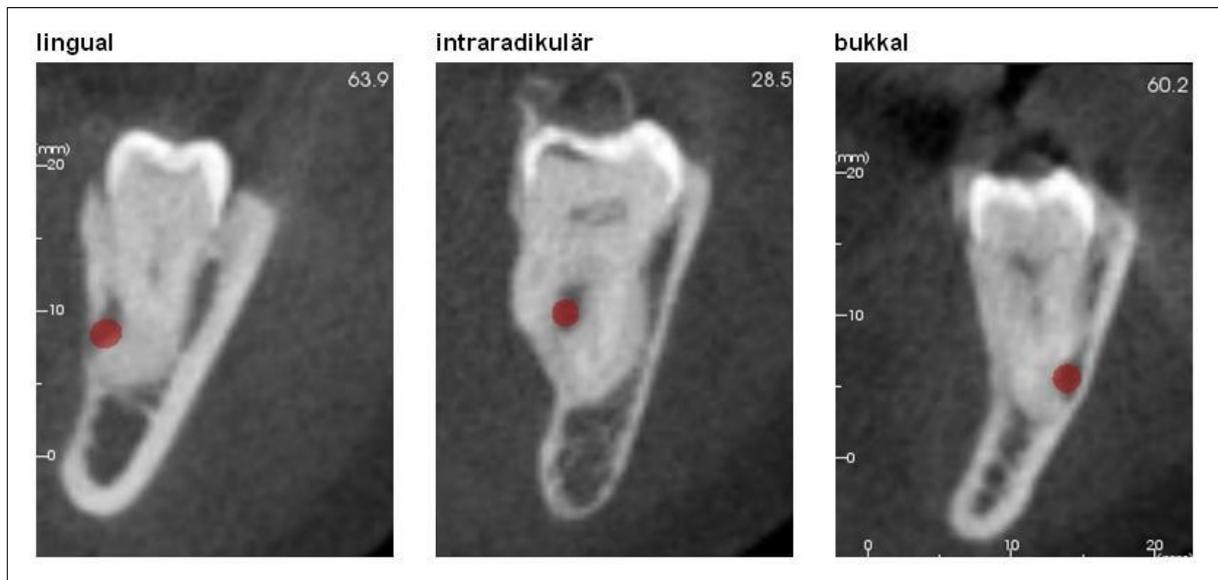
zentral		DVT-PSA	
		nicht sichtbar	sichtbar
PSA	nicht sichtbar	46	0
	sichtbar	10	2

kaudal		DVT-PSA	
		nicht sichtbar	sichtbar
PSA	nicht sichtbar	10	1
	sichtbar	18	29

Lokalisation des N. alv. inf. konnte in beiden Ansichten gleichermaßen beurteilt werden. Zentrale Positionen zeigten zwei Fälle im DVT-PSA. Die PSA dagegen zehn Fälle. Eine kaudale Lage war im DVT-PSA insgesamt bei 30 Zähnen sichtbar. 29 sowohl im PSA als auch im DVT-PSA. Dabei stehen bei zentraler Nervlage die Werte „0“ und „10“ gegenüber. Dementsprechend ist der p-Wert mit 0,002 aussagekräftig. In kaudaler Nervbetrachtung sind vergleichend die Zahlen „1“ und „18“ zu sehen. Daher liegt der p-Wert bei weniger als 0,001.

	p (2-seitig)
Nervposition – zentral	0,002
Nervposition – kaudal	0,000

Abbildung 64 Verlauf des N. alv. inf. (Mesantis)



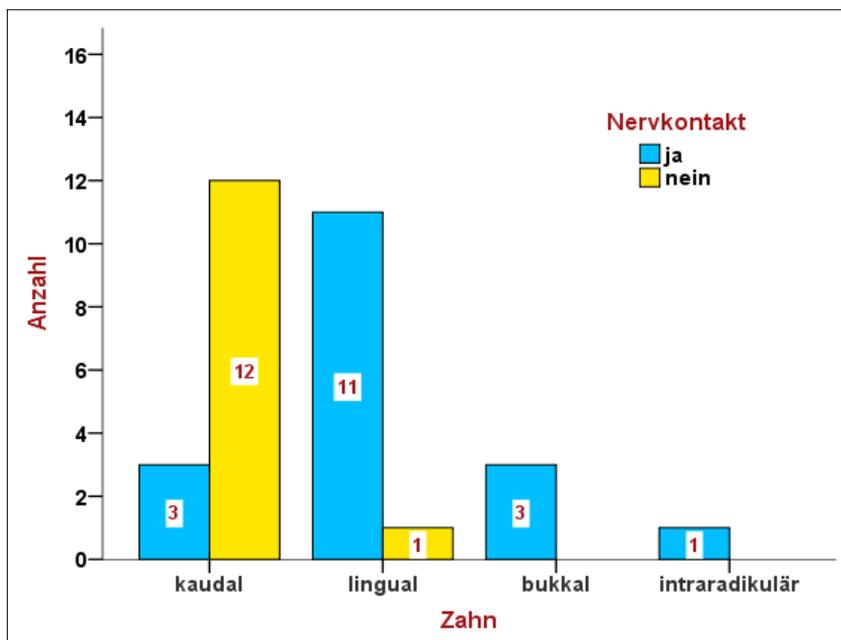
Einige Aufnahmen ließen zugleich einen lingualen und apikalen Kanalverlauf erkennen. Diese wurden nicht separat aufgeführt.

Tabelle 66 Verlauf des N. alv. inf. – PSA/ DVT gesamt

		Nervkontakt			
		ja	nein	gesamt	
Position	kaudal	3	12	15	Anzahl
		20,0 %	80,0 %	100,0 %	% innerhalb von Position
	lingual	11	1	12	Anzahl
		91,7 %	8,3 %	100,0 %	% innerhalb von Position
	bukkal	3	0	3	Anzahl
		100,0 %	0,0 %	100,0 %	% innerhalb von Position
	intraradikulär	1	0	1	Anzahl
		100,0 %	0,0 %	100,0 %	% innerhalb von Position
	gesamt	18	13	31	Anzahl
		58,1 %	41,9 %	100,0 %	% innerhalb von Position

Von insgesamt 31 Zähnen, die Nervkontakt in der Panoramasicht aufwiesen, wurden zur präziseren Beurteilung alle Ebenen einbezogen. Dabei zeigten insgesamt 15 Zähne kaudalen Kontakt. Davon ließen drei direkten Kontakt zum N. alv. inf. erkennen. Von den zwölf Fällen, in denen sich der N. alv. inf. lingual zur Zahnwurzel demonstrierte, wiesen elf direkten Kontakt zum Nerv auf. Alle drei bukkal des Zahnes verlaufenden Nervkanäle offenbarten direkten Kontakt. Dies galt ebenso für den einzelnen Fall des intraradikulären Nervverlaufs.

**Abbildung 65** Diagramm zum Verlauf des N. alv. inf. – PSA / DVT gesamt



Alle sichtbaren Fälle sind in den blauen Balken dargestellt. In drei Fällen verlief der Nerv bukkal des jeweiligen Zahnes. Gleiche Beurteilung gilt für die kaudale Lagebeziehung. In elf Aufnahmen befand sich der Nerv lingual vom Zahn. Intraradikulär ließ sich ein Nerv beurteilen.

## 5 DISKUSSION

### 5.1 Diskussion der Methoden

Randomisierte, kontrollierte Studien weisen eine genaue Aussagekraft aus. Von diesen ließen sich allerdings nur wenige finden. Als Kritikpunkte dieser Studien sind zu erwähnen, dass keine typischen Behandlungssituationen dargestellt werden. Weiterhin sei bemerkt, dass nur bestimmte Patienten eingeschlossen wurden. Angeführt werden sollte auch, dass die meisten Studien eine zu kurze Dauer für eine relevante Auswertung der Zielkriterien aufwiesen. Bei prospektiven Studien ist zudem mit einem Drop out der Patienten zu rechnen. Das ist auf Umzüge, Unwillen, Krankheiten und Todesfälle zurückzuführen. Außerdem ist die Literatur auch nach unterschiedlichen Gruppenzusammensetzungen zu beurteilen. Weiterhin ist die uneinheitliche Behandlung in verschiedenen Gruppen relevant. Möglicherweise wird durch variable Behandlungen die Validität in Frage gestellt.

Die Literaturrecherche konnte aufgrund vielfältiger und zudem variierender Methoden und Ergebnisse keine Metaanalyse im eigentlichen Sinn ergeben. Deshalb wurden die für diese Arbeit interessanten Studien zusammengefasst und gegenübergestellt.

*Weiß* (144) zeigte Unsicherheitsfaktoren bei Metaanalysen auf. Werden die Daten zu eng gefasst, können keine sicheren Schlussfolgerungen angegeben werden. Im Gegenzug dazu können zu oberflächliche Einteilungen mögliche Zusammenhänge überdecken. Ebenso führte er eine veraltete Datenlage als Unsicherheitspunkt an. Wobei in der aktuellen Arbeit die älteren und neueren Untersuchungen zu den jeweiligen Fragestellungen eine ähnliche Ergebnislage boten. Aus diesem Grund ist diese Ansicht nicht ohne Einwand zu bestätigen.

*Stamm et al.* (145) beriefen sich auf eine Untersuchung von 1985 von Fricke und Treinies, die bereits zu diesem Zeitpunkt Kritik an Metaanalysen äußerten. Für diese beiden Autoren besteht Wichtigkeit darin, dass Verfasser von Metaanalysen in der Pflicht seien ihre Vergleichsoptionen zu begründen. Andernfalls könne einer Metaanalyse keine Vergleichsmöglichkeit zugesprochen werden. Diese Diskrepanz wird „Äpfel-und-Birnen-Prinzip“ genannt. Wobei gleichzeitig die Angabe gemacht wurde, dass Reviews generell dieses Prinzip aufweisen (145). Ein weiterer Kritikpunkt

an Metaanalysen ist im direkten Vergleich sehr aussagekräftiger Studien mit weniger wertvollen zu sehen. Damit werden letztere aufgewertet. Das ist bei der Studienverteilung dieser Arbeit im Kapitel zur prophylaktischen Entfernung erkennbar. Die Probandenzahlen zeigten massive Schwankungen.

Metaanalysen sollten sich zudem auf sämtliche wichtige Ergebnisse beziehen, was scheinbar unmöglich ist (145). Veröffentlichungen von Studien mit signifikanten Ergebnissen stellt einen weiteren Kritikaspekt dar (145). In der aktuellen Arbeit kann dem widersprochen werden, da mehrere Studien keine signifikanten Ergebnisse im Vergleich unterschiedlicher Parameter publizierten. Metaanalysen bestätigen im Grunde lediglich bereits bestehende Ergebnisse (145).

### **5.1.1 Diskussion zur Literatur impaktierter Weisheitszähne**

Einigkeit über die prophylaktische Entfernung impaktierter Weisheitszähne besteht nicht. Viele Studien existieren mit weit auseinander reichenden Ergebnissen. Mögliche Pathologien durch Belassen der Zähne werden ebenso zahlreich angesprochen, wie zu erwartende Komplikationen im Fall der Entfernung. Alter und Geschlecht sind Bestandteile der meisten Studien. Ergebnisse zeigen keinerlei Genderbezug, wohl aber zum Alter. Stets wurde angegeben, das Patientenalter spiele im Hinblick auf Komplikationen aus verschiedenen Gründen eine Rolle. Dabei schwanken die Empfehlungen von Anfang des 20. Lebensjahres bis Anfang des 30. Lebensjahres (82, 108). Andererseits wird eine Überwachung und regelmäßige Kontrolle asymptomatischer Weisheitszähne als Alternative zur Extraktion geraten, weil nicht alle impaktierten Zähne symptomatisch werden (181). Eine Rolle könnte die Knochenzusammensetzung spielen, Regenerationsfähigkeit ist altersabhängig. Knochen enthält zwei Drittel organische, ein Drittel anorganische Bestandteile und Wasser. Im Alter schwindet der Wasseranteil und die anorganischen Bestandteile, wie Salze, erhöhen sich. Knochenbrüche sind wegen altersbedingter geringerer Beanspruchung erklärbar (163). *Bezerra et al.* (76) veröffentlichten ein Review, in dem die Position und Verlagerung der Weisheitszähne in der Mandibula und das Alter Beachtung fanden. Es stellte sich heraus, dass Frakturen mit geringer Wahrscheinlichkeit häufiger bei Anwesenheit von impaktierten Weisheitszähnen

auftreten. Angegebenes Durchschnittsalter der Studien lag bei 30 Lebensjahren. Andererseits bezeichnete *Hicks* (117) impaktierte Zähne als potenziell pathogen.

### **5.1.2 Diskussion zum Frontzahnengstand**

Die Mehrzahl der Autoren enthüllten als Ergebnis, dass Weisheitszähne per se nichts mit einem Frontzahnengstand zu tun haben. Uneinigkeit in dieser Fragestellung besteht seit Anfang der Literatur. So vielfältig die Resultate sind, so umfangreich sind die Methoden zur Untersuchung des Themas. Auch bei Betrachtung weltweit erschienener Studienergebnisse kann als vereinheitlichtes Ergebnis angeführt werden, dass Weisheitszähne in impaktierter Form keine Verantwortung für Frontzahnengstand haben (101, 110, 170, 180). Vergleiche werden mit Einbeziehung weniger Kadaververmessungen erschwert. Das Resultat lag im nicht vorhandenen Frontzahnengstand (71, 75, 112). Ähnlichkeit dazu berichten Studien, die sich mit prähistorischen Schädeln befassen (72). Daran ist nachvollziehbar, dass hinsichtlich der Schädelgröße zur heutigen Zeit Unterschiede messbar sind. Gemeinsamkeiten bestehen im Vorhandensein von Weisheitszähnen und Engstand. Diese Weisheitszähne hatten einen Platz in der Zahnreihe. Als Resultat wurden genetische Faktoren als Grund des Engstandes erwähnt, im Gegensatz zu Zahngrößen und Umweltfaktoren. Damit steht diese Aussage im Widerspruch zur anfangs angegebenen Theorie.

*Hasegawa et al.* (171) fanden zum einen keinen Zusammenhang zwischen den Weisheitszähnen und Engstand, als auch eine Unabhängigkeit der Zahnwinklung in diesem Zusammenhang.

Die Aussagekraft der Studien muss mit den Probandengrößen in Zusammenhang gebracht werden. Größere Studiengruppen über einen längeren Beobachtungszeitraum besitzen einen höheren Aussagewert.

In der Literatur kommen die zahlreichen Untersuchungen mehrheitlich zur Aussage, ein Frontzahnengstand werde nicht von einem Weisheitszahn verursacht.

Hinsichtlich der Langzeitstabilität seien Veränderungen unvermeidlich, weil diese unter anderem durch alterungsbedingte Änderungen entstehen. Das wird als „Faltenbildung“ des Gebisses bezeichnet (149). Aufgrund individueller Parameter in der kraniofaszialen Entwicklung sei eine Voraussage bezüglich der Position unterer Schneidezähne unmöglich (149).

Richardson (140) untersuchte in einer Fernröntgenseitenaufnahme den Zusammenhang von Wachstum und Frontzahnengstand. Ein Zusammenhang zwischen permanenter Dentition und morphologischen Merkmalen während des Gesichtswachstums wurde nicht bestätigt, da die Werte als unrealistisch beschrieben wurden.

### **5.1.3 PSA vs. DVT – Welche literarischen Parameter sind beurteilbar?**

Im Hinblick auf diesen Analyseteil existieren große Variabilitäten bezüglich Probandenanzahl und Methodik.

In der ermittelten Literatur spielen einige Faktoren mehrfach eine ausschlaggebende Rolle. Von den immer wieder erwähnten sieben Parametern wurden vier sehr häufig untersucht. Die Aussagekraft über die „Verdunklung der Wurzel“ und die „Unterbrechung der weißen Linie“ wurden stets besonders hervorgehoben (35, 40). *Bell* (27) zufolge sind diese Kennzeichen in PSA zuverlässiger in Ab- als in Anwesenheit zu beurteilen.

Die röntgenologischen Merkmale sind wichtig, um Einteilungen des Schwierigkeitsgrades vor operativen Zahnentfernungen vorzunehmen. Die mehrfach erwähnte „Sichtbarkeit der weißen Linie“ und die „vertikale Lage des Zahnes“ innerhalb der Kanalbegrenzung dienen als wertvoller Beurteilungspunkt für eine kortikale Begrenzung des Mandibularkanals (31). Ist diese Begrenzung auf einer PSA nicht zu beurteilen und überlagert der Kanalverlauf zusätzlich die Wurzel des Zahnes im Interessenfeld, ist eine erweiterte Diagnostik zur Planung indiziert (31).

Erwähnte Studien kamen zum einheitlichen Ergebnis, dass eine zweidimensionale PSA durchaus ausreiche, wenn impaktierte Weisheitszähne keine direkte Nähe zum N. alv. inf. aufweisen. Nach Aussage von *Zöller* und *Neugebauer* lässt sich das Risiko

einer Nervverletzung in diesen Fällen nicht minimieren, wenn zusätzlich eine DVT angefertigt wird (141).

Generell akzeptieren alle Autoren die dreidimensionale Aufnahmetechnik. PSA bleiben jedoch als Diagnostikgrundlage mehrheitlich bestehen.

Direkte Vergleichbarkeit beider Techniken ist nicht möglich. Beide bieten vollkommen andere Möglichkeiten zur Begutachtung der Anatomie.

Gemäß den mehrfach veröffentlichten Parametern ist eine Vergleichbarkeit möglich. Es wird stets auf die mangelhafte Genauigkeit von PSA in bucco-lingualer Ebene hingewiesen. Denn der zusätzliche Punkt des genauen „Nervenverlaufs“ lässt keinen direkten Vergleich zu. Es war zu erwarten, dass die DVT gebührende Zusatzinformationen liefern. Das gilt ebenfalls für die „Wurzelkrümmung“.

Vor Anschaffung eines DVT-Gerätes sollten zudem alle Aspekte in Betracht gezogen werden. *Nitka et al.* (148) weisen dabei auf folgende Punkte hin:

- sehr hohe Anschaffungskosten,
- Erforderlichkeit spezieller IT-Ausstattung,
- sehr hoher Datenarchivierungsaufwand (DICOM-Daten-Größe liegt zwischen 45 MB und 1.800 MB, Aufbewahrung mind. zehn Jahre),
- sehr hohe Betriebskosten und
- sehr hohe Datenschutzerfordernisse.

Dabei wird erwähnt, je kleiner das Field of View ist, desto geringer stellt sich die wirtschaftliche Rentabilität des Gerätes dar (148).

Als eindeutiger Vorteil einer DVT muss die individuelle Einstellung, je nach Fragestellung, bezeichnet werden. Dadurch entstehen vielfältige Diagnostikmöglichkeiten. Genau darin liegen zudem die Schwierigkeiten dieser Technik. Im Gegensatz dazu liegt bei PSA ein hinsichtlich der Projektion unverändertes Format vor (143, S. 125).

Um eindeutige Rekonstruktionsbeurteilungen zu ermöglichen, gelten wie bei PSA Regeln. Als Grundprinzip ist die orthograde Abbildung der Zähne anzusehen. Bei einer DVT ist für diese Einstellung umfangreiches Wissen der Anatomie und räumliches Vorstellungsvermögen notwendig.

Nichteinhaltung führt zum Übersehen eventueller pathologischer Erkrankungen und Fehlinterpretationen. Zur Beurteilung von dreidimensionalen Aufnahmen sollte auf

willkürliche Schnittführung verzichtet werden. Es fehlen sonst Vergleichsmöglichkeiten. Einzelheiten sind möglicherweise nicht sichtbar (143, S. 128).

Nachteile von PSA werden von *Fuhrmann* (143, S. 109 – 122) mit überlagerter Anatomie und Positionierungsfehlern beschrieben. Zu den von ihm aufgezählten Positionierungsfehlern zählen verschiedene Kippungen des Kopfes und metallische Strukturen wie z. B. Ketten und Bleischürzen. Anatomische Gegebenheiten sind die dreifache Abbildung der Wirbelsäule, Überlagerungen durch Weichteile und ein Wischschaten durch vorhandene Kronen.

Die Nutzung unterschiedlicher FOV und kV sollte gut bedacht werden. PSA weisen teilweise höhere Belastungen bei geringerem Datenerhalt als DVT auf.

## 5.2 Diskussion der Ergebnisse

Die aktuelle Untersuchungsgruppe ähnelt im Probandenumfang literarischen Angaben (10, 14, 66). Ebenso stimmt das höhere Verhältnis von Frauen zu Männern mit der Lektüre überein (14, 55, 68). Zahnverteilungen dieser Untersuchung zeigten eine Überlegenheit des Zahnes 38 im Vergleich zu Zahn 48. Diese Aufteilung entspricht einigen Literaturergebnissen (22, 60, 62, 108). *Alves-Pereira et al.* (193) stellten dabei eine erhöhte Komplikationsrate mit Sensibilitätsstörungen des N. alv. inf. heraus. Als Gründe wurden intraoperativ entstandene größere Knochendefekte wegen erschwerten Erreichens des Operationsgebietes im dritten Quadranten genannt (193).

### Statistik

Für den Erhalt einer statistischen Auswertung wurden Excel-Tabellen mit allen zu untersuchenden Parametern und den dazugehörigen Patientendaten gefüllt. Nach Begutachtung der Röntgenaufnahmen wurde eine dichotome Einteilung nach „Sichtbarkeit“ oder „Nichtsichtbarkeit“ verfolgt. Danach wurden mit dem SPSS<sup>50</sup>-Programm 22 für jedes einzelne zu untersuchende Merkmal Kreuztabellen<sup>51</sup>

---

<sup>50</sup> Marke der Softwarefirma IBM

<sup>51</sup> Kreuzung von zwei Variablen in klassischen Vier-Felder-Tafeln zur Häufigkeitsabtragung

aufgestellt. Diese Herangehensweise war notwendig, weil eine einfache Gegenüberstellung beider Röntgenarten keinen ausreichenden Vergleich ermöglichen würde. Denn aufgrund der dichotomen Herangehensweise befindet sich immer ein Wert in der jeweiligen Auswahlspalte, die eine „Sichtbarkeit“ erklärt. Dadurch ließ sich ein Gleichstand beider Techniken nach sich ziehen. Beide Aufnahmen hingen voneinander ab, weil sie sich jeweils auf den gleichen Patienten bezogen. Aus diesem Grund wurde die Auswertung mit dem McNemar-Test gewählt.

Dieser Test prüft die Gleichnisse oder Unterschiede. Es erfolgt eine Aussage, ob eine Seite der Kreuztabelle der anderen überlegen ist.

Beide Aufnahmen sind in den Tabellen enthalten und können nicht einfach herausgerechnet werden. Deshalb wird anhand der Kreuztabellen sichtbar, in welcher Röntgenart das jeweils untersuchte Merkmal „sichtbar“, bzw. „nicht sichtbar“ erscheint. Es folgt jeweils eine separate Auswertung. Bei dieser betrachtet man diagonal aufgestellte Werte, welche miteinander verglichen werden. Die zu vergleichenden Zahlen spiegeln in jedem Fall die einzeln als sichtbar beurteilten Fälle in PSA und DVT.

Mit der Auswertung aller Ergebnisse wurde jeweils ein p-Wert ermittelt. Beim p-Wert handelt es sich um eine Überschreitungswahrscheinlichkeit, weshalb die Werte zwischen null und eins angegeben werden. Je kleiner dieser Wert ist, desto mehr spricht das Ergebnis gegen die Nullhypothese<sup>52</sup>. Wird die Nullhypothese überwunden, gilt das Ergebnis als statistisch signifikant. Ebenso ergibt ein kleinerer Wert die statistische Evidenz für einen Unterschied irgendeiner Stärke. Der p-Wert liefert das Ergebnis eines Signifikanttests zur Prüfung einer vorab aufgestellten Nullhypothese. Die statistische Signifikanz ermöglicht eine Aussage über die Zufallswahrscheinlichkeit des gemessenen Unterschieds. Wenn  $p < 0.05$  ist, dann ist die Wahrscheinlichkeit kleiner als fünf Prozent, dass der gemessene Unterschied zwischen den Gruppen zufällig ist<sup>53</sup>.

---

<sup>52</sup>  $H_0$  „Es gibt keinen Unterschied zwischen PSA und DVT“  
Alternativentscheidung ist die alternative Hypothese  $H_1$   
Annahme der Nullhypothese bedeutet Ablehnung der Alternativhypothese ohne Beweis, dass Nullhypothese wahr ist

<sup>53</sup> [www.brinkmann-du.de/mathe/gost/stoch](http://www.brinkmann-du.de/mathe/gost/stoch) am 11.03.2015 um 19:01 Uhr  
[www.evimed.ch/glossar/p\\_Wert.html](http://www.evimed.ch/glossar/p_Wert.html) am 8.03.2015 um 14:33 Uhr

### 5.2.1 Prophylaktische Entfernung impaktierter Weisheitszähne

Die Kernaussagen, entsprechend der Literaturrecherchen, sind:

1. Größtenteils keine prophylaktische Entfernung.
2. Weisheitszähne belassen, wenn keine Schmerzen, Entzündungen, apikale Veränderungen, Resorptionen am zweiten Molar oder auf Röntgenaufnahmen zu direkte Verbindung mit C. mandibularis sichtbar sind.
3. Unbedingte Entfernung bei starker kariöser Zerstörung, Resorptionen und/oder Perikoronitis mit Schmerzen.

Als kritisch ist der Vergleich aller Studien aufgrund folgender Punkte anzusehen:

1. Unterschiedliche Probandenanzahl,
2. Einbeziehung asymptomatischer und symptomatischer Weisheitszähne,
3. unterschiedliche Untersuchungskriterien und
4. teilweise Nutzung von Kadavern statt Menschen als Bestandteil.

Bei den Kadavern handelte es sich um Objekte aus früheren Jahrhunderten. Durch die Evolution sind dies Parameter, die nicht im gleichen Maße mit den aktuellen Kiefern vergleichbar sind.

#### 5.2.1.1 Karies am zweiten Molar

Nachdem alle DVT-Ebenen zusammen berechnet wurden, zeigten sich im „DVT gesamt“ 46,6 % sichtbare Befunde. Im DVT-PSA und PSA waren es 31,0 %. In einer Untersuchung von *Allen et al.* (109) zeigte sich Kariesvorkommen an zweiten Molaren bei 19,3 %. Die distale Fläche dieser Zähne ist eine bevorzugte Stelle. *Al-Khateeb et al.* (104) veröffentlichten Werte von 17,2 %. Und *Falci et al.* erreichten 26,9 % (108). Gleichzeitiges Vorkommen mesioangulierter, benachbarter Weisheitszähne erhöht das Risiko (108, 109).

### 5.2.1.2 Karies am dritten Molar

Karies hatte in den Studien unterschiedliche Relevanz. Die Entstehung ist abhängig von der Mundhygiene des Patienten. Aus diesem Grund sollte in der Praxis die Betrachtung eines individuellen Plaqueindex bei Patienten mit impaktierten Weisheitszähnen erfolgen. Zudem sollte der soziale Hintergrund der Patienten betrachtet werden, wenn über das Belassen eines partiell impaktierten Weisheitszahnes nachgedacht wird. Es besteht erhöhte Kariesanfälligkeit in sozial schwachen Familien. Die Zahnreihe von Patienten ist mit vorhandenen, durchgebrochenen dritten Molaren um einen Zahn länger als bei Patienten ohne Weisheitszahn. Es liegt eine erschwerte Mundhygiene vor.

Dieses Kriterium konnte mit den „DVT gesamt“-Ansichten ebenfalls eine höhere Sichtbarkeit vorweisen. Es präsentierten sich 36,2 % gegenüber 29,3 % in DVT-PSA. In PSA waren es 25,9 %. Weisheitszahnkaries demonstrierte sich vergleichsweise bei *Allen et al.* mit 23,6 % (109).

Im Falle einer Patientenweigerung für eine erweiterte Röntgenaufnahme, kann bei nicht eindeutigem Kontaktnachweis des zu untersuchenden Zahnes zum N. alv. inf. als Konsequenz eine Therapieunterlassung folgen. Patientenweigerung kann zum einen bestehen, wenn generell mehrere Röntgenaufnahmen abgelehnt werden. Ein weiterer Grund eventueller Weigerung des Patienten, auch bezüglich einer Zahntfernung, ist die Zufallsdiagnose eines verlagerten Weisheitszahnes. Ein symptomloser Weisheitszahn ist für viele Patienten aus Angst vor Operationen und erwarteten Komplikationen erhaltungswürdig (164). Nach aktuell erhaltenen Ergebnissen ist auch so zu behandeln. Umfangreiche Aufklärung des Patienten ist unabdingbar.

Gegenwärtige Resultate zeigen eine Kariesentstehung am zweiten Molar bei 31 %. Diese Zahlen entsprechen sowohl den PSA, als auch den DVT-PSA. Am Weisheitszahn diagnostizierte Karies zeigte nur geringe Abweichung. In PSA waren zu 25,9 % Kavitäten feststellbar. Dagegen zeigten sich 29,3 % Karies im DVT-PSA. Daraus lässt sich schließen, beide Aufnahmen eignen sich in diesem Punkt gleichermaßen.

Angeführte Studien machten keine Differenzierung bei der Kariesbeurteilung zwischen beiden benachbarten Zähnen. Deshalb wurden nach der Einteilung in die *Pell und Gregory*-Klassifikation beide Unterteilungen zusammengefasst. Von den insgesamt 58 betrachteten Aufnahmen wiesen 25 Röntgenbilder Karies auf. Hohes Kariesaufkommen wurde bei Verlagerung in Klasse C, I mit 44,4 %, B, II (50 %), A, I (61,5 %) und B, I (100 %). In jeweiliger Gruppe befanden sich stets unterschiedlich große Anzahlen von Zähnen.

Separat unterteilend in Klasse A (13,9 %) und I (26,7 %) wiesen auch *Falci et al.* (108) ein hohes Kariesvorkommen nach.

Aktuelle Probandengruppe zeigte erhöhtes Alter. Das zeigt der Medianwert von 40,00. Damit besteht Ähnlichkeit mit anderen Studienresultaten. *Adeyemo et al.* (84) teilten ebenso in zwei Gruppen ein, wobei eine Gruppe jünger als 40 Jahre und die andere älter als 40 Jahre war. Sie wiesen Kariesentwicklung dritter Molaren mit 8,7 % nach. Dabei konnte die Häufigkeit mit erhöhtem Maße der jüngeren Gruppe zugeteilt werden. Von insgesamt 44 kariösen Zähnen entsprachen 39 der ersten Gruppe. Bei zweiten Molaren waren es insgesamt 0,6 %, wieder mit gesteigertem Vorkommen in der jüngeren Gruppe. Das Ergebnis entspricht in etwa den Daten von *Bataineh et al.* (114). Dagegen wurde Kariesentstehung in anderen Studien dem erhöhten Alter zugeschrieben. So erwähnten *Ozeç et al.* (101) ein Gesamtkariesauftreten von 20 %. Ab dem 35. Lebensjahr betrug die Werte fast 50 %. Entsprechende Ergebnisse lieferten *McArdle et al.* (103). Mesiale Angulationen kamen dabei mit 82 % vor. In aktueller Untersuchung wurde diese Verlagerung mit 28 % ermittelt. Im Gesamtergebnis zeigte sich mit der Überlegenheit mesioangulierter Verlagerung eine Übereinstimmung mit einzelnen Literaturquellen (35, 188, 190). Bei *Adeyemo et al.* (84) entsprachen 57,1 % dieser Gruppe. Vertikale Zahnpositionen waren aktuell zu 34,5 % nachweisbar. Literaturquellen ergaben ähnliche Ergebnisse (25, 54).

### 5.2.1.3 Perikoronitis

Eine perikoronale Entzündung konnte in erhöhtem Maße mit den gesamten DVT-Ebenen diagnostiziert werden (53,4 %). Dieses Ergebnis entspricht in etwa den Befunden aus den PSA (62,1 %). Und gleichzeitig widerlegt diese Zusammenfassung die Aussagekraft des DVT-PSA, welches eine Sichtbarkeit von 37,9 % aufwies. Da Perikoronitis mit 71 % eine ziemlich hohe Prävalenz zur Extraktion zeigt (106), sollte die Überlegung einer DVT-Aufnahme zur präventiven Diagnostik bestehen.

In Abwesenheit klinischer Beschwerden kann bei diesem Ergebnis das Belassen der Weisheitszähne folgen.

In den Gruppen B und C nach *Pell* und *Gregory* gab es erhöhtes Perikoronitisvorkommen. Als Ursache gilt verminderter Durchbruch. In diesem Fall befindet sich Schleimhaut über der Zahnkrone und erschwert die Reinigung. Die meisten Zähne mit Perikoronitis befanden sich in Gruppe C, II. Von elf Zähnen hatten 68,8 perikoronale Entzündungen. Es folgten sieben Zähne in B, II mit 87,5 % Perikoronitis. 46,8 % konnten dahingehend von *Betaineh et al.* (114) nachgewiesen werden. *Adeyemo et al.* (84) berichteten über ein hohes Aufkommen von 87,9 %. Zahnentfernungen sind bereits bei permanenter Perikoronitis zu überlegen. *Marciani* (160) berief sich in seiner Studie dabei auf das Interleukin-1 $\beta$ , welches bei intraoraler Besiedlung kardiovaskuläre Erkrankungen zur Folge haben kann.

### 5.2.1.4 Resorption

Auch bei der Beurteilung von Resorptionen am zweiten Molaren konnte mit dem „DVT gesamt“ ein höherer Wert der Sichtbarkeit erreicht werden (55,2 %). Vergleichend zeigten PSA 5,2 %. *Oenning et al.* erreichten ähnliche Werte von 5,31 % in PSA und 22,88 % mit DVT (10). Die mesioangulierte Position spielt wie bei der Kariesentstehung eine entscheidende Rolle. In Jordaniens Bevölkerung veröffentlichten *Al-Khateeb et al.* Auftreten von Resorptionen zu 0,7 % (104).

Beurteilungen bezüglich Resorptionen wurden, angelehnt an *Oenning et al.* (10), in „vorhanden“ und „nicht vorhanden“ eingeteilt. Entgegen dieser Studie wurde die statistische Auswertung mit dem McNemar-Test gemacht, um die Abhängigkeit beider Aufnahmen zu verdeutlichen. Beide galten in gleichem Maße für den jeweiligen Patienten.

Bei mesioangulierten Zähnen ist eine erhöhte Resorptionsgefahr am zweiten Molar nachzuweisen (188). *Oenning et al.* (10) zeigten in ihrer Studie einen signifikanten Unterschied beim p-Wert von 0,011 bei Resorptionsbeurteilungen zu Gunsten von DVT-Aufnahmen.

#### **5.2.1.5 Weitere Überlegungen**

Zahntfernung beim Auftreten von Problemen ist ein vielbeschriebenes Statement. Allerdings blieb die eventuell notwendige Antibiotikaeinnahme unerwähnt. In der Regel muss diese Therapie in Betracht gezogen werden, wenn die Zahntfernung über einen mitunter längeren Zeitraum hinausgeschoben wird (164). Auch bei vorhandenen Schwellungen, Abszessen und möglichen begleitenden Allgemeinbeschwerden sind Antibiotika die erste Therapie. Hinsichtlich zunehmender Resistenzen ist ein solches Abwarten und Hinauszögern der Zahntfernung nicht sinnvoll.

Erwähnenswert sind zudem bereits bestehende Restaurationen an den untersuchten Zähnen. So fanden sich zu 23 % Füllungen an Weisheitszähnen. Zusätzlich waren bereits 19 % mit einer Krone versehen. Die versorgten Zähne zählten nicht in die Gruppe der untersuchten, impaktierten Zähne. Sie sollen allerdings Erwähnung finden, um zu verdeutlichen wie anfällig diese Mundhöhlenregion ist.

An zweiten Molaren konnten 15 % Füllungen, 12 % Kronenversorgungen und 12 % Wurzelbehandlungen nachgewiesen werden.

Häufigkeit des Verlagerungstyps A ist auch in der Literatur zu finden (4, 90). Überlegungen sollten in Richtung Zahnerhalt gehen. Das *Pell* und *Gregory*-System ist einheitlich, so dass sich Zahnärzte daran orientieren können.

Komplikationen sollen ebenfalls angesprochen werden. Auf PSA nachgewiesene Pathologien führten bei 3,9 % zu postoperativen Schwellungen, weitere 3,9 % zu Sensibilitätsstörungen. Es kam zu 4,6 % Infektionen und zu 2,3 % Alveolitis vor (16). DVT-Befunde zeigten in der gleichen Untersuchung 3,2 % Schwellungen, 1,5 % Sensibilitätsstörungen, 3,9 % Infektionen und 1,5 % Alveolitis. Die Unterschiede beider Röntgenaufnahmen sind nicht gravierend. Alveolitis zählt mit 58,6 % nach *Adeyemo et al.* als häufige Komplikation (84).

Importierte PSA von alio loco wiesen teils erhebliche Qualitätsunterschiede auf. Zum einen sind unscharfe Aufnahmen, zum anderen ungünstige Aufnahmewinkel zu erwähnen. Erklärbar sind diese Diskrepanzen mit der Patientenposition, der gewählten Geräteeinstellung und den Patienten selbst. Zur Beurteilung einer Impaktion waren erwähnte Einschränkungen jedoch zu vernachlässigen.

### **5.2.2 Frontzahnengstand durch impaktierte Weisheitszähne**

Bezüglich Kiefermessungen bestehen einige Fragen hinsichtlich der Vergleichbarkeit von Ergebnissen. Wie werden die Kiefer betrachtet, bei denen anlagebedingt ein oder mehrere Prämolaren fehlen? Oder ein Molar wegen ausgedehnter Karies extrahiert werden musste? Es finden sich zu diesen Überlegungen keine Antworten in der recherchierten Literatur. Führen diese Aspekte zu verfälschten Ergebnissen? Vor allem, wenn aus kieferorthopädischen Gründen lediglich einseitig ein Prämolar entfernt wurde. Extraktionen zweiter Molaren sind ein Thema in der Literatur, weil mit dieser Behandlung ein möglicherweise entstehender Engstand vermieden werden soll (137). Bei sechs Studien fand keine Zahnentfernung statt. Die Entfernung eines gesunden, unter Umständen noch nicht vollständig entwickelten zweiten Molaren sollte gut überlegt werden. Denn diese Behandlung müsste zu einem frühen Zeitpunkt geschehen, damit sich ein angelegter Weisheitszahn unproblematisch und achsengerecht in die Zahnreihe eingliedern kann. Andernfalls entstehen bei ausgeprägten Mesialkippen der Weisheitszähne parodontale Probleme und cranio-mandibuläre Dysfunktionen. Als wichtiger Extraktionsaspekt bei jungen Patienten sollte keinesfalls die psychologische

Komponente außer Acht gelassen werden. Viele Patienten entwickeln nach traumatischen Erfahrungen eine Zahnarztphobie.

Zudem ergibt sich eine erschwerte Einschätzung dieses Themas, da zu den aktuell vorhandenen Modellen keine zugeordneten Röntgenaufnahmen existieren. Somit kann keine Einschätzung der impaktierten Lage erfolgen. Diese spielt in diesem Zusammenhang allerdings keine Rolle (171). Auch waren die Modelle nicht vollständig mit Namen beschriftet. Aus diesem Grund war eine genderspezifische Einteilung unmöglich.

Die Durchschnittsprobandenanzahl der Literatur liegt bei 66,2. Diese Anzahl korreliert nahezu mit dem Probandenwert dieser Studie. Ebenfalls bildeten Frauen sowohl derzeit die Mehrheit, als auch in der erforschten Literatur. Im Durchschnitt fanden sich in den Studien 38 Frauen und 28 Männer. Zum Durchschnittsalter kann keine genaue Aussage angegeben werden, da die veröffentlichten Werte dazu meist fehlten.

Zusammenfassend maßen fünf Autoren den Weisheitszähnen eine Bedeutung zum Frontzahnengstand zu, fünf gaben keine Aussage und die restlichen führten keinen Zusammenhang beider Komponenten an.

Das entspricht im Großen und Ganzen den vorliegenden Ergebnissen, bei den zu 51,50 % ein Engstand in Abwesenheit von Weisheitszähnen bestand (siehe Tabelle 37, Seite 105).

Zur Diskussion stehen außerdem Patienten mit Retainer zur Vermeidung eines späteren Engstands. Dabei wurde nicht auf eventuelle Weisheitszähne eingegangen. Retainer werden erfahrungsgemäß auch eingesetzt, wenn vor kieferorthopädischer Behandlung die Weisheitszähne extrahiert wurden.

Bestimmung des dentalen Alters wurde von *Halicioglu et al.* (1) als wichtiger Parameter in der Kieferorthopädie angesprochen. Wobei bisher PSA und FRS als Informationsquelle dienten. Eine dreidimensionale Aufnahme könnte die Untersuchung vereinfachen. Begründet sei die Anmerkung mit guter Aufnahmequalität bei geringer Strahlenbelastung (1). Nach dieser Untersuchung kann erwähnt werden, dass DVT ausschlaggebende Informationen für eine kieferorthopädische Therapie bieten. Sollte zusätzlich eine Indikation für etwaige Zahnentfernungen

vorliegen, muss der Patient nicht erneut geröntgt werden. Es können alle notwendigen Daten aus den verschiedenen Ebenen der DVT gelesen werden.

### **5.2.3 PSA vs. DVT – Wessen Ergebnisse sind deutlicher?**

In der ausgewerteten Literatur ist die Differenz zwischen beiden Techniken im Vergleich zu den aktuellen Ergebnissen in etwa gleich. Das gilt zumindest für die PSA. Kritisch muss die Vergleichbarkeit beider Aufnahmen in der Literatur betrachtet werden, da kaum Vergleiche zwischen den Panoramaansichten unternommen wurden (22, 23, 90). Andererseits wurden für beide radiologische Verfahren positive Aussagen bezüglich der Diagnostik bei impaktierten Weisheitszähnen veröffentlicht. Es bestehen Angaben über keinen Beurteilungsunterschied zwischen beiden Röntgenarten (67).

#### **5.2.3.1 Verdunklung der Wurzel**

Zu den am häufigsten festgestellten Merkmalen, in PSA und DVT, sind in den Datenbanken die „Verdunklung der Zahnwurzel“ und die „Unterbrechung der weißen Linie“ zu zählen (13, 22, 190). Damit ist eine Übereinstimmung mit dieser Untersuchung zu vermerken. Erstgenanntes Kriterium wurde aktuell bei PSA mit 39,7 % bewertet. Genannte Angaben widersprechen den Resultaten von *Dalili et al.* (35), die für verdunkelte Wurzeln die geringsten Werte ihrer Untersuchung für PSA herausfanden (11,6 %). Annähernd niedrige Werte erreichten mit 15,0 % *Nakayama et al.* (68). Bei einer weiteren Untersuchung konnten 30 Zähne von insgesamt 161 eine verdunkelte Wurzelspitzen in PSA zeigen (25). Ähnliche Zahlen diesbezüglich erreichten *Leung et al* (20) mit 30,4 %.

In der vergleichenden DVT-PSA wurden demgegenüber bei 17,2 % der Zähne die „Verdunklung der Wurzelspitze“ gesehen. Das entspricht in etwa der Hälfte positiver bewerteter Fälle aus PSA. Überlegungen, ob eine Erklärung in den Überlagerungen während der Röntgenbildentstehung zu suchen sei, bestehen. Es kann gesagt werden, dass mit DVT-Aufnahmen dieser Art weniger dunkel überschattete Zahnwurzeln befunden lassen. Dieses Ergebnis kann eine bessere Einschätzung des OP-Risikos

ergeben. *Danforth et al.* (94) führten bei zwei Patienten ebenso DVT-PSA-Untersuchungen durch. Dabei wurden die Panoramabilder in 1 mm-Schnitten betrachtet. Überlagerungen der Zahnwurzeln und dem Nervenverlauf konnten erkannt werden. Dagegen wurden keine exakten Daten über die Sichtbarkeit aktuell untersuchter Parameter gegeben.

Genanntem Merkmal wird der Nachweis einer sehr intimen Zahn-Nerv-Verbindung nachgesagt (32). Der Nervverlauf beeinflusst die Wurzelentwicklung dritter Molaren (23). Zudem existiert die Angabe, dass verdunkelte Wurzeln verdünnende Kortikalis an dieser Stelle repräsentieren (22, 23).

Dieses Zeichen konnte mit allen Ebenen des DVT zu 37,9 % als sichtbar beurteilt werden. Damit wurde fast eine Übereinstimmung mit den Befunden aus den PSA erreicht (39,7 %). Das DVT-PSA zeigte dagegen 17,2 %.

*Dalili et al.* berichtete von 44 % im DVT und 11,6 % in PSA (35).

### 5.2.3.2 Unterbrechung der weißen Linie

Als zweites Untersuchungsmerkmal offenbarte die „Unterbrechung der weißen Linie“ in diesem Teil kaum Differenzen beim Vergleich beider Panoramaansichten. 62,1 % in PSA stehen 60,3 % im DVT-PSA gegenüber. Lediglich 2,3 % wurden von *Dalili et al.* (35) angegeben. Bei *Umar* (34) wurde dieses Kriterium mehrheitlich bei zehn von 23 Befunden in PSA erkannt. Dagegen wurde dieses Merkmal von *Tantanapornkul et al.* (25) in höherem Maße als erstgenanntes nachgewiesen. Dabei konnten 60 von 161 Zähnen in PSA eine positive Bewertung zeigen. 45 % der untersuchten Zähne bei *Nakayama et al.* (68) zeigten Übereinstimmung im PSA. *Monaco et al.* (29) wiesen in PSA sogar bei 71,4 % dieses Merkmal nach. Eine noch höhere positive Bewertung fanden *Leung et al.* (20) mit 97,8 %. Damit stellt sich für ihn die Bewertung in ein „hohes Risiko“ dar. Dementsprechend ist die plane Röntgenaufnahme nicht ausreichend zur OP-Vorbereitung (22). Bei positiver Betrachtung einer unterbrochenen Kanalbegrenzung in PSA gelte eine enge anatomische Lage beider Strukturen (22).

Eindeutige Beurteilung dieses Kriteriums kann in beiden Aufnahmen möglich sein. Die DVT-Ebenen zeigten in der Gesamtheit eine Sichtbarkeit von 75,9 %. Das entspricht einem Anstieg im Vergleich zum DVT-PSA (60,3 %). Vergleichende PSA erreichten Werte von 62,1 %. Die Aussagekraft ist damit ziemlich hoch. Dieses Ergebnis entspricht anderen Veröffentlichungen mit 71,4 % (29) und mit 62 % (22). Wiederum gab es niedrige Sichtbarkeitswerte von 30,8 % (35).

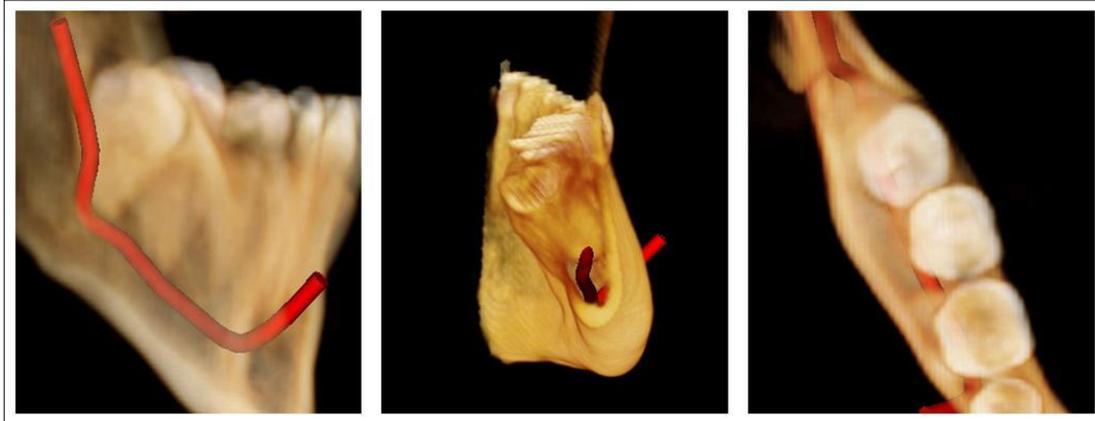
### 5.2.3.3 Kanalkrümmung

Die Literatur zeigte kaum Bezug auf die Parameter „Kanalkrümmung“, „Einengung des Kanals“, „Wurzelkrümmung“ und „Einengung der Wurzel“. Die „Krümmung des Kanals“ und die „Einengung der Wurzel“ sind neben den bereits erwähnten Merkmalen die sichersten Zeichen, im Panoramabild eine nahe Verbindung impaktierter Weisheitszähne zum C. mand. zu präsentieren (25). Kanalkrümmungen zeigten sich in dieser Arbeit in PSA bei 8,6 %, im DVT-PSA bei 20,7 %. *Monaco et al.* (29) wiesen gar 100 % positiver Ergebnisse nach. Dagegen waren es bei *Nakayama et al.* 9 % (68) und zwei von 300 Fällen (27).

Kanalkrümmungen ließen sich zu 25,9 % in allen DVT-Ebenen sichten. Dieses Ergebnis ist leicht erhöht, da die DVT-PSA mit 20,7 % bewertet wurde. In PSA waren es dagegen 8,6 %. Dieses Zeichen ist neben der „Verdunklung der Wurzel“ und der „Unterbrechung der weißen Linie“ als Marker eines direkten Zahn-Nerv-Kontakts zu sehen (22). *Umar et al.* fanden dieses Merkmal bei 15 von 50 Fällen (22).

In der nachstehenden Abbildung 66 wird verdeutlicht, dass mit verschiedenen Blickwinkeln genaue Diagnosen möglich sind.

**Abbildung 66** Beispiel für dorsale und okklusale Ansicht des N. alv. inf.



#### 5.2.3.4 Einengung des Kanals

Bei diesem Merkmal zeigte sich eine Verringerung der Sichtbarkeit, wenn es zu einer Zusammenfassung aller DVT-Ebenen kam (19,0 %). Das DVT-PSA wies noch eine Sichtbarkeit von 24,1 % auf. Minimale Werte wies auch *Bell* mit acht von 300 Fällen auf (27). Hohe Angaben von 78,6 % zeigten *Monaco et al.* auf (29).

Dreidimensionale Aufnahmen ermöglichen damit ein Herabsenken des Risikofaktors.

#### 5.2.3.5 Krümmung der Wurzel

Krümmungen im Wurzelverlauf zeigten sich in dieser Arbeit mit hoher Prävalenz im „DVT gesamt“ (51,7 %). Damit erhöhte sich der Wert, der im DVT-PSA noch mit 48,3 % angegeben war. Vergleichende PSA zeigte 34,5 %.

Gleichzeitig zeigte sich eine erhöhte Wurzelkrümmung nach lingual. Die bukkolinguale Position konnte drei Zähne eine bukkale Krümmung und sieben eine linguale Krümmung nachweisen. Zwei von 300 Zähnen wiesen bei *Bell* eine Wurzelkrümmung auf, wobei keine Richtungsangabe veröffentlicht wurde (27).

Bukkale Krümmung lag zweimal Zahn 48 (13,3 %) und einmal Zahn 38 (7,1 %) vor. Von sieben lingualen Winkelungen wies abermals Zahn 48 mit fünf Fällen (33,3 %) die Mehrheit gegenüber Zahn 38 mit zwei Fällen (14,3 %) auf.

Krümmungen nach bukkal oder lingual wurde von *Matzen et al.* im DVT mit 53,9 % angegeben (54).

Die hier ersichtliche Sensitivität der Wurzelkrümmung ist vergleichbar mit *Shahidi et al.* (173).

Gründe über das gehäufte Auftreten schwieriger Anatomie blieben unerwähnt. Dennoch sollte eine Verallgemeinerung bezüglich der Nervenstrukturfährdung in beiden Quadranten unterlassen bleiben.

### 5.2.3.6 Einengung der Wurzel

Abbildung 67 Beispiel für Zahnmorphologie<sup>54</sup>



Dieses Bild zeigt eine Krümmung der Wurzel mit Einengung, wo sich der Nervverlauf befand. Verletzungsgefahr bei der Extraktion derart geformter Zähne muss mit optimalen OP-Vorbereitungen minimiert werden. PSA ließen 8,6 % erkennen, das korrespondierende DVT-PSA 19 %. „DVT gesamt“ konnte die Sichtbarkeit aus dem DVT-PSA nicht bestätigen. Das Operationsrisiko lässt sich daraufhin besser einschätzen.

Dieses Merkmal war in der Literatur sehr selten Untersuchungsbestandteil. *Nakayama et al.* (68) konnte in PSA keinen positiven Nachweis liefern (0,0 %). Dennoch muss eine Wurzeleinengung beachtet werden, um etwaige Sensibilitätsstörungen zu verhindern.

<sup>54</sup> aus *Borgonova et al.* (168)

### 5.2.3.7 Vertikale Position

Bei einem „direkten“ und „indirekten“ Zahnkontakt zum Kanalverlauf konnte in der „DVT gesamt“ eine präzise Aussage erreicht werden. Vorhergehende Einteilungen beim Vergleich zur PSA in „superior“, „in Kortikalis“ und „inferior“ lassen weitläufige Interpretationen zu. Als „superior“ bezeichnete Zahnposition wurde in PSA mit 69,0 % beurteilt. Im DVT-PSA waren es vergleichend 17,2 %. Alle Ebenen der DVT zusammen erreichten einen aktuellen Wert von 25,9 %. Aus dem Grund wurde aktuell auf andere Studien mit ihren Einteilungen zurückgegriffen. Genauere Aussagen ermöglichen DVT, wenn ein „direkter“ Kontakt mit der Kortikalis des Nervverlaufs bestätigt oder widerlegt werden kann. Direkter Kontakt mit „in Kortikalis“ zeigte sich in den PSA zu 19 %, im DVT-PSA bei 65,5 %. Im „DVT gesamt“ erreichte der Wert 74,1 %. Das entspricht in etwa dem Ergebnis von *Kositbownchai et al.*, die in einer relativ kleinen Probandengruppe 68,6 % Kontakt ermittelten (3). Auch das Resultat von *Matzen et al.* liegt mit 66,7 % in diesem Bereich (54). 48,6 % waren es bei *Nakayama et al.* (68). Bei *Shiratori et al.* wurden gleichverteilte Ergebnisse zwischen „direktem“ (84 %) und „indirektem“ Kontakt (85%) erreicht (60). Daraus kann geschlossen werden, dass in einer DVT-Aufnahme das „hohe“ Risiko einer direkten Verbindung in ein „niedriges“ Risiko umgewandelt werden kann.

Von den zwölf Fällen, in denen sich der Nerv lingual positionierte, wiesen 91,7 % direkten Zahnkontakt auf. Von den drei bukkal und dem einen intraradikulär beurteilten Nervverlauf konnten jeweils 100 % direkten Kontakt zeigen.

*Dalili et al.* (35) veröffentlichten einen direkten Zahnkontakt zum benachbarten N. alv. inf. mit 94 %, wenn mehrere dieser radiologischen Faktoren radiologisch sichtbar waren.

Es ist also davon auszugehen, dass direkter Zahn-Nerv-Kontakt verbreitet ist. DVT bringen diesbezüglich nur Vorteile und ersparen oft intraoperative Überraschungen und erneute Röntgenaufnahmen.

### 5.2.3.8 Nervposition

Nervpositionen können in Panoramaaufnahmen lediglich einer „superioren“, mit „Kortikaliskontakt“ oder „inferioren“ Position zugeordnet werden. Wobei die „inferiore“ Position bei exakter Betrachtung eine Unterbrechung der Kortikalis darstellt, und somit Kontakt aufweist. Aktuelle Ergebnisse zeigten oberhalb des Kanalverlaufs verlaufende Zahnwurzeln zu 69,0 % in PSA und zu 17,2 % im DVT-PSA. *Neugebauer et al.* (64) konnten diese Lage zu 28,5 % in PSA und 28,1 % im DVT-PSA nachweisen. Kontakt zur Kortikalis wiesen in dieser Arbeit in PSA 19,0 % und im DVT-PSA 65,5 % auf. Im Vergleich dazu waren das bei *Neugebauer et al.* (64) in PSA 50,7 % und im DVT-PSA 43,8 %. Eine inferiore Position konnte in der Probandengruppe mit den PSA zu 12,1 % und mit dem DVT-PSA zu 13,8 % festgestellt werden. Die Angaben von *Neugebauer et al.* (64) zeigten in PSA 19,8 % und in DVT-PSA 27,1 %. Die Zahlen betrachtend, weisen diese in superiorer Lage und in Höhe des Kanalverlaufs große Differenzen auf. Also ist ein DVT auch in dieser Einschätzung die bessere Wahl.

Diese Untersuchung stimmt mit dem Ergebnis einer überwiegend lingualen Position des N. alv. inf. der Studie von *Yamada et al.* (45) und *Dalili* (35) überein. Bei Fällen, die in den Panoramaansichten eine dichte Lage aufwiesen, konnten bei drei Zähnen nochmals eine kaudale Lagebeziehung nachgewiesen werden. Dem kommt die Bedeutung zu, dass ein sichtbarer direkter Kontakt auf einer Panoramasiht nicht unbedingt mit einer Verbindung zum Kanalverlauf einhergehen muss.

*Tantanapornkul et al.* veröffentlichten mit 54 % eine Übermacht bukkal der Zähne verlaufender Nervkanäle (32). Planungen zum operativen Zugang können mit DVT besser vorgenommen werden (66). Zwei Chirurgen planten in dieser Studie von *Ghaeminia et al.* mit beiden Aufnahmen. Einer erhielt mit DVT acht positive Ergebnisse von bukkal, vergleichend dazu fünf im PSA. Von lingual betrug ihre Differenz 32 zu null, zu Gunsten der DVT. Dabei wurden bei insgesamt 47 Fällen im PSA als nicht beurteilbar eingestuft. Beim zweiten Chirurgen waren die Werte fast identisch.

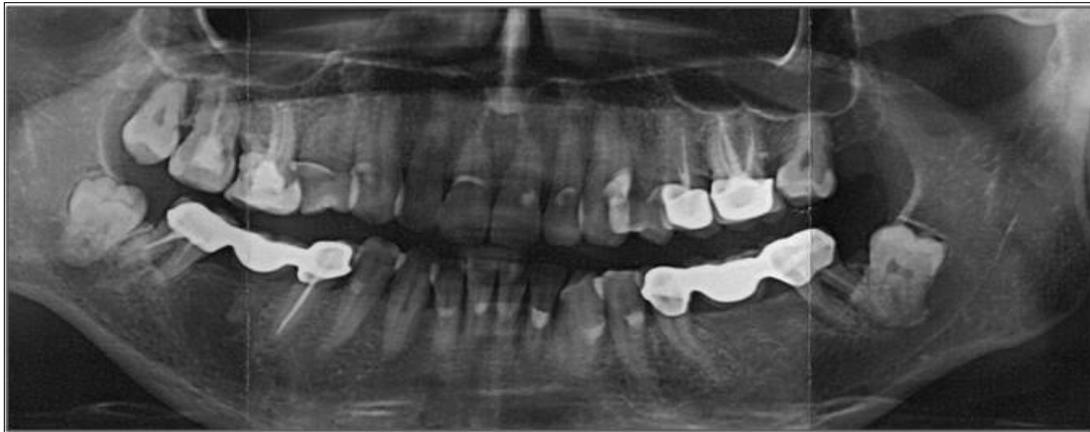
Teilweise gab es Veröffentlichungen zur Form des N. alv. inf.. Dieser kann eine runde / ovale, tränen- oder sanduhrförmige Morphologie aufweisen. Bei *Shiratori et al.* wiesen 98 % runde Formen auf (60). Sanduhrförmige Nervenkanäle seien prädisponiert für postoperative Sensibilitätsstörungen (60). Dem widerspricht das

Ergebnis von *Ueda et al.*, die bei direktem Nervkontakt bei runder Nervform mit 20 % die meisten Sensibilitätsstörungen feststellten. Lediglich bei indirektem Kontakt zum C. mand. führten die sanduhrförmigen Kanäle mit 13,0 % zu Sensibilitätsstörungen (61). Die Form des N. alv. inf. spielte in dieser Untersuchung keine Rolle. Dennoch gilt diese Information als Zusatz vor geplanten Operationen. Beurteilungen erlauben nur dreidimensionale Aufnahmen.

#### **5.2.4 PSA vs. DVT – Signifikanz der Unterschiede?**

Zusammenfassend sprechen die Resultate gegenwärtiger Auswertung allesamt für die Überlegenheit von DVT-Aufnahmen. Beurteilungen der „Kanalkrümmung“, der „Einengung des Kanals“ und der „Wurzeleinengung“ waren in den ebenen Röntgenaufnahmen nicht einfach. Infolgedessen schließt sich diese Arbeit den überwiegenden Literaturmeinungen an, dass diese Parameter nicht zur gängigen Beurteilung gehören.

Als Nachteil von PSA seien teilweise unscharfe und verpixelte Aufnahmen zu erwähnen. In aktueller Untersuchung war dies vor allem festzustellen, wenn die alio loco gesendeten Aufnahmen analog entstanden und eingescannt wurden. Hinzu kam das so genannte „Smiley-Gesicht“ bei unsachgemäßer Patientenpositionierung. Zur weiteren Erschwerung der PSA-Auswertung zählen unfachgemäße Belichtungen der Aufnahmen. So beschränkten die meist zu hellen Lichtbilder eine Befundung.

**Abbildung 68** Beispiel für nicht optimale PSA-Röntgenaufnahme<sup>55</sup>

Der Patient wurde in diesem Beispiel nicht ins Aufnahmezentrum positioniert und neigte zudem den Kopf.

Wenn eine Entscheidung zwischen „kein Risiko“ und „Risiko“ vor operativer Entfernung eines impaktierten Weisheitszahns getroffen werden soll, wurde meist bereits eine PSA angefertigt. Dies diene als Entscheidungsgrundlage, ob zur genaueren Beurteilung anatomischer Verhältnisse eine weitere radiologische Untersuchung in Form einer DVT-Aufnahme nötig sei. Dieser Aspekt lässt die Überlegung offen, als grundlegende Diagnostik eine dreidimensionale Aufnahmetechnik zu bevorzugen. Möglicherweise wäre eine positive Patientencompliance zu erwarten. Immer häufiger hinterfragen Patienten zusätzlich notwendige Röntgenaufnahmen. Höhere Strahlenbelastungen wären nach den Vergleichen der Literaturangaben bei geeigneten Geräteeinstellungen im DVT gegenüber den PSA nicht zu erwarten. Darauf wird im nachstehenden Kapitel näher eingegangen.

Wegen der geringen Distanz zwischen den Wurzeln impaktierter dritter Molaren und dem N. alv. inf. sollten zur genaueren Diagnostik mindestens Winkel von 30° zur Aufnahmezone gewählt werden (23). *Kositbowornchet et al.* (3) führten Untersuchungen mit -20° durch. Bei PSA ist das nicht möglich. Hingegen bieten DVT-Geräte durch verschiedene Ansichtsmöglichkeiten Beurteilungen jeglicher Art. Somit stellt sich bereits dabei ein wesentlicher Nachteil zweidimensionaler Technik heraus.

<sup>55</sup> aus Mesantis, Probandenradiografie

Beeinträchtigt bei PSA sind zusätzlich mangelnde Informationen aufgrund von Verzerrungen (7).

Dagegen bezeichnen Bewegungsartefakte den deutlichsten Nachteil einer DVT-Aufnahme. Als weiterer Nachteil der DVT ist die Sensibilität auf Metalle zu benennen. Starke Absorptionen von Röntgenstrahlung im Metallbereich führen zu Artefakten, die von der Rückprojektion im Gerät bei der Sekundärprojektion nicht kompensiert werden können (143, S. 127).

Wiederum sind dreidimensionale Aufnahmen gegenüber zweidimensionalen direkter an der Anatomie orientiert. In einer derartigen Darstellung können Daten synthetisiert werden, die senkrecht auf der Mittellinie in der Transversalebene durch den Kiefer zeigen. Dadurch entsteht eine Ansicht, die der klassischen PSA entspricht, nur ohne Überlagerung (141). Entsprechende Aufnahme kann in DVT-Geräten in Millimeterschnitten betrachtet werden (94). Bereits diese Eigenschaft eröffnet mehr Informationen als bei PSA. Zahnbetrachtungen von axial und sagittal bieten hervorragende Einschätzungen vorliegender anatomischer Situationen.

Eine weitere Beurteilung ergibt sich aus der Möglichkeit, die betreffende Region von dorsal und okklusal zu betrachten. Damit lässt sich der Nervverlauf sehr aussagekräftig verfolgen. In dieser Untersuchung standen für eine ausreichende Beurteilung ungenügend Exemplare zur Verfügung.

Da in den zur Betrachtung herangezogenen Studien selten statistische Herangehensweisen erläutert wurden, wurde ein direkter Vergleich unmöglich. Außerdem fehlten teilweise Angaben inwiefern in einzelnen Untersuchungen die Vergleiche zwischen beiden Röntgenaufnahmen erfolgten.

#### **5.2.4.1 „Goldstandard“**

Welche Aufnahme sollte als „Goldstandard“ eingesetzt werden? Diese Formulierung nutzten einige Autoren. Die Antwort ist vielseitig. Mehrfach war es eindeutig die DVT-Aufnahme (29, 35; 32).

Verschiedene Röntgenmöglichkeiten können trotz aller Vorteile nicht alle anatomischen Gegebenheiten wiedergeben (33). Aufnahmekombinationen mit

orthograden und / oder exzentrischen Winkeln oder aus mehreren Ebenen sind mit Unsicherheiten in den Projektionsrichtungen behaftet. Zudem sind keine Aussagen bezüglich vorhandener Gewebestrukturen und Parodontalspaltausdehnung möglich (141). Überlagerungen des N. alv. inf. mit dem impaktierten Weisheitszahn kamen vor (9, 17, 33). Das hohe Ergebnis von 43,4 % kann nach Autorenangabe von der geringen Teilnehmerzahl abgeleitet werden (33).

*Guerrero et al.* (15, 29) befürworteten Einzelaufnahmen aus verschiedenen Winkeln zum Zahn, zusätzlich eine PSA. *Flygare* (17) gab dagegen den wissenschaftlichen Nutzen verschiedener präoperativen Röntgenaufnahmen bei Weisheitszähnen als gering an. Er empfahl daher intraorale Röntgenaufnahmen und PSA meist als ausreichend.

Mehrere andere Studien kamen zu dem Ergebnis, dass konventionelle Röntgenaufnahmen unausreichend sind (15, 17, 27).

Für *Bell* (27) ist die PSA vor einer Weisheitszahn-OP Mittel der Wahl, trotz teilweise wenig genauer Aussagekraft. Er beschrieb die Fähigkeit einer Röntgenaufnahme, feine Details zu zeigen, als Auflösung. Diese Auflösung wird in Linienpaaren per Millimeter (lp/mm) angegeben. Einzelaufnahmen zur Wurzeldiagnostik werden mit 14 – 20 lp/mm beschrieben. Wodurch bei Einzelbildern kleine anatomische Details besser wiedergegeben werden. In einer PSA ist dies durch die Rotation uneinheitlich. Hier beschrieb *Bell* in der Peripherie Werte von 2 lp/mm und einen Anstieg im Zentrum auf 3 – 5 lp/mm. Weisheitszähne und der nahe gelegene Teil des N. alv. inf. liegen nicht im Zahnbogen. Beide befinden sich somit außerhalb der Zone höchster Auflösung. Diese reduzierte Qualität resultiert in der niedrigen Auflösung (27).

Die PSA sind zweidimensional und haben damit keine Aussagekraft in bucco-lingualer Richtung (4, 13, 23, 48). Vorhandene Wurzelkrümmungen nach bukkal oder lingual befinden sich außerhalb der Bildschicht (17). Die scharfe Bildschicht wird mit limitierter Breite angegeben (17).

Sollten die Patienten während des Röntgenvorgangs suboptimal positioniert sein, befänden sich möglicherweise wichtige Strukturen außerhalb des Fokus (3). Bei kleinen Fehlern in der Patientenpositionierung sind die Wurzelanatomie und der Mandibularkanal nicht genau beurteilbar (17, 27, 64).

Genannte Fehlerquellen können zu unterschiedlichen Ergebnissen führen. Hinzuzufügen sind eine Bildvergrößerung, Verzerrungen aufgrund von Projektionsfehlern und verschwommene, unscharfe Bilder (6, 7, 10, 47). Über eine Verzerrung von 20 % im Vergleich zur Anatomie wurde berichtet (33). Daraus ergeben sich ungenaue Informationen für Chirurgen. Da somit nur eine 50-prozentige Genauigkeit über den Grad der Impaktion angegeben wurde. Eine PSA kann lediglich Hinweise geben, ob eine Beziehung des impaktierten Weisheitszahnes zum nah liegenden N. alv. inf. existiert und in welchem Ausmaß (25).

Eine große Fehlerquelle stellt zusätzlich eine falsche Zungenpositionierung dar. Sie sollte komplett und ruhig am Gaumen liegen. Bei Bewegung entsteht ein Zungenschatten, welcher den Frontzahnbereich im Oberkiefer verdeckt (64). Für die Weisheitszähne hat das indes wenig Relevanz.

Als Kenngrößen von Röntgenaufnahmen gelten Kontrast, Schärfe und Rauschen. Dosis-, Helligkeits- und Intensitätsunterschiede beschreiben den Kontrast. Die Schärfe des Bildes beschreibt die Qualität am Übergang der verschiedenen Strukturen, z. B. zwischen Pulpa und Dentin. Bildrauschen erschwert die Erkennung kleiner Strukturen. Es nimmt bei höherer Dosis ab (141).

#### **5.2.4.2 Therapeutische Konsequenzen**

Worin liegen die jeweiligen therapeutischen Konsequenzen in Bezug auf die einzelnen Parameter?

- „nicht sichtbar“      keine Behandlung, keine Schwierigkeiten bei Zahnentfernung erwartet, PSA ausreichend (22, 62)
- „sichtbar“            erweiterte Röntgendiagnostik zu überlegen (16, 22, 62)

In komplizierten Fällen gilt die DVT als Mittel der Wahl (13). Bei Einschätzung einer Überlappung des Kanals durch die Wurzeln oder nicht eindeutig zu bestimmenden Wurzelkrümmungen, gelte als therapeutische Konsequenz die Anfertigung einer

erweiterten Röntgenaufnahme (13). Mit dem Wissen genauer anatomischer Beziehungen können postoperative Sensibilitätsstörungen vermindert werden (16). Wenn mehrere der genannten Faktoren in einer Röntgenaufnahme evaluiert werden können, steigt das Risiko einer Nervverletzung während der operativen Zahnentfernung (29, 126). Mit DVT können Nervschädigungen bei „Hoch-Risiko-Patienten“ minimiert werden (56). *Kositbowornchai* (3) empfahl die DVT Nutzung bei Krämpfen, sowie bei Patienten mit Würgereiz. Die Datenauswertung kann die Behandlungsplanung ändern (24, 30).

Erwähnenswert ist zum einen die Coronektomie. Dieses Verfahren bezeichnet das Trennen einzelner Wurzeln. Die anzuwendende Hebelwirkung während der Zahnentfernung könne ebenso im Vorfeld festgelegt werden (43).

Ein möglicher Stress-Level von Patienten kann mit ausgeweiteter Technik vor der OP gesenkt werden, da der Arzt über die anatomischen Strukturen besser informiert ist (53).

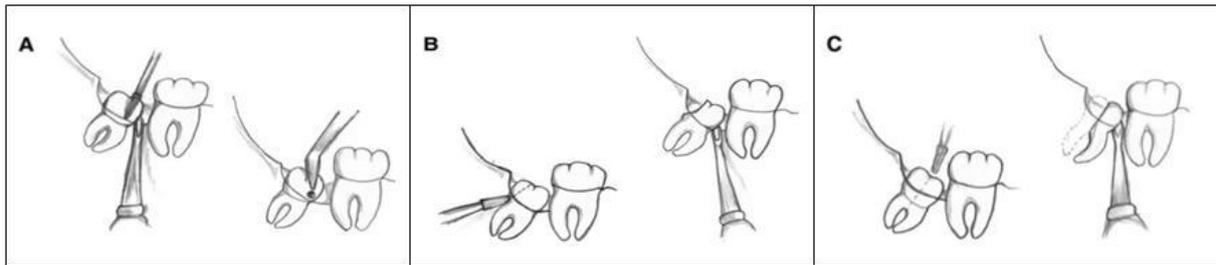
Die Konsequenz beim, laut Literatur, meist lingual Verlauf des N. alv. inf., liegt in erhöhter Vorsicht bei operativen Weisheitszahnentfernungen. Eine Nervschädigung bei dieser Lage ist am wahrscheinlichsten (67, 150, 173).

Klasse C-Verlagerungen nach *Pell* und *Gregory* stellen laut *Oenning et al.* (188) keine Problemfälle dar. Konsequenzen mesioangulierter Zähne liegen in der Zahnentfernung. Je nach Schaden am benachbarten zweiten Molar sind Kavitätenbehandlung oder endodontische Therapie. Bei zu großer Zerstörung ist eine Extraktion des geschädigten Zahnes indiziert.

Systematische Gabe nicht steroidaler Antiphlogistika und Corticosteroiden sollen der Umfrage von *Camargo et al.* nach postoperative Schwellungen verhindern (189).

Die Zahnlage betrachtend, ergeben sich davon abhängige, therapeutische Behandlungen bezüglich der Zahnentfernung und der zu wählenden Technik.

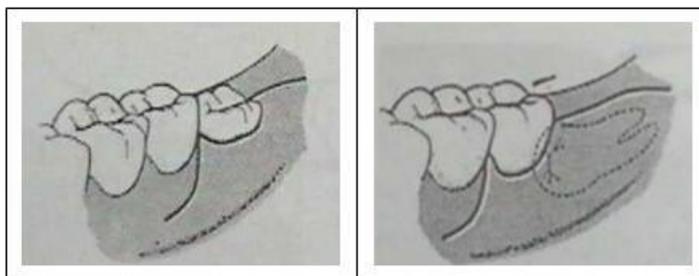
**Abbildung 69** Operative Entfernung unterer WHZ<sup>56</sup>



Die mesioangulierte Lage von Weisheitszähnen ist in der Literatur am häufigsten aufzufinden. Aus diesem Grund wurde in Abbildung 69 die Entfernung derart verlagerter Zähne anschaulich dargestellt. In der Regel erfolgt dabei die Bildung eines Mukoperiostlappens entlang der Linea obliqua. Dabei müssen die Zähne in vielen Fällen getrennt werden (27).

Während der Operation sollte auf eine minimale Inzision und Extension des gewählten Lappens geachtet werden, um bukkale Venen, Arterien und Muskeln zu schützen. Bei lingualer Extension ist auf den N. lingualis zu achten.

**Abbildung 70** Mukoperiostlappen<sup>57</sup>



Die Abbildung zeigt die Ausdehnung des beschriebenen Lappens. Dabei sind links ein horizontal retinierter Zahn und rechts ein horizontal impakterter Zahn dargestellt.

Anfangs erfolgt die Trennung der Krone. Danach besteht Notwendigkeit einer Wurzeltrennung, um die Operation minimalinvasiv zu gestalten (161).

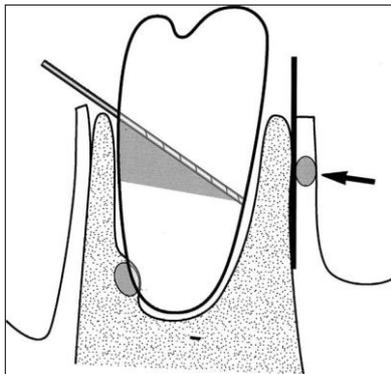
---

<sup>56</sup> aus *Farish et al.* (161)

<sup>57</sup> aus *Mohammed Akheel* (162)

Bei fehlender Knochenstruktur zwischen zu entfernenden Zähnen und nahem C. mand. ist die Coronektomie eine Alternative, um Schädigungen zu vermeiden (24, 189).

**Abbildung 71** Darstellung einer Coronektomie<sup>58</sup>



Bei der Coronektomie wird intraoperativ neben einem bukkalen Mukoperiostlappen zusätzlich ein lingualer Lappen gebildet (155). Belassen des unteren Zahnfragments in der Alveole gilt auch bei sehr enger Zahn-Nerv-Beziehung als Wahl (20, 155, 189). Dabei sollten drei Millimeter Zahn zur krestalen Begrenzung des C. mand. belassen werden (155).

Von dieser Methode ausgeschlossen werden sollten Zähne mit um und vom betreffenden Zahn ausgehenden Infektionen (155). Ebenso stellen Zähne mit Lockerungsgrad oder intraoperativ als mobil beurteilte Wurzelfragmente eine Kontraindikation dafür dar. Es bestehe die Gefahr einer Fragmentwanderung in benachbarte anatomische Regionen (20, 155). Ein weiteres Kriterium gegen eine Coronektomie offenbart die horizontale Zahnverlagerung. Beim Trennen derart impaktierter Zähne bestehe intraoperativ die Gefahr von Nervschädigungen (155). Es existieren vage Angaben über Entscheidungsschwierigkeiten bezüglich der Patienteneignung zu dieser Art von Therapie. Letztendlich ist es eine Entscheidung zwischen Patient und behandelndem Arzt (155). Ein lingualer Operationszugang ist aufgrund anatomischer Strukturen nicht präferiert. Verletzungsgefahren sind bei der Wahl einer bukkalen Schnitfführung geringer (187, 194).

Hingegen der Meinung, Fragmente in situ zu belassen, existiert die Ansicht, dass intraoperative Verletzungen am N. alv. inf. sehr selten auftreten und diese zudem gute

<sup>58</sup> aus Pogrel et al. (155)

Heilungen aufweisen. Vollständige Regenerationen nach etwaigen Verletzungen erfolgen innerhalb von drei bis vier Monaten (157). Zugleich wurde für Patienten unter 30 Lebensjahren eine vollständige und schnellere Heilung erwähnt (157).

Der invasive Operationsvorgang ist nicht für jeden Patienten die beste Wahl. Postoperativ wurden die Patienten in den Studien entweder sechs Monate oder drei Jahre begleitet. Ausnahmen bildeten Schmerzen nach erfolgter Behandlung. In dem Fall wurden die Patienten aus den Studien ausgeschlossen (20, 155).

Möglicherweise sollte nach der Röntgenauswertung vor der Operation die Entscheidung auf eine separate Wurzelentfernung fallen (34).

Als weitere Behandlungsvariante sei eine zweizeitige Zahnentfernung erwähnt (179). Dabei wird während der ersten Operation der mesiale Zahnteil entfernt. Der operierte Zahn kann daraufhin aus der Alveole wandern und in einer nachfolgenden Sitzung vollständig entfernt werden. Diese Methode wurde bei neun Patienten in erwähnter Studie vorgenommen.

Kieferorthopädische Extrusion stellt eine nächste Behandlungsmöglichkeit dar. Derartige Anwendungen sind bei direkt am C. mand. lokalisierten Weisheitszähnen indiziert (179). Spezielle Kraft- und Richtungsvektoren sind bei dieser langen Behandlung wichtig. Dazu sind kieferorthopädische Kenntnisse erforderlich. Bei der ersten Behandlungsmöglichkeit, der Extrusion, gelten Verankerungen mit Brackets an Oberkieferzähnen als essenziell. Eine Behandlungsdauer von sechs bis zwölf Monaten wurde veröffentlicht. Als zweite Variante stehen Minischrauben, die im Oberkiefer inseriert werden, zur Wahl (179).

Piezochirurgie sei als minimal invasive Operationsart hinzugefügt (197). Als Vorteile wurden geringere Weichgewebsverletzungen, bessere intraoperative Sicht, weniger Blutverlust, weniger Vibrationen am Knochen und geringere Lärmbildung gegenüber den Lindemannfräsen angegeben (197).

Bei tief impaktierten Weisheitszähnen ist eine sagittale Ramussplittung, im Gegensatz zur konventionalen Zahnentfernung, indiziert (168). Allerdings wurden dafür Nachteile wie ausgedehnte Knochenabtragung, limitierte Sicht, hohes Verletzungsrisiko und UK-Frakturgefahr publiziert (168). Als weiterer Sensibilitätsstörungen auslösender Fakt wurde die intra- und postoperative Quetschung des N. alv. inf. genannt (168). Postoperativ kann eine Quetschung aufgrund des Koagulums entstehen. Das sollte durch Einlage eines Kollagenpellets vermieden werden können (168).

Als weitläufigere Möglichkeit gilt das Belassen eines symptomfreien, impaktierten Weisheitszahnes, sollte die DVT eine zu intime Verbindung zum benachbarten Mandibularkanal zeigen. Bei dieser Lage wäre das Operationsrisiko im Vergleich zum Nutzen zu groß (94).

Bei der Mehrzahl untersuchter Merkmale kann eine Überlegenheit von DVT-Röntgenaufnahmen beurteilt werden. Aussagekräftig sind Begutachtungen der

- Unterbrechung der weißen Linie,
- Einengung des Kanals,
- Krümmung des Kanals,
- Einengung der Wurzel,
- Vertikalposition,
- Resorption und
- Perikoronitis.

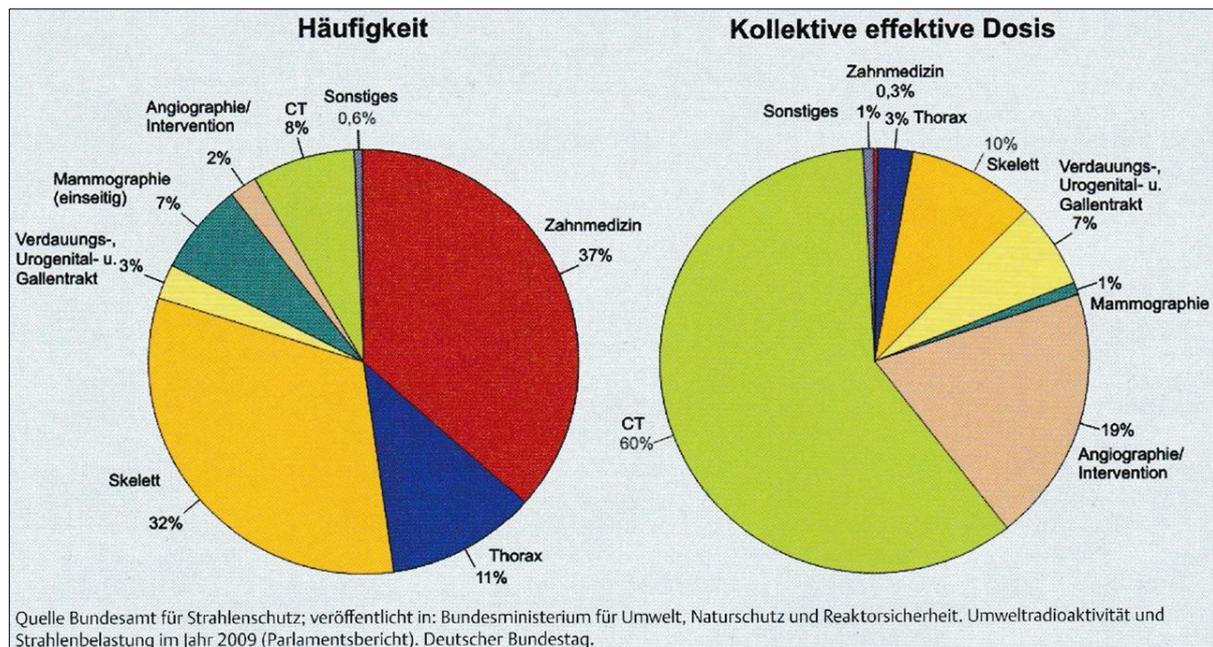
Keine Signifikanz zwischen beiden Aufnahmearten kann zur „Kariesdiagnostik“ und zur „Verdunklung der Wurzelspitze“ gegeben werden.

Da die Mehrheit der Ergebnisse für eine sehr aussagekräftige Einschätzung in einer dreidimensionalen Aufnahme spricht, sollte dieser Technik der Vorzug gegeben werden. Somit kann mit Sicherheit erwähnt werden, dass zwischen beiden Röntgentechniken ein therapeutisch wichtiger Unterschied existiert.

### 5.2.4.3 Strahlenbelastung

Röntgenstrahlung über 100 mSv<sup>59</sup> ist erwiesenermaßen für zufällige Schäden oder Schädigungen des Unterleibs bei Schwangeren verantwortlich. Stochastische Schäden sind dosenabhängig und verhalten sich proportional zueinander (124). Die durchschnittliche kollektive effektive Dosis durch Röntgenuntersuchungen in Deutschland liegt bei ca. 1,7 mSv je Einwohner pro Jahr (124). Der Anteil zahnärztlicher Röntgenaufnahmen pro Jahr befindet sich bei ca. 30 %. Dabei beläuft sich die mittlere effektive Dosis auf 0,2 % (124). Erklärend sei das anhand der kleinen radiologischen Zielfläche in der Zahnmedizin und der fortschreitenden Digitalisierung in der Röntgentechnik. Während der letzten Dekade wurde aufgrund der angefertigten CT eine Erhöhung der mittleren effektiven Dosis festgestellt (124).

Abbildung 72 Gesamthäufigkeit und kollektive effektive Dosis von Röntgenaufnahmen<sup>60</sup>



<sup>59</sup> Sievert: nach schwedischem Mediziner und Physiker Rolf Sievert benannte Maßeinheit gewichteter Strahlendosen; Bestimmung der Strahlenbelastung biologischer Organismen; sehr großer Wert, deshalb üblicherweise in mSv (= 0,001 Sv) oder µSv (= 0,000001 Sv) angegeben

<sup>60</sup> aus Bürklein et al. (151)

Laut *Zöller und Neugebauer* (141) gilt „[...] um eine möglichst hohe Kontrastdarstellung für Knochen, Zähne und Weichgewebe zu erreichen, ist es von Vorteil, wenn der Bereich der Röntgenstrahlung im niederenergetischen Bereich liegt, also bei 60 kV bis 90 kV; höhere Spannungen (120 kV) werden z. B. in der Computertomografie eingesetzt [...]“.

2009 wurde in der S1-Leitlinie der *DGZMK* eine mittlere effektive Dosis für DVT-Geräte zwischen 201  $\mu\text{Sv}$  +/- 275  $\mu\text{Sv}$  angegeben. Geräte- und Herstellervariabilitäten existieren (148). *Nitka et al.* (148) beschrieben eine Spannweite von 13  $\mu\text{Sv}$  bis 1073  $\mu\text{Sv}$ . Schwankungen entstehen aufgrund veralteter Geräte oder außerhalb Deutschlands genutzter Apparate (148). *Fuhrmann* gab effektive Dosiswerte bei DVT-Geräten zwischen 11  $\mu\text{Sv}$  und 674  $\mu\text{Sv}$ <sup>61</sup> an. Für digitale PSA sind von ihm Angaben von 2,7 – 24,5  $\mu\text{Sv}$  veröffentlicht. Entstandener Nachteil geringer Strahlenbelastung ist nicht abgebildetes Weichgewebe in einer DVT. In alltäglicher Zahnarztfragestellung ist dieser Punkt dagegen unbedeutend (143, S.128). Die Röntgenbelastung ist bei einer DVT vom gewählten FOV, der Fragestellung, der Strahlenfilterung, den Bildgeräuschen und den Bewegungsartefakten abhängig (70). Wichtig seien zudem das Wissen über und die Erfahrung mit den Geräten. Aktuelle Richtlinien der ICRP (International Commission on Radiological Protection) sind zu beachten. Dabei handelt es sich um die internationale Strahlenschutzkommission für Empfehlungen und Richtlinien neuester wissenschaftlicher Erkenntnisse. Aktuell existieren Richtlinien aus den Jahren 1990, 2005 und 2007 (120).

1990 hat die ICRP die effektive Dosis als Maßeinheit für vergleichendes Risiko verschiedener Strahlenarten festgelegt (58), angegeben in  $\mu\text{Sv}$ . Das Risiko für den gesamten Körper wird aus der Summe der Gewichtungsfaktoren aller Gewebe und Organe bestimmt (57).

Die erwähnte effektive Dosis gibt an, wann gesundheitlicher Schaden durch Aussetzung niedrig dosierter Strahlung resultiert (58). Sie entsteht aus der Summe der Strahlendosen auf strahlensensitives Gewebe.

2007 gab es von der ICRP eine Überarbeitung zur Bestimmung der effektiven Dosis. Dabei wurden Schätzungen zur Strahlensensitivität von Geweben entsprechend ihrer Gewebewichtungsfaktoren neu überdacht (58). Erstmals wurden dabei die

---

<sup>61</sup> Werte entstammen der ICRP 2007

Speicheldrüsen und die orale Mukosa erwähnt. Für verschiedene Gewebearten existieren seither veränderte Gewebewichtungsfaktoren (57).

Laut der Studie von *Ludlow et al.* nehmen Speicheldrüsen und die orale Mukosa die meisten Strahlendosen auf (58). Das gelte für PSA. Denn dabei seien sie im Gesamten das Zielgewebe während der Rotationen des Röntgengeräts (57, 58). Nach der Änderung 2007 erhöhten sich die verbundenen Risiken dentaler Radiologie um 32 – 42 % im Vergleich zur Verordnung von 1990. Die Überarbeitung beinhaltet Krebserkrankungen und Sterblichkeitsraten. Bis 1990 wurde nur auf letzteres eingegangen. Unterschiedliche Ausbildungen von Radiologen oder Zahnärzten führen zu Risikodifferenzen, indem für den Erhalt besserer Bildqualitäten höhere Dosen angewendet werden. Fehlende Diagnostikaufträge überweisender Zahnärzte für Radiologen verstärken das Problem (58).

In den aktuellen ICRP-Richtlinien von 2007 wird dargelegt, dass DVT-Scanner bei ausreichendem FOV und guter Bildqualität eine Strahlenexposition von 56 – 61  $\mu\text{Sv}$  aufweisen (148). Es wird auf *Hirsch et al.* verwiesen, die publizierten, dass ein FOV von 13 x 16 cm mit einem iCAT classic Scanner eine effektive Dosis von 49  $\mu\text{Sv}$  erreicht. Mit Verwendung von „low dose“-Protokollen kann die effektive Dosis nochmals auf unter 47  $\mu\text{Sv}$  reduziert werden (148).

Vergleichend sind nachstehend effektive Dosen unterschiedlicher Geräte gezeigt.

**Abbildung 73** Effektive Dosis unterschiedlicher Röntgentechniken<sup>62</sup>

	Zahnfilm	OPG	DVT	low dose CT
Effektive Dosis	$\leq 0,01$ mSv	0,04–0,07 mSv	2,1± 2,75 mSv entspricht 0,1–4,0 mSv	7,88 ± 3,34 mSv entspricht 2–11 mSv

Ersichtlich ist eine minimal höhere Strahlungsbelastung von DVT-Geräten im Vergleich zu PSA. Dafür werden mehr Informationen pro Aufnahme erhalten.

<sup>62</sup> aus *Bürklein et al.* (151)

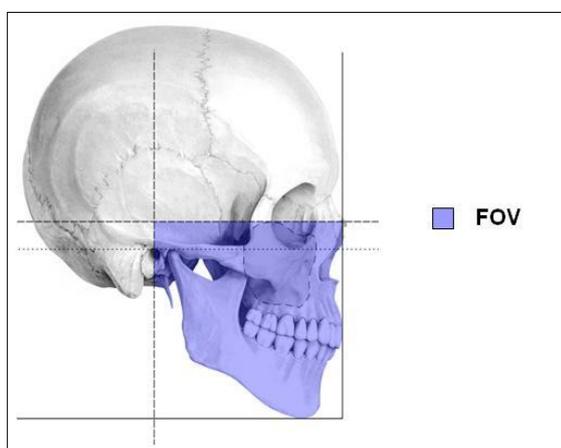
Für DVT sind geringere Strahlenbelastungen als für CT angegeben (22). Eine genauere Einteilung ist:  $CT > DVT > PSA$ . So wurde es hinsichtlich der Röntgenstrahlung von *Jasa et al.* (23) beschrieben. Diese Ansicht teilten auch *Schulze et al.* (49). *Scarfe and Farman* (47) machten für eine CT einer Kiefer-Gesichtsaufnahme die Angabe von fast 2000  $\mu\text{Sv}$ . Zugleich berichteten sie über Dosenreduktionen bei einer DVT um 98,5 % und 76,2 %.

Die DVT hat nach der Meinung mancher Autoren eine höhere Strahlenbelastung als konventionelle Radiologie (23, 66). *Guerrero et al.* gaben dafür 3 – 30  $\mu\text{Sv}$  an und empfahlen DVT nur bei enger anatomischer Nerv-Zahn-Verbindung (66).

Zudem seien die Equipmentkosten dieser modernen Aufnahmetechnik zu hoch. Die Zugänglichkeit sei dadurch niedriger (23). Diese Aussagen widersprechen anderen Studien (7, 17).

DVT-Aufnahmen sollten mit pulsierenden Strahlen arbeiten, um Patienten geringen Strahlendosen auszusetzen. Jedoch ist das bisher nicht bei allen Geräten der Fall (47). Somit liegt die effektive Strahlenbelastung, abhängig vom Gerätetyp und des gewählten FOV bei 29 bis 477  $\mu\text{Sv}$  (47). Für verschiedene Altersgruppen existieren unterschiedlich benötigte FOV-Größenangaben. Alle folgenden Angaben sind in Zentimetern angegeben. Als erstes steht die Breite, danach die Höhe. So sollten Kinder bis 13 Lebensjahren ein FOV von 14,3 x 10,6 erhalten. In der Altersgruppe 14 – 18 Jahre gilt 14,6 x 11,2. Ab dem 19. Lebensjahr kann das FOV 14,9 x 12,1 betragen. Dieses Format kann ebenfalls für alle Altersgruppen gewählt werden (122). Als ideales FOV wurde 18 x 17 cm angegeben (122).

**Abbildung 74** FOV<sup>63</sup>



<sup>63</sup> aus *Krause et al.* (122)

*Ludlow et al.* (57) verglichen 2008 in ihrer Studie acht DVT-Geräte miteinander. Dabei variierte die Strahlenbelastung unter den Geräten zwischen 68 und 1073  $\mu\text{Sv}$  bei großem FOV mit über 15 cm und zwischen 70 und 560  $\mu\text{Sv}$  bei mittlerem FOV.

Je größer das gewählte FOV, desto größer das untersuchte Gebiet, welches vom Strahlenkegel erfasst wird. Physikalisch geschlussfolgert geht eine Vergrößerung des FOV mit einem Anstieg effektiver Strahlenbelastung einher.

Es existieren Studien, die unter ähnlichen Bedingungen die effektive Dosis am Patienten maßen. Phantomköpfe, die mit Weichgewebe versehen waren, wurden an mehreren Stellen mit TLD Chips versehen (58). Nach dem Röntgen der Köpfe mit unterschiedlichen Rotationen wurden die Chips ausgelesen.

Zahnärzte sind von den *Dental Radiographic Examinations*<sup>64</sup> aus dem Jahr 2012 dazu angehalten, Patienten nur zu röntgen, wenn daraus zusätzliche Informationen zur Therapieplanung resultieren (121).

Es wurden Grundprinzipien für den Gebrauch von DVT-Geräten entwickelt (70):

- DVT-Aufnahmen sollen nur nach Gesundheitsprüfung des Patienten angefertigt werden. Berücksichtigt werden müssen vorherige Röntgenaufnahmen.
- Die Aufnahmen sollen nur mit Rechtfertigung und mit Überprüfung des Nutzens im Gegensatz zum Schaden für den Patienten erfolgen.
- Strahlenwichtungsfaktoren von Kindern und Erwachsenen sind anders zu bewerten, da Kinder strahlensensitiver sind.
- DVT-Aufnahmen gelten als Zusatz zu konventionellen Röntgenaufnahmen.
- Das „ALARA-Prinzip“<sup>65</sup> muss berücksichtigt werden. Die Patientenstrahlendosis sollte so gewählt werden, dass mit niedriger Strahlenbelastung eine gute Bildqualität erreicht wird.
- Überweisungen für DVT-Aufnahmen sollten zu einem erfahrenen Spezialisten erfolgen.
- Regelmäßige Kontrollen der Röntgeneinrichtungen sind gefordert.

---

<sup>64</sup> Ausgegeben von der American Dental Association Council on Scientific Affairs [www.ada.org/.../Dental\\_Radiographic\\_Examinations](http://www.ada.org/.../Dental_Radiographic_Examinations) am 15.03.2015 um 15:14 Uhr

<sup>65</sup> Nach diesem Prinzip sollen niedrigste Röntgenstrahlungen genutzt werden, um Informationen zu erhalten – getreu dem Motto: So wenig wie möglich, so viel wie nötig.

Die rechtfertigende Indikation für eine DVT kann nur ein/e fachkundige/r Zahnärztin/Zahnarzt erstellen. Das gilt ebenso für Kontraindikationen bezüglich dieser Behandlung (148). Es existieren im Sedentexct-Programm<sup>66</sup> evidenzbasierte Richtlinien zum Gebrauch von DVT-Geräten (15, 21, 41, 55).

*Roeder et al.* (167) gaben hingegen negative Resultate für DVT an. Bei ihnen zeigten die DVT unzureichende Informationen zur Lagebeziehung. Aus diesem Grund sind DVT nur in Ausnahmefällen, wenn FRS und PSA unausreichende Ergebnisse liefern, zu empfehlen. Es resultierten in diesen sowie bei PSA 1,85 % temporäre Sensibilitätsstörungen.

*Neugebauer et al.* machten ihre dreidimensionalen Aufnahmen mit einem Galileos und wählten die Größe 15 x 15 x 15 cm mit einer Auflösung von 0.3 mm bei einer Scanzeit von nur 15 Sekunden. Sie sagten aus, dass die Panoramaaufnahmen des DVT mehr von Zahnärzten bevorzugt wurden. Und transversale Schnitte dagegen eher von den Oralchirurgen präferiert wurden. Als Ergebnis veröffentlichten sie, dass DVT-Aufnahmen in der vertikalen Dimension nicht wesentlich von normalen PSA zu unterscheiden seien (64).

*Danforth et al.* (94) machten in ihrer Untersuchung Unterschiede zwischen den verschiedenen Schichtdicken in der Panoramaaufnahme eines DVT-Gerätes deutlich. Bei einer 12 mm dicken Schicht zeigte sich eine starke Überlagerung in der Region des N. alv. inf. . Dahingegen war dieselbe Region bei einer 1 mm dicken Schicht sehr deutlich erkennbar. Es handelte sich dabei um ein Newtom 9000 mit einer Scanzeit von 75 Sekunden und 0.3 mm Voxel Size.

*Soumalainen et al.* (13) hatten für ihre Studie 30 Patienten zur Verfügung und machten DVT-Aufnahmen teilweise mit einem Promax3D-Scanner und mit einem 3D Accuitomo Scanner. Für die ersten acht Patienten galt ein gewähltes FOV von 80 x 80 mm. Danach wurde ein FOV von 50 x 40 mm gewählt, um die Strahlendosis zu minimieren. Die Scanzeit wurde mit 12 Sekunden und die Voxel Size mit 0.16 mm angegeben. Beim zweiten genutzten Gerät wurde ein FOV von 30 x 40 mm gewählt. Die Scanzeit betrug 17,5 Sekunden bei gewählter Voxel Size von 0.125 mm. Ihre Erkenntnis war,

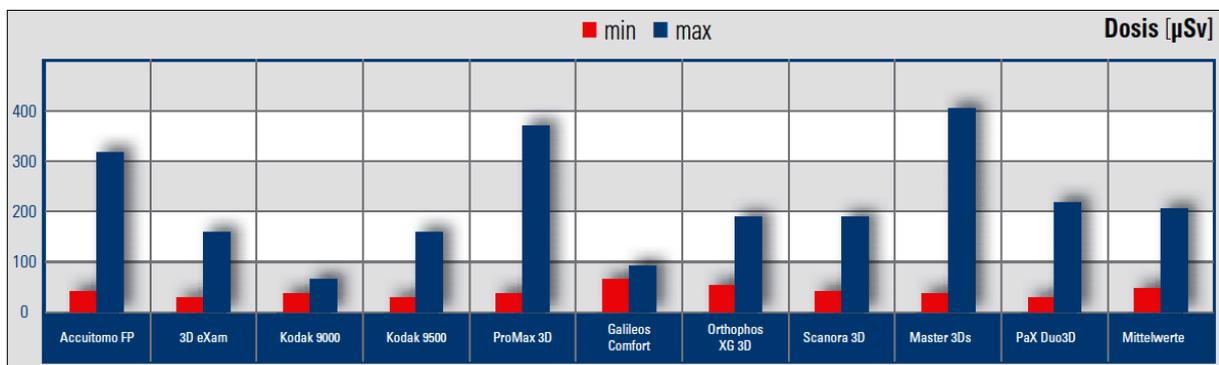
---

<sup>66</sup> Projekt für mehr Sicherheit und Wirksamkeit bei der Verwendung der DVT in der dentalen und maxillofazialen Radiologie, auch ein Ausbildungsprogramm für DVT  
www.sedentexct.eu am 15.03.2015 um 19:15 Uhr

dass dreiwurzelige Weisheitszähne in dreidimensionalen Aufnahmen genauer eingeschätzt werden können. Radiologische Befunde wurden intraoperativ bestätigt.

Anknüpfend zeigt folgendes Diagramm Untersuchungen effektiver Strahlenbelastungen verschiedener DVT-Geräte. Bei allen vergleichenden Geräten sind jeweils zwei Säulen abgebildet. Diese zeigen jeweils die minimale und maximale Strahlenbelastung. Anschaulich weisen das Kodak 9000 und das Galileos Comfort die niedrigsten Maximalwerte auf.

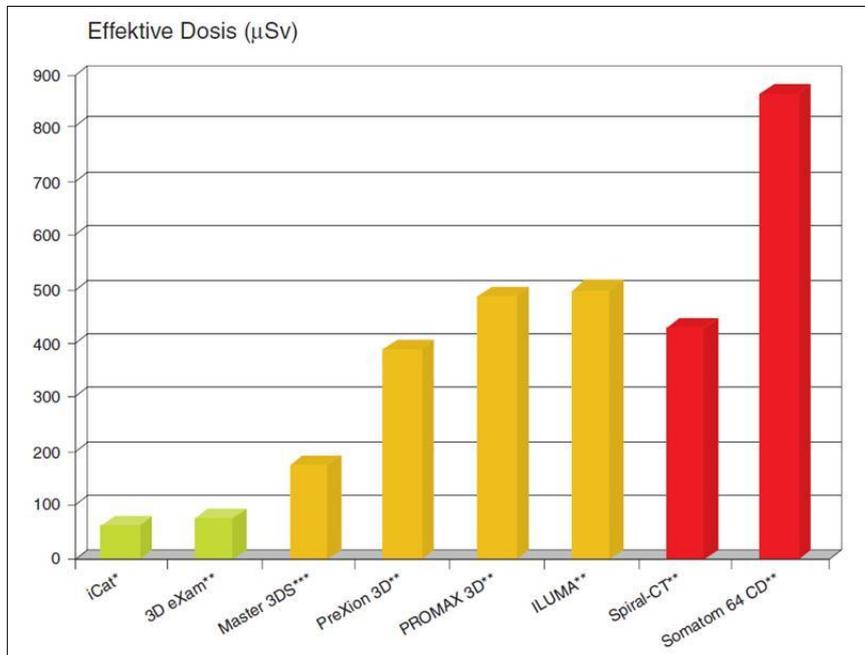
**Abbildung 75** Effektive Dosen verschiedener DVT-Systeme bei minimalen und maximalen Expositionsparametern<sup>67</sup>



<sup>67</sup> aus Schulze (142)

In einer weiteren Studie wurden ebenfalls mehrere Geräte gegenübergestellt und die effektive Dosis gemessen. Die nächste Abbildung verdeutlicht das Ergebnis (59).

**Abbildung 76 Effektive Dosis verschiedener DVT-Systeme<sup>68</sup>**



Unschwer erkennbar weisen das iCat und das 3D eXam die niedrigsten effektiven Dosen auf (vergleichbar Abbildung 15).

<sup>68</sup> aus *Bumann A*, Wissenschaft und Praxis Nr.4, April 2009



## 6 SCHLUSSFOLGERUNGEN

DVT-Geräte ermöglichen genauere Diagnostik, wenn es um die Beurteilung von impaktierten Weisheitszähnen geht. Damit wurde die These bestätigt. Möglicherweise entfällt dann eine vorzeitige Entfernung des jeweiligen Zahnes. Anhand literarischer Ergebnisse ergibt sich die sinnvolle Annahme, zu Planungsbeginn einer Behandlung DVT-Aufnahmen als sinnvoll anzusehen.

Kariesbildung tritt in dieser Untersuchung am häufigsten bei der Verlagerung Klasse A, I nach *Pell* und *Gregory* auf. Daher sollte mit diesem Wissen seitens des Zahnarztes auf erhöhte Mundhygiene hingewiesen werden, wenn Weisheitszähne bis zur Okklusionsebene mit distalem Platzmangel vorliegen.

Die Morphologie des N. alv. inf. ist präzise zu beurteilen. Genau wie die exakte Position des Nervverlaufs. Wenn bei der Beurteilung zur Zahnentfernung auf der Röntgenaufnahme eine direkte anatomische Verbindung zwischen Zahn und Nervkanal sichtbar ist, muss eine zusätzliche Röntgenaufnahme erfolgen (13). Knochenstrukturen, wie Osteoporose, lassen sich auf Schnittebenen beurteilen und lassen damit ein zusätzliches OP-Risiko erkennen (13). Zusätzlich weisen die DVT-Geräte je nach Hersteller geringere Strahlenbelastungen als PSA auf. Es steht außer Frage, dass ein Informationsgewinn erzielt werden kann. Mit einer sofortigen dreidimensionalen Aufnahme ließen sich doppelte (Strahlen-)Belastungen für Patienten vermeiden. Zahnärzte sollten auf ihren Überweisungen sowohl Indikation als auch Region des Interesses vermerken, um exakte Röntgenaufnahmen zu erhalten. Bei einem DVT-Gerät lassen sich einzelne Regionen auswählen. Es sind Einteilungen bezüglich kieferorthopädischer und chirurgischer Fragestellungen möglich ohne mehrere Aufnahmen anfertigen zu müssen.

Bei kieferorthopädischen Behandlungen sollten die effektiven Dosen der Strahlenbelastung nicht unüberlegt bleiben. Wenn eine einzige Aufnahme mit einem DVT-Gerät dazu führt, alle wesentlichen Informationen zu erhalten, sollte dies als Standarduntersuchungsmittel genutzt werden. Der Stressfaktor für Patienten ließe sich senken, wodurch möglicherweise die Compliance und das Verständnis von Seiten der Patienten erhöht werden könnten. Zumal der Großteil kieferorthopädisch

behandelter Patienten Kinder und Jugendliche sind. Röntgen in diesen Altersgruppen sollte so wenig wie möglich erfolgen.

Die *DGZMK* gab Stellungnahmen zu Engständen heraus, die zu berücksichtigen sind. Prophylaktische Gerkektomie sei bei ausreichendem Platzangebot kritisch zu sehen. Damit kann ein späterer möglicher Brückenpfeiler erhalten bleiben. Allerdings kann eine Beurteilung von Platzverhältnissen erst erfolgen, sobald das Wachstum weitgehend abgeschlossen ist.

Diagnostische Möglichkeiten dreidimensionaler Aufnahmen sind vielfältig. Zu nennen sind u. a. neben der Chirurgie auch Parodontologie und Endodontie. Lässt man die Kosten einer einzelnen DVT-Aufnahme einmal außer Acht, wäre eine Möglichkeit einer generellen Röntgendiagnostik mit einem DVT-Gerät denkbar. Die Folge wäre der Entfall von Statusaufnahmen in der Parodontologie mit gleichzeitiger Ermöglichung präziser Beurteilungen zur Behandlungsplanung.

Das gleiche gilt für die exakte anatomische Darstellung vor chirurgischen Entfernungen der Weisheitszähne. DVT-Aufnahmen lassen Veränderungen, wie kleine periapikale Verschattungen, deutlicher in Erscheinung treten als auf PSA. Derartige Veränderungen werden nach längerer Zeit auch in PSA sichtbar.

Benutzerfreundliche Software in der zahnärztlichen Praxis ist ein wesentlicher Aspekt für die Nutzung eines DVT-Geräts (141). Benötigte Daten sollen einfach zu verarbeiten sein. Die Speicherung muss zudem schnellen Zugriff sicherstellen.

Der zweite Kritikpunkt gegen die dreidimensionalen Aufnahmen betrifft die Kosten. Weil dies jeder wissenschaftlichen Betrachtung entsagt, wurde es nicht beachtet.





**LITERATURVERZEICHNIS**

1. Koray Halicioglu, Mevlut Celikoglu, Suleyman Kutalmis Buyuk, Ahmet Ercan Sekerci, Faruk Izzet Ucar, Ibrahim Yavuz;  
*Three-dimensional evaluation of the mandibular third molars' development in unilateral crossbite patients: A cone beam computed tomography study*  
Year: 2014, Volume: 8, Issue: 3, Page: 389-394
2. Palma-Carrió C, García-Mira B, Larrazabal-Morón C, Peñarrocha-Diago M.,  
*Radiographic signs associated with inferior alveolar nerve damage following lower third molar extraction.*  
Med Oral Patol Oral Cir Bucal. 2010 Nov 1; 15(6)
3. Kositbowornchai S, Densiri-aksorn W, Piumthanaroj P.  
*Ability of two radiographic methods to identify the closeness between the mandibular third molar root and the inferior alveolar canal: a pilot study.*  
Dentomaxillofac Radiol. 2010 Feb; 39(2): 79-84.
4. Peker I, Sarikir C, Alkurt MT, Zor ZF.  
*Panoramic radiography and cone-beam computed tomography findings in preoperative examination of impacted mandibular third molars.*  
BMC Oral Health. 2014 Jun 14; 14:71.
5. *Die Empfehlungen der Internationalen Strahlenschutzkommission (ICRP) von 2007*  
ICRP-Veröffentlichung 103  
verabschiedet im März 2007
6. Shujaat S, Abouelkheir HM, Al-Khalifa KS, Al-Jandan B, Marei HF.  
*Pre-operative assessment of relationship between inferior dental nerve canal and mandibular impacted third molar in Saudi population.*  
Saudi Dent J. 2014 Jul; 26(3):103-7. doi: 10.1016/j.sdentj.2014.03.005. Epub 2014 May 5.

7. Neves FS, Souza TC, Almeida SM, Haiter-Neto F, Freitas DQ, Bóscolo FN.  
*Correlation of panoramic radiography and cone beam CT findings in the assessment of the relationship between impacted mandibular third molars and the mandibular canal.*  
Dentomaxillofac Radiol. 2012 Oct;41(7):553-7. Epub 2012 Jan 26.
8. Nakamori K, Tomihara K, Noguchi M.  
*Clinical significance of computed tomography assessment for third molar surgery.*  
World J Radiol. 2014 Jul 28;6(7):417-23.
9. de-Azevedo-Vaz SL, Oenning AC, Felizardo MG, Haiter-Neto F, de Freitas DQ.  
*Accuracy of the vertical tube shift method in identifying the relationship between the third molars and the mandibular canal.*  
Clin Oral Investig. 2014 Jul 4.
10. Oenning AC, Neves FS, Alencar PN, Prado RF, Groppo FC, Haiter-Neto F  
External root resorption of the second molar associated with third molar impaction: comparison of panoramic radiography and cone beam computed tomography.  
J Oral Maxillofac Surg. 2014 Aug;72(8):1444-55. Epub 2014 Mar 31.
11. Endo A, Kato T, Vasudeva SB, Kobayashi I, Okano T.  
A preliminary study to determine the diagnostic reference level using dose-area product for limited-area cone beam CT.  
Dentomaxillofac Radiol. 2013;42(4):20120097. Epub 2013 Feb 18.
12. Atieh MA.  
Diagnostic accuracy of panoramic radiography in determining relationship between inferior alveolar nerve and mandibular third molar.  
J Oral Maxillofac Surg. 2010 Jan;68(1): 74-82.

13. Suomalainen A, Ventä I, Mattila M, Turtola L, Vehmas T, Peltola JS.  
*Reliability of CBCT and other radiographic methods in preoperative evaluation of lower third molars.*  
Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2010 Feb;109(2): 276-84.
14. Szalma J, Lempel E, Jeges S, Szabó G, Olasz L.  
*The prognostic value of panoramic radiography of inferior alveolar nerve damage after mandibular third molar removal: retrospective study of 400 cases.*  
Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2010 Feb;109(2):294-302.  
Epub 2009 Oct 20.
15. Guerrero ME, Shahbazian M, Elsiens Bekkering G, Nackaerts O, Jacobs R, Horner K.  
*The diagnostic efficacy of cone beam CT for impacted teeth and associated features: a systematic review.*  
J Oral Rehabil. 2011 Mar;38(3): 208-16.
16. Guerrero ME, Botetano R, Beltran J, Horner K, Jacobs R.  
*Can preoperative imaging help to predict postoperative outcome after wisdom tooth removal? A randomized controlled trial using panoramic radiography versus cone-beam CT.*  
Clin Oral Investig. 2014 Jan;18(1):335-42. Epub 2013 Mar 15.
17. Flygare L, Ohman A.  
*Preoperative imaging procedures for lower wisdom teeth removal.*  
Clin Oral Investig. 2008 Dec;12(4): 291-302. Epub 2008 Apr 30.
18. Ohman A, Kull L, Andersson J, Flygare L.  
*Radiation doses in examination of lower third molars with computed tomography and conventional radiography.*  
Dentomaxillofac Radiol. 2008 Dec;37(8): 445-52.

19. Miloro M, DaBell J.  
*Radiographic proximity of the mandibular third molar to the inferior alveolar canal.*  
Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2005 Nov; 100(5): 545-9.
20. Leung YY, Cheung LK  
*Coronectomy of the lower third molar is safe within the first 3 years.*  
J Oral Maxillofac Surg. 2012 Jul; 70(7): 1515-22. Epub 2012 Apr 10.
21. Guerrero ME, Nackaerts O, Beinsberger J, Horner K, Schoenaers J, Jacobs R; SEDENTEXCT Project Consortium.  
*Inferior alveolar nerve sensory disturbance after impacted mandibular third molar evaluation using cone beam computed tomography and panoramic radiography: a pilot study.*  
J Oral Maxillofac Surg. 2012 Oct; 70(10): 2264-70. Epub 2012 Jun 16.
22. G. Umar, C. Bryant, o. Obisesan & J.P.Rood  
*Correlation of the radiological predictive factors of inferior alveolar nerve injury with cone beam computed tomography findings*  
Oral Surgery 3(2010) 72-82
23. Gainer Raul Jasa, Mariana Boessio Vizzotto, Priscila Fernanda da Silveira, Heloisa Emilia Dias da Silveira, Heraldo Luis Dias da Silveira, Leticia Ruhland Correa, Tabare Raveca  
*Buccal-lingual localization of the mandibular canal in relationship with the third molar using the lateral oblique technique*  
J Oral Maxillofac Radiol 2014; 2:15-20
24. Matzen, L. H., et al.  
*Influence of cone beam CT on treatment plan before surgical intervention of mandibular third molars and impact of radiographic factors on deciding on coronectomy vs surgical removal. (2014).*  
Dentomaxillofacial Radiology (2013) 42

- 
25. Weeraya Tantanapornkul, DDS; Kiyoshi Okouchi, DDS, PhD, Yoshikuni Fujiwara; DDS, Masashi Yamashiro, DDS, PhD Yutaka Maruoka, DDS, PhD, Naoto Ohbayashi, DDS, PhD and Tohru Kurabayashi, DDS, PhD, Tokyo, Japan  
*A comparative study of cone-beam computed tomography and conventional panoramic radiography in assessing the topographic relationship between the mandibular canal and impacted third molars*  
Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Oral Endodontology, Vol.103, No.2 February 2007, 253-9
26. Garcia-Garcia A, Somoza-Martin M, Gandara-Vila P, Saulacic N, Gandara-Rey JM.  
*Alveolar distraction before insertion of dental implants in the posterior mandible.*  
Br J Oral Maxillofac Surg. 2003 Dec;41(6): 376-9.
27. G.W.Bell  
*Use of dental panoramic tomographs to predict the relation between mandibular third molar teeth and the inferior alveolar nerve*  
*Radiological and surgical findings, and clinical outcome*  
British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery Volume 42, Issue 1, 21–27, February 2004
28. Chkoura A, El Wady W, Taleb B.  
*Third molar and mandibular canal: selection of radiographic techniques.*  
Stomatol Chir Maxillofac. 2011 Dec;112(6):360-4. Epub 2011 Nov 8.
29. Monaco G, Montevecchi M, Bonetti GA, Gatto MR, Checchi L.  
*Reliability of panoramic radiography in evaluating the topographic relationship between the mandibular canal and impacted third molars.*  
J Am Dent Assoc. 2004 Mar;135(3):312-8.

30. Srinivas M. Susarla, BA, Thomas B. Dodson, DMD, MPH  
*Preoperative Computed Tomography Imaging in the Management of Impacted Mandibular Third Molars*  
Journal of Oral and Maxillofacial Surgery, Volume 65, Issue 1, 83–88, January 2007
31. Maegawa H, Sano K, Kitagawa Y, Ogasawara T, Miyauchi K, Sekine J, Inokuchi T.  
*Preoperative assessment of the relationship between the mandibular third molar and the mandibular canal by axial computed tomography with coronal and sagittal reconstruction.*  
Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2003 Nov;96(5):639-46.
32. Tantanapornkul W, Okochi K, Bhakdinaronk A, Ohbayashi N, Kurabayashi T.  
*Correlation of darkening of impacted mandibular third molar root on digital panoramic images with cone beam computed tomography findings.*  
Dentomaxillofac Radiol. 2009 Jan;38(1):11-6.
33. Khan I, Halli R, Gadre P, Gadre KS.  
*Correlation of panoramic radiographs and spiral CT scan in the preoperative assessment of intimacy of the inferior alveolar canal to impacted mandibular third molars.*  
J Craniofac Surg. 2011 Mar;22(2):566-70.
34. Umar G, Obisesan O, Bryant C, Rood JP.  
*Elimination of permanent injuries to the inferior alveolar nerve following surgical intervention of the "high risk" third molar.*  
Br J Oral Maxillofac Surg. 2013 Jun;51(4):353-7. Epub 2012 Sep 23.

35. Dalili Z, Mahjoub P, Sigaroudi AK.  
*Comparison between cone beam computed tomography and panoramic radiography in the assessment of the relationship between the mandibular canal and impacted class C mandibular third molars.*  
Dent Res J (Isfahan). 2011 Oct;8(4):203-10.
36. Jung YH, Nah KS, Cho BH.  
*Correlation of panoramic radiographs and cone beam computed tomography in the assessment of a superimposed relationship between the mandibular canal and impacted third molars.*  
Imaging Sci Dent. 2012 Sep;42(3):121-7. Epub 2012 Sep 21.
37. Strietzel FP, Reichart PA.  
*Wound healing after surgical wisdom tooth extraction. Evidence-based analysis*  
Mund Kiefer Gesichtschir. 2002 Mar;6(2):74-84.
38. Renton T.  
*Update on coronectomy. A safer way to remove high risk mandibular third molars*  
Dent Update. 2013 Jun;40(5):362-4, 366-8.
39. EUROPEAN GUIDELINES ON QUALITY CRITERIA FOR DIAGNOSTIC RADIOGRAPHIC IMAGES  
SBN 92-827-7284-5, Brüssel, Luxemburg 1996
40. Rood JP, Shehab BA  
*The radiological prediction of inferior alveolar nerve injury during third molar surgery*  
Br J Oral Maxillofac Surg. 1990 Feb;28(1):20-5.

41. Sedentext Projekt (siehe Internetquelle)  
Programm der European Atomic Energy Community  
<http://cordis.europa.eu/fp7/euratom/>
42. R. Matthew Miner, Salem Al Qabandi, Paul H. Rigali, Leslie A. Will  
*Cone-beam computed tomography transverse analysis. Part I: Normative data*  
*American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*,  
Volume 142, Issue 3, 300–307, September 2012
43. Bell GW, Rodgers JM, Grime RJ, Edwards KL, Hahn MR, Dorman ML, Keen  
WD, Stewart DJ, Hampton N.  
*The accuracy of dental panoramic tomographs in determining the root  
morphology of mandibular third molar teeth before surgery.*  
*Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2003 Jan;95(1):119-25.
44. Leonard P.Chandler, Daniel M. Laskin  
*Accuracy of Radiographs in Classification of Impacted Third Molar Teeth*  
*J Oral Maxillofac Surg*, 46: 656-660, 1988
45. Takahisa Yamada, Kohji Ishihama, Kouichi Yasuda, Yoko Hasumi-Nakayama,  
Minoru Yamaoka and Kiyofumi Furusawa  
*Inferior Alveolar Nerve Canal and Branches Detected With Dental Cone Beam  
Computed Tomography in Lower Third Molar Region*  
*J Oral Maxillofac Surg.* 2011 May; 69(5):1278-82
46. Naitoh M, Hiraiwa Y, Aimiya H, Arijji E  
*Observation of bifid mandibular canal using cone-beam computerized  
tomography.*  
*Int. J Oral Maxillofac Implants* 24:155, 2009
47. William C.Scarfe, Allan G.Farman  
*What is Cone-Beam CT and How Does it Work?*  
*Dent Clin N Am* 52 (2008) 707-730

- 
48. Andrew C. Smith, Susan E. Barry, Allan Y. Chiong; Despina Hadzakis, Sung-Lac Kha, Steven C. Mok, Daniel L. Sable  
*Inferior alveolar nerve damage following removal of mandibular third molar teeth. A prospective study using panoramic radiography*  
Australian Dental Journal 1997; 42:(3):149-52
49. D Schulze, M Heiland, H Thurmann and G Adam  
*Radiation exposure during midfacial imaging using 4- and 16-slice computed tomography, cone beam computed tomography systems and conventional radiography*  
Dentomaxillofacial Radiology (2004) 33, 83-86
50. Kaoru Kobayashi, Yoichi Nakagawa, Akira Yamamoto  
*Accuracy in Measurement of Distance Using Limited Cone-Beam Computerized Tomography*  
Int J Oral Maxillofac Implants 2004; 19:228-231
51. Koji Hashimoto, Shoji Kawashima, Masao Araki, Kazuo Iwai, Kunihiko Sawada and Yutaka Akiyama  
*Comparison of image performance between cone-beam computed tomography for dental use and four-row multidetector helical CT*  
Journal of Oral Science, Vol.48, No.1, 27-34, 2006
52. Eduard Valmaseda-Castellón, Leonardo Berini-Aytés, and Cosme Gay-Escoda, Barcelona, Spain, Universität of Barcelona  
*Inferior alveolar nerve damage after lower third molar surgical extraction: A prospective study of 1117 surgical extractions*  
Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2001, 92:377-83
53. Bernard Friedland, Bruce Donoff and Thomas B. Dodson  
*The Use of 3-Dimensional Reconstructions to Evaluate the Anatomic Relationship of the Mandibular Canal and Impacted Mandibular Third Molars*  
J Oral Maxillofac Surg., 66: 1678-1685, 2008

54. Louise Hauge Matzen, Jennifer Christensen, Hanne Hintze; Soren Schou & Ann Wenzel  
*Diagnostic accuracy of panoramic radiography, stereo-scanography and cone beam CT for assessment of mandibular third molars before surgery*  
Acta Odontologica Scandinavica, 2013; 71:1391-1398
55. L B Petersen, K R Olsen, J Christensen and A Wenzel  
*Image and surgery-related costs comparing cone beam CT and panoramic imaging before removal of impacted mandibular third molars*  
Dentomaxillofacial Radiology (2014) 43, 20140001
56. Gerold Eyrich, Burkhardt Seifert, Felix Matthews, Urs Matthiessen, Cyrill K. Heusser, Astrid L. Kruse, Joachim A. Obwegeser, Heinz-Theo Lübbers  
*3-Dimensional Imaging for Lower Third Molars: Is There an Implication for Surgical Removal?*  
J Oral Maxillofac Surg 69: 1867-1872, 2011
57. John B. Ludlow and Marija Ivanovic, Chapel Hill, North Carolina, University of North Carolina  
*Comparative dosimetry of dental CBCT devices and 64-slice CT for oral and maxillofacial radiology*  
Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2008; 106:106-14
58. John B. Ludlow, Laura E. Davies-Ludlow and Stuart C. White  
*Patient Risk Related to Common Dental Radiographic Examinations: The Impact of 2007 International Commission on Radiological Protection Recommendations Regarding Dose Calculation*  
J Am Dent Assoc 2008; 139; 1237-1243
59. Leena Ylikontiola, Katariina Moberg, Sisko Huuonen, Kari Soikkonen and Kyösti Oikarinen, Oulu, Finland  
University of Uulu, Oulu, Finland  
Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2002; 93:736-42

60. Kaori Shiratori, Kenji Nakamori, Megumi Ueda, Tomoko Sonoda and Hironari Dehari  
*Assessment of the Shape of the Inferior Alveolar Canal as a Marker for Increased Risk of Injury to the Inferior Alveolar Nerve at Third Molar Surgery: A Prospective Study*  
J Oral Maxillofac Surg 71:2012-2019, 2013
61. Megumi Ueda, Kenji Nakamori, Kaori Shiratori, Tomohiro Igarashi, Takanori Sasaki, Naoki Anbo, Takeshi Kaneko, Naohiro Suzuki, Hironari Dehari, Tomoko Sonoda and Hiroyoshi Hiratsuka  
*Clinical Significance of Computed Tomographic Assessment and Anatomic Features of the Inferior Alveolar Canal as Risk Factors for Injury of the Inferior Alveolar Nerve at Third Molar Surgery*  
J Oral Maxillofac Surg 70:514-520, 2012
62. Kenji Nakamori, Kumiko Fujiwara, Akihiro Miyazaki, Kei Tomihara, Manabu Tsuji, Mitsuyoshi Nakai, Yoshitaka Michifuri, Rina Suzuki, Kiyoto Komai, Makoto Shimanishi and Hiroyoshi Hiratsuka  
J Oral Maxillofac Surg 66:2308-2313, 2008
63. Shravan Kumar Kataman, Uma Shankar, Deepak Thakur, T Praeveen Kumar Reddy, KR Hari, Deepti Janga  
*Comparison of Orthopantomography and Computed Tomography Image for Assessing the Relationship between Impacted Mandibular Third Molar and Mandibular Canal*  
The Journal of Contemporary Dental Practice, November-December 2012;13(6):819-823

64. Joerg Neugebauer, Rusbeh Shirani, Robert A. Mischkowski, Lutz Rittner, Martin Scheer, Erwin Keeve and Joachim E. Zöller, Cologne and Bonn, Germany  
*Comparison of cone-beam volumetric imaging and combined plain radiographs for localization of the mandibular canal before removal of impacted lower third molars*  
Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2008;105:633-42
65. Emes Y, Oncu B, Aybar B, Al-Badri N, İşsever H, Atalay B, Yalçın S  
*Measurement of the Lingual Position of the Lower Third Molar Roots Using Cone-Beam Computed Tomography*  
J Oral Maxillofac Surg. 2014 Jul 8. 1-5
66. Ghaeminia H, Meijer GJ, Soehardi A, Borstlap WA, Mulder J, Vlijmen OJ, Bergé SJ, Maal TJ.  
*The use of cone beam CT for the removal of wisdom teeth changes the surgical approach compared with panoramic radiography: a pilot study.*  
Int J Oral Maxillofac Surg. 2011 Aug;40(8):834-9.
67. Ghaeminia H, Meijer GJ, Soehardi A, Borstlap WA, Mulder J, Bergé SJ  
*Position of the impacted third molar in relation to the mandibular canal. Diagnostic accuracy of cone beam computed tomography compared with panoramic radiography.*  
Int J Oral Maxillofac Surg. 2009 Sep;38(9):964-71.
68. Keisuke Nakayama, Makoto Nonoyama, Yasuo Takaki, Toyohiro Kagawa, Kenji Yuasa, Kiwako Izumi, Satoru Ozeki and Tetsuro Ikebe  
*Assessment of the Relationship Between Impacted Mandibular Third Molars and Inferior Alveolar Nerve With Dental 3-Dimensional Computed Tomography*  
J Oral Maxillofac Surg 67:2587-2591, 2009

69. Nicolaas Lucius Gerlach, Hossein Ghaemina, Ewald Maria Bronkhorst, Stefaan Jozef Bergé, Gerrit Jacobus Meijer and thomas Jan Jaap Maal  
*Accuracy of Assessing the mandibular Canal on Cone-Beam Computed Tomography: A Validation Study*  
J Oral Maxillofac Surg. 2014 Apr;72(4):666-71
70. The Journal of the American Dental Association JADA  
*The Use of cone-beam computed tomography in dentistry: An advisory statement from the American Dental Association Council on Scientific Affairs*  
The American Dental Association Council on Scientific Affairs JADA  
2012;143(8):899-902
71. Amin G. Ades, Donald R. Joondeph, Robert M. Little and Michael K. Chapko  
*A long-term study of the relationship of third molars to changes in the mandibular dental arch*  
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 1990 Apr;97(4):323-35
72. O. Mockers, M. Aubry and B. Mafart  
*Dental crowding in a prehistoric population*  
European Journal of Orthodontics 26(2004)151-156
73. Stanaitytė R, Trakinienė G, Gervickas A.  
*Lower dental arch changes after bilateral third molar removal.*  
Stomatologija. 2014;16(1):31-6.
74. Sidlauskas A, Trakinienė G.  
*Effect of the lower third molars on the lower dental arch crowding.*  
Stomatologija. 2006;8(3):80-4.
75. Iwona Niedzielska  
*Third molar influence on dental arch crowding*  
European Journal of Orthodontics 27(2005)518-523

76. Bezerra TP, Studart-Soares EC, Pita-Neto IC, Costa FW, Batista SH.  
*Do third molars weaken the mandibular angle?*  
Med Oral Patol Oral Cir Bucal. 2011 Aug 1;16(5):657-63.
77. Krishnan B, Sheikh MH, Rafa el-G, Orafi H.  
*Indications for removal of impacted mandibular third molars: a single institutional experience in Libya.*  
J Maxillofac Oral Surg. 2009 Sep;8(3):246-8
78. Fuster Torres MA, Gargallo Albiol J, Berini Aytés L, Gay Escoda C.  
*Evaluation of the indication for surgical extraction of third molars according to the oral surgeon and the primary care dentist. Experience in the Master of Oral Surgery and Implantology at Barcelona University Dental School.*  
Med Oral Patol Oral Cir Bucal. 2008 Aug 1;13(8):499-504.
79. Zawawi KH, Melis M.  
*The role of mandibular third molars on lower anterior teeth crowding and relapse after orthodontic treatment: a systematic review.*  
ScientificWorldJournal. Volume 2014;Article ID:615429
80. Effectiveness Matters  
*Prophylactic removal of impacted third molars: is it justified?*  
Br J Orthod. 1999 Jun;26(2):149-51.
81. Stanaitytė R, Trakinienė G, Gervickas A.  
*Do wisdom teeth induce lower anterior teeth crowding? A systematic literature review.*  
Stomatologija. 2014;16(1):15-8.
82. Adeyemo WL.  
*Do pathologies associated with impacted lower third molars justify prophylactic removal? A critical review of the literature.*  
Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2006 Oct;102(4):448-52.

83. Lakhani MJ, Kadri W, Mehdi H, Sukhia H, Bano A, Yaqoob S.  
*Anterior arch crowding--a possible predictor for mandibular third molar impaction.*  
J Ayub Med Coll Abbottabad. 2011 Jan-Mar;23(1):63-5.
84. Adeyemo WL, Ogunlewe MO, Ladeinde AL, Hassan OO, Taiwo OA.  
*A comparative study of surgical morbidity associated with mandibular third-molar surgery in young and aging populations.*  
J Contemp Dent Pract. 2010 Jul 1;11(4):1-8.
85. Adeyemo WL.  
*Letter to the Editor*  
Int J. Oral Maxillofac. Surg. 2005; 34: 816-817
86. Richardson ME.  
*Late lower arch crowding in relation to the direction of eruption.*  
Eur J Orthod. 1996 Aug;18(4):341-7.
87. Stathopoulos P, Mezitis M, Kappatos C, Titsinides S, Stylogianni E.  
*Cysts and tumors associated with impacted third molars: is prophylactic removal justified?*  
J Oral Maxillofac Surg. 2011 Feb;69(2):405-8.
88. Godfrey K.  
*Prophylactic removal of asymptomatic third molars: a review.*  
Aust Dent J. 1999 Dec;44(4):233-7.
89. Voegelin TC, Suter VG, Bornstein MM.  
*Complications during and after surgical removal of mandibular third molars. Impact of patient related and anatomical factors.*  
Schweiz Monatsschr Zahnmed. 2008;118(3):192-8.

90. Hazza'a AM, Bataineh AB, Odat AA.  
*Angulation of mandibular third molars as a predictive factor for pericoronitis.*  
J Contemp Dent Pract. 2009 May 1;10(3):51-8.
91. Braut V, Bornstein MM, Kuchler U, Buser D.  
*Bone dimensions in the posterior mandible: a retrospective radiographic study using cone beam computed tomography. Part 2--analysis of edentulous sites.*  
Int J Periodontics Restorative Dent. 2014 Sep-Oct;34(5):639-47.
92. Southard TE, Southard KA, Weeda LW.  
*Mesial force from unerupted third molars.*  
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 1991 Mar;99(3):220-5.
93. Pasqualini D, Erniani F, Coscia D, Pomatto E, Mela F.  
*Third molar extraction. Current trends.*  
Minerva Stomatol. 2002 Oct;51(10):411-24, 424-9.
94. Danforth RA, Peck J, Hall P.  
*Cone beam volume tomography: an imaging option for diagnosis of complex mandibular third molar anatomical relationships.*  
J Calif Dent Assoc. 2003 Nov;31(11):847-52.
95. Keith DA.  
*The detection of abnormalities in the jaws – a survey.*  
Br Dent J 1973;134:129-35
96. Alattar MM, Baughman RA, Collett WK.  
*A survey of panoramic radiographs for evaluation of normal and pathologic findings.*  
Oral Surg 1980;50:472-8

97. Mourshed F.  
*A roentgenographic study of dentigerous cyst.*  
Oral Surg 1964;18:47-53
98. Knutson K., Brehmer B., Lysell L.  
*General dental practitioners evaluation of the need for extraction of asymptomatic mandibular third molars*  
Community Dentistry and Oral Epidemiology, Volume 20, Issue 6, 347-350,  
Dezember 1992
99. McArdle LW, McDonald F, Jones J  
*Distal cervical caries in the mandibular second molar: an indication for the prophylactic removal of the third molar teeth? Update*  
Br J Oral Maxillofac Surg. 2014 Feb;52(2):185-9
100. Mettes TG, Nienhuijs MEL, van der Sanden WJM, Verdonchot EH;  
Plasschaert AJM  
*Interventions for treating asymptomatic impacted wisdom teeth in adolescents and adults*  
Australian Dental Journal 2005;50(3):207-208
101. Ozeç I, Hergüner Siso S, Taşdemir U, Ezirganli S, Göktolga G.  
*Prevalence and factors affecting the formation of second molar distal caries in a Turkish population.*  
Int J Oral Maxillofac Surg. 2009 Dec;38(12):1279-82
102. Shepherd JP, Brickley M.  
*Surgical removal of third molars.*  
BMJ. 1994 Sep 10;309(6955):620-1.

103. McArdle LW, Renton TF.  
*Distal cervical caries in the mandibular second molar: an indication for the prophylactic removal of the third molar?*  
Br J Oral Maxillofac Surg. 2006 Feb;44(1):42-5.
104. Al-Khateeb TH, Bataineh AB.  
*Pathology associated with impacted mandibular third molars in a group of Jordanians.*  
J Oral Maxillofac Surg. 2006 Nov;64(11):1598-602.
105. Yildirim G, Ataoğlu H, Mihmanli A, Kiziloğlu D, Avunduk MC.  
*Pathologic changes in soft tissues associated with asymptomatic impacted third molars.*  
Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2008 Jul;106(1):14-8.
106. Almendros-Marqués N, Alaejos-Algarra E, Quinteros-Borgarello M, Berini-Aytés L, Gay-Escoda C.  
*Factors influencing the prophylactic removal of asymptomatic impacted lower third molars.*  
Int J Oral Maxillofac Surg. 2008 Jan;37(1):29-35.
107. Tulloch JF, Antczak-Bouckoms AA, Ung N.  
*Evaluation of the costs and relative effectiveness of alternative strategies for the removal of mandibular third molars.*  
Int J Technol Assess Health Care. 1990;6(4):505-15.
108. Falci SG, de Castro CR, Santos RC, de Souza Lima LD, Ramos-Jorge ML, Botelho AM, Dos Santos CR.  
*Association between the presence of a partially erupted mandibular third molar and the existence of caries in the distal of the second molars.*  
Int J Oral Maxillofac Surg. 2012 Oct;41(10):1270-4.

109. Allen RT, Witherow H, Collyer J, Roper-Hall R, Nazir MA, Mathew G.  
*The mesioangular third molar--to extract or not to extract? Analysis of 776 consecutive third molars.*  
Br Dent J. 2009 Jun 13;206(11):586-7.
110. Tüfekçi E, Svensk D, Kallunki J, Huggare J, Lindauer SJ, Laskin DM.  
*Opinions of American and Swedish orthodontists about the role of erupting third molars as a cause of dental crowding.*  
Angle Orthod. 2009 Nov;79(6):1139-42.
111. Lindauer SJ, Laskin DM, Tüfekçi E, Taylor RS, Cushing BJ, Best AM.  
*Orthodontists' and surgeons' opinions on the role of third molars as a cause of dental crowding.*  
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2007 Jul;132(1):43-8.
112. Harradine NW, Pearson MH, Toth B.  
*The effect of extraction of third molars on late lower incisor crowding: a randomized controlled trial.*  
Br J Orthod. 1998 May;25(2):117-22.
113. Richardson ME, Gormley JS.  
*Lower arch crowding in the third decade.*  
Eur J Orthod. 1998 Oct;20(5):597-607.
114. Bataineh AB, Albashaireh ZS, Hazza'a AM.  
*The surgical removal of mandibular third molars: a study in decision making.*  
Quintessence Int. 2002 Sep;33(8):613-7.
115. Ventä I, Ylipaavalniemi P, Turtola L.  
*Long-term evaluation of estimates of need for third molar removal.*  
J Oral Maxillofac Surg. 2000 Mar;58(3):288-91.

116. Güven O, Keskin A, Akal UK.  
*The incidence of cysts and tumors around impacted third molars.*  
Int J Oral Maxillofac Surg. 2000 Apr;29(2):131-5.
117. Hicks EP.  
*Third molar management: a case against routine removal in adolescent and young adult orthodontic patients.*  
J Oral Maxillofac Surg. 1999 Jul;57(7):831-6.
118. Andrew Dillon Chief Executive  
*Guidance on the Extraction of Wisdom Teeth*  
NICE technology appraisal guidance 1  
March 2000
119. Sampson WJ, Richards LC, Leighton BC.  
*Third molar eruption patterns and mandibular dental arch crowding.*  
Aust Orthod J. 1983 Mar;8(1):10-20.
120. Clarke R, Valentin J.  
*A history of the international commission on radiological protection.*  
Health Phys. 2005 Jun;88(6):717-32.
121. American Dental Association Council on Scientific Affairs  
Dental Radiographic Examinations: Recommendations For Patient Selection  
and Limiting Radiation Exposure  
U.S. Department of Health and Human Services Public Health Service Food  
and Drug Administration, 2012
122. Krause J, Mah J, Bumann A  
*Metric requirements on the field of view of CBCT scanner for dental treatment  
planning*  
in preparation (2015)

123. DGZMK S2k – Leitlinie Dentale Digitale Volumentomographie  
Registernummer 083 - 005  
Stand 24.09.2013, gültig bis 31.07.2018
124. L. Wanner; H.U. Brauer  
*Was steht Neues in der novellierten S2k-Leitlinie „Operative Entfernung von Weisheitszähnen“?*  
ZWR – Das Deutsche Zahnärzteblatt 2013; 122 (10)
125. Matthias Schneider  
*Radiologische Bildgebung in der Zahnheilkunde*  
Zahnmedizin up2date 5; 2013, 477-497
126. Deshpande P, V Guledgud M, Patil K  
*Proximity of impacted mandibular third molars to the inferior alveolar canal and its radiographic predictors: a panoramic radiographic study.*  
J Maxillofac Oral Surg. 2013 Jun;12(2):145-51.
127. Loubele M, Bogaerts R, Van Dijck E, Pauwels R, Vanheusden S, Suetens P, Marchal G, Sanderink G, Jacobs R.  
*Comparison between effective radiation dose of CBCT and MSCT scanners for dentomaxillofacial applications.*  
Eur J Radiol. 2009 Sep;71(3):461-8
128. Loubele M, Jacobs R, Maes F, Denis K, White S, Coudyzer W, Lambrichts I, van Steenberghe D, Suetens P.  
*Image quality vs radiation dose of four cone beam computed tomography scanners.*  
Dentomaxillofac Radiol. 2008 Sep;37(6):309-18.
129. Kahl-Nieke  
Einführung in die Kieferorthopädie  
Urban und Fischer, 2. Auflage, S. 159

130. Pasler, Friedrich Anton  
*Zahnärztliche Radiologie*  
Thieme, 5. Auflage 2008, S. 26
131. Little RM, D.D.S., M.S.D, Ph.D.  
*The Irregularity Index: A quantitative score of mandibular anterior alignment*  
School of Dentistry, university of Washington, Volume 68, Number 5, 554-563
132. Artun J, Garol JD, Little RM.  
*Long-term stability of mandibular incisors following successful treatment of Class II, Division 1, malocclusions.*  
Angle Orthod. 1996;66(3):229-38.
133. Little RM, Riedel RA, Artun J.  
*An evaluation of changes in mandibular anterior alignment from 10 to 20 years postretention.*  
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 1988 May;93(5):423-8
134. Cohnen M, Kemper J, Möbes O, Pawelzik J, Mödder U.  
*Radiation dose in dental radiology.*  
Eur Radiol. 2002 Mar;12(3):634-7. Epub 2001 Jun 1
135. Freisfeld M, Drescher D, Kobe D, Schüller H.  
*Assessment of the space for the lower wisdom teeth. Panoramic radiography in comparison with computed tomography.*  
J Orofac Orthop. 1998;59(1):17-28.
136. Mettes TD, Ghaemina H, Nienhuijs ME, Perry J, van der Sanden WJ, Plasschaert A.  
*Surgical removal versus retention for the management of asymptomatic impacted wisdom teeth.*  
Cochrane Database Syst Rev. 2012 Jun 13;6

137. Richardson ME  
*Late lower arch crowding in relation to primary crowding.*  
Angle Orthod. 1982 Oct;52(4):300-12
138. Richardson ME.  
*The effect of lower second molar extraction on late lower arch crowding*  
Angle Orthod. 1983 Jan;53(1):25-8.
139. Niedzielska IA, Drugacz J, Kus N, Kreska J.  
*Panoramic radiographic predictors of mandibular third molar eruption.*  
Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2006 Aug;102(2):154-8;
140. Richardson ME.  
*Late lower arch crowding. The role of facial morphology.*  
Angle Orthod. 1986 Jul;56(3):244-54.
141. Joachim E. Zöllner, Jörg Neugebauer  
*Digitale Volumetomografie in der Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde*  
Quintessenz Verlag, 2. Auflage
142. Dirk Schulze  
*DVT in der Zahnmedizin: alles besser?*  
Quintessenz 2012; 63(12); 1603-1610
143. Andreas Fuhrmann  
*Zahnärztliche Radiologie*  
Thieme Verlag, 2013
144. Bernd Weiß  
*Zur Konzeption von Meta-Analysen*  
SS 2003 Übung „Meta-Analyse“, bernd.weiss@uni-koeln.de

145. Hansueli Stamm, Thomas M. Schwarb  
*Metaanalyse. Eine Einführung*  
Rainer Hampp Verlag ZfP 1/95
146. Meike Rassing, Maria Blettner, Stefanie J. Klug  
*Systematische Übersichtsarbeiten und Metaanalysen*  
Deutsches Ärzteblatt; Jg. 106; Heft 27; 3. Juli 2009
147. Antje Timmer, Bernd Richter  
*Systematische Übersichtsarbeiten zu Fragen der Therapie und Prävention*  
*Teil 1 – Was ist eine systematische Übersichtsarbeit*  
Evidenzbasierte Medizin Arzneimitteltherapie 26. Jahrgang; Heft 4; 2008; 137-139
148. Margarita Nitka, Axel Bumann  
*Die digitale Volumentomografie in der oralchirurgischen Praxis*  
Oralchirurgie Journal 4/2010; 6-16
149. Paul Emile Rossouw  
*Der aktuelle Stand der Langzeitstabilität nach kieferorthopädischer Behandlung*  
Wissenschaft KN, Nr. 12, Dezember 2004; 10-12
150. Wenzel A, Aagaard E and Sindet-Pedersen S  
*Evaluation of a new radiographic technique: diagnostic accuracy for mandibular third molars*  
Dentomaxillofacial Radiology (1998) 27, 255-263
151. S. Bürklein, J. Rathje, P. Jöhren  
*Quo vadis digitale dentale (Volumen-) Radiografie?*  
ZWR Das deutsche Zahnärzteblatt April 2012, 121. Jahrgang, S.154-165

152. Bumann A  
*DVT – Für & Wider aus Sicht des Anwenders (3)*  
Wissenschaft und Praxis Nr.4, April 2009
153. Hang-Gul Kim, Jae-Hoon Lee  
*Analysis and evaluation of relative positions of mandibular third molar and mandibular canal impacts*  
J Korean Assoc Oral Maxillofac Surg 2014;40:278-284
154. TG Mettes, MEL Nienhuijs, WJM van der Sanden, EH Verdonschot, AJM Plasschaert  
*Interventions for treating asymptomatic impacted wisdom teeth in adolescents and adults*  
Australian Dental Journal 2005;50:(3):207-208
155. M. Anthony Pogrel, J.S. Lee,† and D.F. Muff  
*Coronectomy: A Technique to Protect the Inferior Alveolar Nerve*  
J Oral Maxillofac Surg 62:1447-1452,2004
156. Waseem Jerjes, Tahwinder Upile, Panagiotis Kafas, Syedda Abbas, Jubli Rob, Eileen McCarthy, Peter McCarthy and Colin Hopper  
*Third molar surgery: the patient's and the clinician's perspective*  
International Archives of Medicine 2009, 2:32, October 2009
157. Gry Karina Kjølle and Tore Bjørnland  
*Low risk of neurosensory dysfunction after mandibular third molar surgery in patients less than 30 years of age. A prospective study following removal of 1220 mandibular third molars*  
Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol 2013;116:411-417

158. Peter H. Buschang, Jay D. Shulman  
*Incisor Crowding in Untreated Persons 15–50 Years of Age: United States, 1988–1994*  
Angle Orthodontist, Vol 73, No 5, 2003,502-508
159. Okazaki K  
*Relationship between initial crowding and interproximal force during retention phase*  
J Oral Sci. 2010 Jun;52(2):197-201
160. Robert D. Marciani  
*Third Molar Removal: An Overview of Indications, Imaging, Evaluation, and Assessment of Risk*  
Oral Maxillofacial Surg Clin N Am 19 (2007) 1-13
161. Sam E. Farish, Gary F. Bouloux  
*General Technique of Third Molar Removal*  
Oral Maxillofacial Surg Clin N Am 19 (2007) 23-43
162. Mohammed Akheel  
*Mandibular 3rd Molar impactions*  
www.slideshare.net
163. A. Waldeyer, A. Mayet  
*Anatomie des Menschen 1*  
16. Auflage, S. 34
164. Kim Y., Kim S., Myoung H.  
*Independent predictors of satisfaction in impacted third molar surgery patients.*  
Community Dent Oral Epidemiol. 2010 Jun;38(3):274-86

165. Konstantiania Almpiani, Olga-Elpis Kolokitha  
*Role of third molars in orthodontics*  
World Journal of Clinical Cases 2015 February 16; 3(2):132-140
166. Lilian-Harumi Karasawa, Ana-Cláudia Rossi, Francisco-Carlos Groppo,  
Felippe-Beviacqua Prado, Paulo-Henrique-Ferreira Caria  
*Cross-sectional study of correlation between mandibular incisor crowding and  
third molars in young Brazilians*  
Med Oral Patol Oral Cir Bucal. 2013 May 1;18(3):505-9
167. Felix Roeder, Daniel Wachtlin, Ralf Schulze  
*Necessity of 3D visualization for the removal of lower wisdom teeth: required  
sample size to prove non-inferiority of panoramic radiography compared to  
CBCT*  
Clin Oral Invest (2012) 16:699–706
168. Borgonovo A, Bianchi A, Marchetti A, Censi R, Maiorana C  
*An uncommon clinical feature of IAN injury after third molar removal: a  
delayed paresthesia case series and literature review.*  
Quintessence Int. 2012 May;43(5):353-9.
169. Song F, O`Meara, Wilson P, Golder S, Kleijnen J  
*The effectiveness and costeffectiveness of prophylsactic removal of wisdom  
teeth*  
Health Technology Assessment 200 , Vol.4: No 15
170. Gavazzi, De Angelis, Blasi, Pesce and Lanteri  
*Third molars and dental crowding: different opinions of orthodontics and oral  
surgeons among Italian practitioners*  
Progress in Orthodontics 2014, 15:60

171. Yuh Hasegawa, Kazutu Terada, Ikuo Kageyama, Takashi Tsuchimochi, Fujiro Ishikawa, Sen Nakahara  
*Influence of third molar space on angulation and dental arch crowding*  
Odontology, 2013 Jan; 101(1):22-8
172. Breik O, Grubor D  
*The incidence of mandibular third molar impactions in different skeletal face types*  
Australian Dental Journal 2008; 53: 320-324
173. Shoaleh Shahidi, Barbod Zamiri, Pegah Bronoosh  
*Comparison of panoramic radiography with cone beam CT in predicting the relationship of the mandibular third molar roots to the alveolar canal*  
Imaging Science in Dentistry 2013; 43:105-9
174. Matzen LH, Hintze H, Spin-Neto R and Wenzel A  
*Reproducibility of mandibular third molar assessment comparing two cone beam CT units in a matched pairs design*  
Dentomaxillofacial Radiology 2013; 42: 20130228
175. Gisele Maria Correr, Daiana Iwanko, Denise Piotto Leonardi, Lucienne Miranda Ulbrich, Melissa Rodrigues de Araùjo and Tatiana Miranda Deliberador  
*Classification of bifid mandibular canals using cone beam computed tomography*  
Braz Oral Res., (Sao Paulo) 2013 Nov-Dec;27(6):510-6
176. Jun-Beom Park, NamRyang Kim, Seojin Park, Youngkyung Ko  
*Evaluation of number of roots and root anatomy of permanent mandibular third molars in a Korean population, using cone-beam computed tomography*  
European Journal of Dentistry, Vol 7/Issue 3/Jul-Sep 2013;296-301

177. Sisman Y, Ercan-Sekerci A, Payveren-Arikan M, Sahman H.  
*Diagnostic accuracy of cone-beam CT compared with panoramic images in predicting retromolar canal during extraction of impacted mandibular third molars*  
Med Oral Patol Oral Cir Bucal. 2015 Jan 1;20(1):e74-81
178. Gintaras Juodzbaly, Povilas Daugela  
*Mandibular Third Molar Impaction: Review of Literature and a Proposal of a Classification*  
Journal of Oral & Maxillofacial Research 2013 (Apr-Jun) Vol. 4, No 2
179. Rafael Sarikov, Gintaras Juodzbaly  
*Inferior Alveolar Nerve Injury after Mandibular Third Molar Extraction: a Literature Review*  
J Oral Maxillofac Res 2014(Oct-Dec) Vol.5, No 4
180. Harada N, Beloor Vasudeva S, Matsuda Y, Seki K, Kapila R, Ishikawa N, Okano T, Sano T.  
*Characteristic findings on panoramic radiography and cone-beam CT to predict paresthesia after extraction of impacted third molar.*  
Bull Tokyo Dent Coll. 2015;56(1):1-8
181. Sanjivan Kandasamy  
*Evaluation and management of asymptomatic third molars: Watchful monitoring is a low-risk alternative to extraction*  
American Journal of Orthodontics and Dentifacial Orthopedics, July 2013
182. Leroy Vego  
*A Longitudinal Study Of Mandibular Arch Perimeter*  
Granada Hills, California, July, 1962, 187-192

183. Mehdizadeh, Ahmadi, Jamshidi  
*Evaluation of the Relationship between Mandibular Third Molar and Mandibular Canal by Different Algorithms of the Cone-beam Computed Tomography*  
J Contemp Dent Pract 2014; 15(6):740-745
184. Samir E. Bishara and George Andreasen  
*Third molars: A review*  
Am J Orthod., February 1983; 131-137
185. Chi H. Bui, Edward B. Seldin and Thomas B. Dodson  
*Types, Frequencies, and Risk Factors for Complications After Third Molar Extraction*  
J Oral Maxillofac Surg 61: 1379-1389, 2003
186. M.E. Nunn, M.D. Fish, R.I. Garcia; E.K. Kaye, R. Figueroa, A. Gohel, M. Ito, H.J. Lee, D.E. Williams and T. Miyamoto  
*Retained Asymptomatic Third Molars and Risk for Second Molar Pathology*  
J Dent Res 92(12):1095-1099, 2013
187. H.S. Charan Babu, Praveen B. Reddy, Rajesh Kumar B. Pattathan, Rajendra Desai, A.B. Shubha  
*Factors Influencing Lingual Nerve Paraesthesia Following Third Molar Surgery: A Prospective Clinical Study*  
J Maxillofac Oral Surg. (Apr-June 2013) 12 (2):168-172
188. Anne Oenning, Saulo Melo, Francisco Groppo, Francisco Haiter-Neto  
*Mesial Inclination of Impacted Third Molars and Its Propensity to Stimulate External Root Resorption in Second Molars – A Cone-Beam Computed Tomographic Evaluation*  
J Oral Maxillofac Surg, 1-8, 2014

- 
189. Igor Camargo, Auremir Melo, André Fernandes, Larry L. Cunningham Jr., José Filho and Joseph Sickels  
*Decision making in third molar surgery: a survey of Brazilian oral and maxillofacial surgeons*  
International Dental Journal, 2015, 1-9
190. F Neves, T Souza, S Almeida, F Haiter-Neto, D Ftreitas and F Bóscolo  
*Correlation of panoramic radiography and cone beam CT findings in the assessment of the relationship between impacted mandibular third molars and the mandibular canal*  
Dentomaxillofacial Radiology (2012) 41, 553-557
191. Sina Haghanifar, Ehsan Moudi , Maryam Seyedmajidi, Mohammad Mehdizadeh, Kamran Norati, Naghi Abbaszadeh, Ali Bijani, Hakimeh Ghorbani  
Can the Follicle-Crown Ratio of the Impacted Third Molars be a Reliable Indicator of Pathologic Problem?  
J Dent Shiraz Univ Med Sci., December 2014; 15(4): 187-191
192. Santosh Patil, Vishal Halgatti, Suneet Khandelwal, B.S. Santosh, Sneha Maheshwari  
Prevalence of cysts and tumors around the retained and unerupted third molars in the Indian population  
Journal of Oral Biology and Craniofacial Research 4 (2014), 82-87
193. Daniela Alves-Pereira, Rui Figueiredo, Eduard Valmaseda-CAstellón, Daniel-M Laskin, Leonardo Berini-Aytés, Cosme Gay-Escoda  
Sharp mandibular bon irregularities after lower third molar extraction: Incidence, clinical features and risk factors  
Med Oral Patol Oral Cir Bucal. 2013 May 1, 18(3): 455-60

194. Jeevan Lata, Arunesh K. Tiwari  
*Incidence of lingual nerve paraesthesia following mandibular third molar surgery*  
National Journal of Maxillofacial Surgery, Vol 2, Issue 2, Jul-Dec 2011, 137-140
195. Anni Soumalainen, Satu Apajalahti, Tapio Vehmas and Irja Ventä  
*Availiability of CBCT and iatrogenic alveolar nerve injuries*  
Acta Odontologica Scandinavica, 2013; 71: 151-156
196. Robert D. Marciani  
*Complications of Third Molar Surgery and Their Management*  
Atlas Oral Maxillofacial Surg Clin N Am 20 (2012) 233-251
197. Edoardo Mantovani, Paolo Giacomo Arduino, Gianmario Schierano, Luca Ferrero, Giorgia Gallesio, Marco Mozzati, Andrea Russo, Crispian Scully and Stefano Carossa  
*A Split-Mouth Randomized Clinical Trial to Evaluate the Performance of Piezosurgery Compared With Traditional Technique in Lower Wisdom Tooth Removal*  
J Oral Maxillofac Surg 72: 1890-1897, 2014

## INTERNETQUELLEN

American Journal of Orthodontics & Dentofacial Orthopedics

[www.ajado.org](http://www.ajado.org)

am 18.04.2015 um 16:05 Uhr

Cochrane Datenbank

[www.cochranelibrary.com](http://www.cochranelibrary.com)

am 11.03.2015 um 17:08 Uhr

Das Digitale Wörterbuch der deutschen Sprache des 20. Jahrhunderts

<http://www.dwds.de/?woerterbuch=1&corpus=1&kompakt=1&sh=1&qu=potential>

am 18.11.2014 um 17:19 Uhr

Dental Radiographic Examinations

[www.ada.org/.../Dental Radiographic Examinations](http://www.ada.org/.../Dental_Radiographic_Examinations)

am 15.03.2015 um 15:14 Uhr

Duden online

[www.duden.de/woerterbuch](http://www.duden.de/woerterbuch)

am 11.01.2015 um 14:31 Uhr

DVT

[www.zahnklinik-bochum.de/media/shop/.../zahnklinik-bochum-dvt.pdf](http://www.zahnklinik-bochum.de/media/shop/.../zahnklinik-bochum-dvt.pdf)

am 19.03.2015 um 8:44 Uhr

EIZO Corporation

[www.Eizo.de](http://www.Eizo.de)

am 17.06.2015 um 19:50 Uhr

Erläuterungen zum Signifikanztest (PDF)

[www.anaquestra.de/portals/h2110501/story\\_docs](http://www.anaquestra.de/portals/h2110501/story_docs)

am 8.03.2015 um 14:01 Uhr

## Forschung

[www.sdi-research.at](http://www.sdi-research.at)

am 28.02.2015 um 18:51 Uhr

## FOV

[www.diss.fuberlin.de/diss/servlets/MCRFileNodeServlet/FUDISS\\_derivate\\_000000012703/Dissertation\\_DVT\\_FOV.pdf](http://www.diss.fuberlin.de/diss/servlets/MCRFileNodeServlet/FUDISS_derivate_000000012703/Dissertation_DVT_FOV.pdf)

am 9.06.2015 um 10:45 Uhr

## Grundlagen zum Hypothesentest

[www.brinkmann-du.de/mathe/gost/stoch](http://www.brinkmann-du.de/mathe/gost/stoch)

am 11.03.2015 um 19:01 Uhr

## Hansueli Stamm, Thomas M. Schwarb – Rainer Hampp Verlag

[www.hampp-verlag.de/Archiv/1\\_95Stamm.pdf](http://www.hampp-verlag.de/Archiv/1_95Stamm.pdf)

am 28.02.2015 um 21:29

## Healthcare Improvement Scotland

<http://www.sign.ac.uk/guidelines/fulltext/43/references.html>

am 18.04.2015 um 19:15 Uhr

## ICRP Publikation 103

[www.icrp.org](http://www.icrp.org)

am 02.03.2015 um 17:07 Uhr

## Kassenabrechnung und Privatliquidation in der Zahnarztpraxis

[www.iww.de](http://www.iww.de)

am 23.06.2015 um 10:46 Uhr

## Landesanstalt für Personendosimetrie und Strahlenschutz Ausbildung

[www.lps-berlin.de](http://www.lps-berlin.de)

am 23.06.2015 um 10:27 Uhr

## Mesantis

[www.mesantis-berlin.de](http://www.mesantis-berlin.de)

am 02.03.2015 um 11:53 Uhr

### Metaanalysen

[www.psyconsult.de/Pahl](http://www.psyconsult.de/Pahl)

am 11.03.2015 um 16:37 Uhr

### Pubmed

[www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed)

am 27.10.2014 um 19:09 Uhr

### Sedentexct Programm

[www.sedentexct.eu](http://www.sedentexct.eu)

am 15.03.2015 um 19:15 Uhr

### Statistikrecherche bezüglich des p-Wertes - Ralf Bender „Was ist der p-Wert?“

[www.rbsd.de/PDF/DMW/DMW-2007-S1-07.pdf](http://www.rbsd.de/PDF/DMW/DMW-2007-S1-07.pdf)

am 8.03.2015 um 13:20 Uhr

### Statistische Signifikanz, p-Wert

[www.evimed.ch/glossar/p\\_Wert.html](http://www.evimed.ch/glossar/p_Wert.html)

am 8.03.2015 um 14:33 Uhr

### Wissenschaft KN

[www.zwp-online.info](http://www.zwp-online.info)

am 02.03.2015 um 14:44 Uhr

### wissenschaftliche Stellungnahmen

[www.dgkfo-vorstand.de](http://www.dgkfo-vorstand.de)

am 01.03.2015 um 15:34 Uhr



## EIDESSTATTLICHE VERSICHERUNG

„Ich, Nicole Angelika Lenz, versichere an Eides statt durch meine eigenhändige Unterschrift, dass ich die vorliegende Dissertation mit dem Thema: ‚Bildgebende Verfahren zur Diagnostik verlagerter Weißheitszähne und deren therapeutische Konsequenzen‘ selbstständig und ohne nicht offengelegte Hilfe Dritter verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel genutzt habe.

Alle Stellen, die wörtlich oder dem Sinne nach auf Publikationen oder Vorträgen anderer Autoren beruhen, sind als solche in korrekter Zitierung (siehe „Uniform Requirements for Manuscripts (URM)“ des ICMJE – [www.icmje.org](http://www.icmje.org)) kenntlich gemacht. Die Abschnitte zu Methodik (insbesondere Abbildungen, Graphiken und Tabellen) entsprechen den URM (s.o.) und werden von mir verantwortet.

Meine Anteile an etwaigen Publikationen zu dieser Dissertation entsprechen denen, die in der untenstehenden gemeinsamen Erklärung mit dem Betreuer, angegeben sind. Sämtliche Publikationen, die aus dieser Dissertation hervorgegangen sind und bei denen ich Autor bin, entsprechen den URM (s.o.) und werden von mir verantwortet.

Die Bedeutung dieser eidesstattlichen Versicherung und die strafrechtlichen Folgen einer unwahren eidesstattlichen Versicherung (§ 156, 161 des Strafgesetzbuches) sind mir bekannt und bewusst.“

Datum:

Unterschrift:



## **LEBENS LAUF**

Mein Lebenslauf wird aus datenschutzrechtlichen Gründen in der elektronischen Version meiner Arbeit nicht veröffentlicht.



## **DANKSAGUNG**

Der Weg bis hierher war lang und steinig. Es gibt mit Sicherheit mir nahestehende Personen, die drei Kreuze in ihren Kalender machen, dass ich endlich folgende Worte formuliere.

Zunächst ist diese Seite allen gewidmet, die mir mit ihren Worten und Umarmungen mentale Unterstützung gaben. Am Gelingen dieser Arbeit hatten einige Menschen erheblichen Anteil. Ich verzichte darauf, alle namentlich zu nennen.

Zuallererst möchte ich Herrn Prof. Dr. Bumann nennen, der mir dieses Thema ermöglichte und mit offener Kritik zum Gelingen beitrug.

Und weil ich bekanntermaßen eine Zahnärztin bin, bekam ich bei der Statistik große Hilfe von Herrn Dr. Kirst und Jens.

Besonders wertvoll für mich war Clemens' Anteil an meiner Arbeit, denn er übernahm die Gestaltung des Layouts. Dafür bedanke ich mich von ganzem Herzen.

Ansonsten bedankt sich mein Körperteil, welches sich direkt unter dem Rücken befindet, herzlichst für die vielen Tritte.

Alle hatten ein offenes Ohr für mein Jammern und Klagen. Das ist keine Selbstverständlichkeit. Und Ihr seid alle noch da. Meinen größten Dank.

