

Diplomarbeit

Veränderung der periimplantären Sondierungstiefen durch Verwendung des Pflegeprodukts Improic®

zur Erlangung des akademischen Grades

**Doktorin der Zahnheilkunde
(Dr. med. dent.)**

an der

Medizinischen Universität Innsbruck

ausgeführt am

Department Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde und Mund-,
Kiefer- und Gesichtschirurgie Innsbruck

unter der Anleitung von

Univ.-Prof. Dr. Dr. Ingrid Grunert

eingereicht von
Natascha Prugger

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei allen bedanken, die mich tatkräftig bei der Erstellung dieser Arbeit unterstützt haben.

Beginnen möchte ich mit der leitenden Direktorin Univ.-Prof. Dr. Dr. Ingrid Grunert aussprechen, die die Arbeit betreut und begutachtet hat. Mit ihrer fachlichen Kompetenz gab Sie mir immer wieder neue Anregungen und konstruktive Kritik die Arbeit umzusetzen.

Weiteres bedanke ich mich bei meinem Diplomarbeitsbetreuer DDr. Gert Grubwieser, der mir die Möglichkeit gegeben hat, diese Arbeit in diesem Ausmaß zu verwirklichen. Vielen Dank Gert, dass du mir mit so viel Engagement und Motivation zur Seite gestanden bist.

Ich bedanke mich recht herzlich bei meiner Studienkollegin und Freundin, Johanna Obwexer für die hervorragende Zusammenarbeit, die mir große Freude bereitete. Danke für deine unermüdliche Motivation, deine kreativen Impulse und die tolle Freundschaft.

Ich möchte mich auch besonders bei den Studienteilnehmer- und Studienteilnehmerinnen bedanken, ohne deren engagierte Mithilfe die Arbeit nicht entstehen hätte können.

Danken möchte ich auch vor allem meinen Eltern, die mir dieses Studium erst ermöglicht haben. Vielen Dank Mama und Papa, dass ihr immer an mich geglaubt habt und mich sowohl finanziell als auch moralisch unterstützt habt.

Gender-Erklärung

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird in dieser Diplomarbeit die Sprachform des generischen Maskulinums angewendet. Es wird an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass die ausschließliche Verwendung der männlichen Form geschlechtsunabhängig verstanden werden soll.

Eigenleistung

Zur Erlangung des akademischen Grades Dr. med. dent. (Doctor medicinae dentalis) wurde die vorliegende Arbeit von Frau Natascha Prugger erfasst.

Die Pilotstudie wurde gemeinsam mit der Kommilitonin Obwexer Johanna unter Aufsicht von Univ.-Prof. DDr. Ingrid Grunert und DDr. Gert Grubwieser in Zusammenarbeit mit dem Team der Bakteriologie unter Assoz. Prof. Priv.-Doz. Dr. med. Dorothea Orth-Höller des Instituts für Hygiene und Mikrobiologie (Direktorin: Univ.-Prof. Dr. C. Lass-Flörl) Innsbruck durchgeführt.

Die Arbeit an der Pilotstudie wurde wie folgt auf die Studierenden aufgeteilt:

Prugger Natascha	Messung der Sondierungstiefen + Auswertung
	Fragebogen + Auswertung
<hr/>	
Obwexer Johanna	bakteriologischer Abstrich + Auswertung

Der Fokus dieser Diplomarbeit liegt auf der Messung der Sondierungstiefen und deren Auswertung.

Eidesstattliche Erklärung

Ich, Natascha Prugger erkläre an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen/Hilfsmittel nicht benutzt und die den benutzten Quellen wörtlich oder inhaltlich entnommene Stellen als solche kenntlich gemacht haben. Diese Arbeit wurde bisher bei keiner Hochschule oder Universität zur Erlangung eines akademischen Abschlusses oder Diploms eingereicht.

Statement of Originality

I, Natascha Prugger, declare that I have authored this thesis independently, that I have not used other than the declared sources / resources and that I have explicitly marked all material which has been quoted either literally or by content from the used sources. This work has not previously been submitted for a degree or diploma in any university.

Inhaltsverzeichnis

Danksagung.....	1
Gender-Erklärung.....	2
Eigenleistung	3
Eidesstattliche Erklärung.....	4
Statement of Originality	4
Abbildungsverzeichnis.....	8
Tabellenverzeichnis	9
Zusammenfassung in Deutsch.....	10
Abstract in English	11
1. Einleitung.....	12
2. Knochen allgemein	13
2.1 Knochenarchitektur	13
2.2 Knochenzellen	14
2.3 Knochenphysiologie.....	15
2.3.1 Knochenstoffwechsel	15
2.3.2 Knochenumbau.....	16
2.3.3 Knochenqualität	17
3. Periimplantäres Weichgewebe.....	19
3.1 Epitheliale Strukturen.....	19
3.2 Bindegewebige Strukturen	19
3.3 Sondierung beim Implantat	19
4. Vergleich Zahn – Implantat	20
5. Implantologie	22
5.1 Historischer Hintergrund der Implantologie.....	22
5.2 Werkstoffkunde	23
5.3 Materialien.....	23
5.3.1 Titan und Titan-Legierungen	24

5.4	Zirkoniumoxid.....	25
6.	Grundlagen der Implantologie.....	25
6.1	Makroskopischer Implantataufbau.....	25
6.2	Mikroskopischer Implantataufbau.....	26
6.2.1	Additives Verfahren.....	27
6.2.2	Subtraktives Verfahren.....	27
6.2.3	SLA Straumann ®.....	27
6.3	Implantationszeitpunkte.....	28
6.4	Knöcherne Einheilung der Implantate und Osseointegration.....	29
6.4.1	Osseointegration.....	31
7.	Orale Mikrobiologie.....	31
7.1	Dentaler Biofilm.....	32
8.	Gingivitis, Parodontitis, Periimplantäre Mukositis und Periimplantitis.....	32
8.1	Gingivitis und Parodontitis.....	33
8.2	Periimplantäre Entzündungen.....	33
8.2.1	Diagnostik bei Verdacht auf periimplantäre Infektionen.....	34
8.3	Prävention von periimplantären Erkrankungen.....	35
8.4	Nicht chirurgische Therapie der periimplantären Erkrankungen.....	36
8.5	Chirurgische Therapie bei periimplantären Erkrankungen.....	36
9.	Zahnpasta.....	38
9.1	Inhaltsstoffe.....	38
9.2	Improic®.....	38
9.2.1	Ziele von Improic.....	39
9.3	Inhaltsstoffe.....	39
10.	Fragestellung und Zielsetzung.....	42
11.	Material und Methoden.....	43
11.1	Informed Consent.....	44
11.2	Messung der Sondierungstiefen.....	44
11.3	Fragebogen.....	45

12. Resultate	46
12.1 Probandenkollektiv	46
12.2 Sondierung	47
12.3 Fragebogen	49
13. Diskussion	51
Literaturverzeichnis	53
Abkürzungen	58
Anhang	59

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2.1 Knochenzellen.....	14
Abbildung 2.2 Knochenqualität nach Lekholm und Zarb (1985).....	17
Abbildung 6.1 Implantataufbau	26
Abbildung 6.2 Implantatstabilität	30
Abbildung 9.1 Implantatpflegeprodukt Improic®	38
Abbildung 12.1 Allgemeinerkrankungen des Probandenkollektivs	46
Abbildung 12.2 Nikotinabusus des Probandenkollektivs.....	46
Abbildung 12.3 Resultat Sondierungstiefen.....	48
Abbildung 12.4 Resultat Zahnfleischbluten	49
Abbildung 12.5 Resultat Empfindlichkeit der Zähne	50
Abbildung 12.6 Resultat Ästhetik des Zahnfleisches	50

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2.1 Knochenstoffwechsel	16
Tabelle 2.2 Knochenabbau.....	16
Tabelle 2.3 Knochenaufbau	16
Tabelle 2.4 Knochenqualität.....	17
Tabelle 4.1 Vergleich Zahn - Implantat.....	21
Tabelle 5.1 Titan Legierungsgrade	24
Tabelle 6.1 Implantationszeitpunkte	28
Tabelle 8.1 Vergleich Erkrankungen Zahn und Implantat.....	32
Tabelle 8.2 Vergleich Mukositis und Periimplantitis	34
Tabelle 8.3 Stufentherapiekonzept für periimplantäre Erkrankungen nach Mombelli und Lang	37
Tabelle 12.1 Ergebnisse Sondierung.....	47
Tabelle 13.1 Staging.....	52

Zusammenfassung in Deutsch

Zum Implantatpflegeprodukt Improic®, das in Innsbruck (Improic®, DDr. Gert Grubwieser, Anichstraße 8, 6020 Innsbruck, Österreich) entwickelt wurde, wurde eine Pilotstudie mit der Fragestellung „*Veränderung der periimplantären Sondierungstiefen durch Verwendung des Pflegeprodukts Improic®*“ durchgeführt. Augenmerk wurde dabei vor allem auf folgende Punkte gelegt:

- Verändern sich die Sondierungstiefen im Bereich eines Zahn-Implantates durch die regelmäßige Anwendung des Produkts?
- Auswirkungen für die Zukunft

Material und Methoden

Bei 15 Probanden wurden die Sondierungstiefen bei einem Implantat erhoben (6-Punkt-Messung). Nach Putzinstruktion zum Zeitpunkt 0 verwendeten die Probanden unbeaufsichtigt für zwei Monate zwei Mal täglich das Produkt zuhause. Außerdem wurde ein Fragebogen zum Testprodukt von den Teilnehmern ausgefüllt. Die erhobenen Befunde wurden im Anschluss deskriptiv und grafisch ausgewertet.

Resultate

Alle fünfzehn Probanden (5 männlich, 10 weiblich; 56,2 Jahre \pm Standardabweichung 6,5 Jahre) vollendeten die Studie. Die Sondierungstiefen betragen zu Anfang Mittelwert 3,7 mm \pm 0,80 und nach zwei Monaten Anwendung von Improic Mittelwert 3,6 mm \pm 0,99. 87,67 % der Implantate zeigten stabile oder seichtere Sondierungstiefen nach Anwendung von Improic, bei zwei Patienten wurden höhere Sondierungstiefen gemessen.

Schlussfolgerung

Durch die zweimonatige Anwendung des Implantatpflegeprodukt Improic® konnten beim Großteil 86,67 % der Probanden eine Verbesserung oder unveränderte Sondierungstiefen verzeichnet werden. Weitere Folgestudien sind wünschenswert.

Abstract in English

For the implant care product Improic®, which was developed in Innsbruck (Improic®, DDr. Gert Grubwieser, Anichstraße 8, 6020 Innsbruck, Austria), a pilot study was carried out with the question “*Change in peri-implant probing depths by using the care product Improic®*”. The main focus was on the following points:

- Do the probing depths in the area of a tooth implant change due to the regular use of the product?
- Implications for the future

Material and methods

The probing depths of an implant were determined in 15 test subjects (6-point measurement). After cleaning instructions at time 0, the subjects used the product at home twice a day for two months without supervision. The participants also filled out a questionnaire on the test product. The findings were then evaluated descriptively and graphically.

Results

All fifteen subjects (5 male, 10 female; 56.2 years \pm standard deviation 6.5 years) completed the study. The probing depths initially averaged 3.7 mm \pm 0.80 and after two months of using Improic mean 3.6 mm \pm 0.99. 87.67% of the implants showed stable or shallow probing depths after using Improic, higher probing depths were measured in two patients.

Conclusion

Through the two-month use of the Improic® implant care product, the majority of 86.67 % of the test subjects were able to see an improvement or unchanged probing depths. Further follow-up studies are desirable.

1. Einleitung

Die Zahnmedizin befindet sich kontinuierlich im Wandel: neue Therapiemethoden wie die orale Implantologie und deren interdisziplinären Herausforderungen rücken immer mehr in den Vordergrund. Dentale Implantate zählen heute zur Standardbehandlung bei fehlenden Zähnen und sind in der Zahnmedizin nicht mehr wegzudenken. Allein in Deutschland werden pro Jahr circa eine Million Implantate, mit einer Überlebensrate von circa 90 – 95 %, gesetzt. [1] Durch diese immense Anzahl an Insertionen verzeichnet man auch Komplikationen, biomechanischen als auch biologischen Ursprungs. Entzündungen des umliegenden Gewebes, fehlende Osseointegration bis hin zum Implantatverlust sind hier zu nennen. Diese Komplikationen sind meist auf eine Biofilm-Akkumulation der periimplantären Region zurückzuführen und können so eine periimplantäre Mukositis oder Periimplantitis induzieren. Aufgrund der variierenden Definitionen in der wissenschaftlichen Literatur schwankt so auch die Prävalenz dieser Erkrankungen. [2] Ein kürzlich durchgeführter systematisches Review zur aktuellen Epidemiologie ergab, dass die Prävalenz von periimplantärer Mukositis bei 19 – 65 %, betroffen ist primär das Weichgewebe um das Implantat, und die einer Periimplantitis zwischen 1 - 47 % lag. [3] Wobei eine Periimplantitis immer mit einem Knochenverlust einhergeht. [4] Präventive Maßnahmen sind vor allem die häusliche als auch die professionelle Mundhygiene, engmaschige fachärztliche Kontrolle (Recall) und Compliance. Generell unterscheidet sich das Implantat nicht nur in anatomischer und chemischer Form von einem natürlichen Zahn, sondern besitzt auch besondere Pflegebedürfnisse. Prophylaktische und therapeutische Pflegeprodukte speziell für Träger von Zahnimplantaten gibt es bis dato wenige am Markt. Um solche hochwertigen Restaurationen möglichst lange zu erhalten, entwickelte DDr. Gert Grubwieser (Mund- Kiefer- Gesichtschirurg, Innsbruck) das Implantatpflegeprodukt Imporic®. Basierend auf den Inhaltsstoffen Mikrosilber, Fluorid, Salbei, Xylit und den Vitaminen B und E, soll laut Herstellerangaben die Haltezeit des Implantates verlängert werden und die Anfälligkeit für periimplantäre Erkrankungen bei regelmäßiger Verwendung reduziert werden. Im Rahmen der Pilotstudie, die als Datenbasis für die Diplomarbeit durchgeführt wird, wurden in der Praxis von DDr. Grubwieser Probanden rekrutiert, die dieses Produkt unter bestimmten Anweisungen anwenden. Der Fokus der Diplomarbeit liegt dabei auf der Veränderung der Sondierungstiefen des Implantats.

2. Knochen allgemein

Das Knochengewebe ist eine besondere Form des Binde- und Stützgewebes. Es zählt neben den Zähnen zu den härtesten Substanzen im menschlichen Körper. Durch seine spezielle Zusammensetzung aus Mineralien (Hydroxylapatit), Kollagen und Wasser ist der Knochen druck- und biegefest. Neben der Fortbewegung und der Schutzfunktion von Organen hat der Knochen auch metabolische Aufgaben und dient der Hämatopoese. [5] Trotz einer äußerlichen Formbeständigkeit unterliegt der Knochen einem laufenden Umbau, welcher von knocheneigenen Zellen durchgeführt wird. [6]

2.1 Knochenarchitektur

Generell gliedert sich der Knochen in eine Substantia compacta und eine Substantia spongiosa. Bei einem gesunden Erwachsenen liegt die Verteilung bei circa 80 % Kompakta und 20 % Spongiosa. [7]

Substantia compacta

Die Kompakta, auch Kortikalis genannt, umgibt schalenartig als dichte, äußere Schicht die Spongiosa. Bei langen Röhrenknochen besteht die Möglichkeit, dass die Markhöhle frei von Spongiosa und rein mit rotem (blutbildendem) beziehungsweise gelbem (Fettgewebe) Knochenmark gefüllt ist.

Substantia spongiosa

Die Spongiosa ähnelt einem schwammartigen Gebilde aus Lamellen und Trabekeln. Dadurch vergrößert sich ihre Oberfläche und ihr Volumen um circa das 10-fache im Vergleich zur Kortikalis. [5]

2.2 Knochenzellen

Osteoblasten

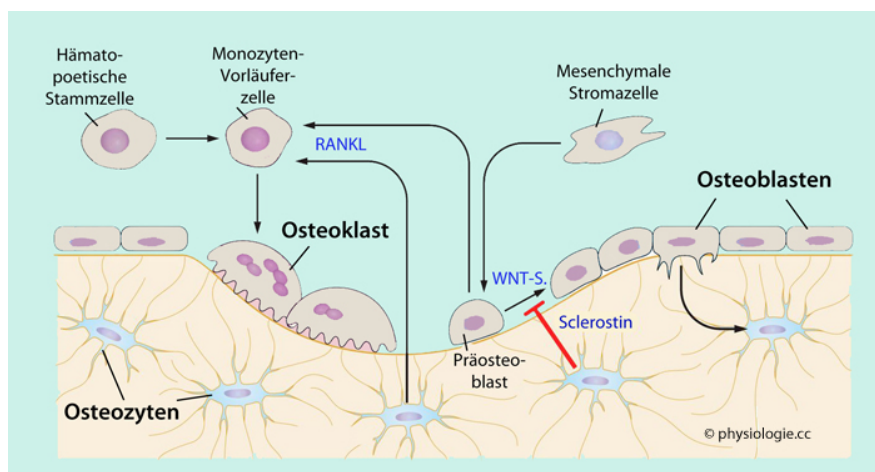
Der Osteoblast zählt primär zu den knochenbildenden Zellen und hat ungefähr einen Durchmesser von 20 μm . [7] Lokalisiert wird der Osteoblast immer an der Oberfläche des gebildeten Knochens. Der Osteoblast bildet größtenteils die Knochengrundsubstanz (Osteoid) und Kollagenfibrillen. [6] Seine Hauptaufgabe liegt somit beim Knochenaufbau. [8] Mit zunehmender Knochenneubildung mauern sich die Osteoblasten schrittweise ein. [6]

Osteozyten

Nach dem Einschluss der Osteoblasten wird dessen Produktionsphase der Knochengrundsubstanz beendet und die Zellen gehen in ruhende Osteozyten über. [6] Osteozyten haben eine Größe von circa 20 – 60 μm und einen ovalen Zellkern. Um mit ihrer Umwelt zu kommunizieren, besitzen die Osteozyten viele Canaliculi. Diese haben vor allem beim Knochenstoffwechsel eine zentrale Bedeutung. Sie befinden sich in sogenannten Lakunen dicht umgeben von Knochengrundsubstanz. [7] Ihre Hauptaufgabe besteht darin, die Knochensubstanz zu erhalten. [6]

Osteoklasten

Osteoklasten sind mehrkernig und erreichen eine Größe bis zu einigen 100 μm . Die Hauptfunktion der Osteoklasten liegt beim Knochenabbau. Die Zellen besitzen an einer Seite eine bürstensaumähnliche Membran, an der der aktive Knochenabbau stattfindet. Man findet die Osteoklasten in den sogenannten Howship'schen Lakunen, die eingedellten Stellen an der Knochenoberfläche. [6]



[9]

ABBILDUNG 2.1 KNOCHENZELLEN

2.3 Knochenphysiologie

2.3.1 Knochenstoffwechsel

Generell wird die Knochenstruktur von den zellulären Bestandteilen des Knochens bestimmt. Neben den mechanischen Anforderungen, werden diese wiederum von vier Hauptfaktoren gesteuert: [7]

- Kalziumaufnahme
- Vitamin D
- Parathormon
- Kalzitonin [7]

Kalzium

Da der Knochen als alleiniges Reservoir des Kalziumspeichers dient, wird bei einem Kalziummangel einerseits Kalzium aus dem Knochen mobilisiert und zudem vermehrt Parathormon sezerniert um das Defizit auszugleichen. Der Tagesbedarf für eine gesunde, erwachsene Person liegt bei circa 1000 mg. [7]

Vitamin D

Die Zufuhr des Provitamins $1\alpha,25$ -Dihydroxycalciferol (= wirksamste Form von Vitamin D) führt zu einer gesteigerten Resorption von Kalzium und Phosphat im Darm, wodurch die Knochenstruktur wiederum gestärkt wird. [7]

Parathormon

Das von den Nebenschilddrüsen produzierte Hormon wird durch den Kalziumserumspiegel gesteuert. Ein niedriger Kalziumserumspiegel fördert die Sekretion des Parathormons (PTH), ein hoher Serumspiegel hingegen hemmt die Ausschüttung des Parathormons. Das Hormon hat zwei Wirkungsorte: Knochen und Niere. [7]

Renale Wirkung: Einerseits steigert es die Rückresorption von Kalzium und andererseits hemmt es die Rückresorption von Phosphat. [7]

Ossäre Wirkung: am Knochen werden alte Osteoklasten entfernt und neue rekrutiert. Zeitgleich nimmt auch die Osteoblastenaktivität zu. Die Osteoklastenaktivität überwiegt. [7]

TABELLE 2.1 KNOCHENSTOFFWECHSEL

renale Wirkung	Rückresorption Calcium	↑
	Rückresorption Phosphat	↓
Ossäre Wirkung	Osteoklastenaktivität	↑↑
	Osteoblastenaktivität	↑

Kalzitonin

Das Kalzitonin fungiert als Antagonist des Parathormons und wird von den C-Zellen der Schilddrüse synthetisiert. Seine Aufgabe ist es den erhöhten Kalziumspiegel zu senken. Bei einem hohen Kalziumspiegel wird vermehrt Kalzitonin ausgeschüttet, bei einem zu niedrigem Spiegel wird die Synthese gehemmt. [7]

2.3.2 Knochenumbau

Als „Remodelling“ bezeichnet man die zeitlebens stattfindenden Umbauprozesse des Knochens. Im Erwachsenenalter stellt sich diesbezüglich ein Gleichgewicht ein. Dieser ständige Umbau ist essentiell, um den ändernden Anforderungen nachzukommen. Der lebenslange Umbauprozess wird durch verschiedene Hormone und Zytokine reguliert: [9]

TABELLE 2.2 KNOCHENABBAU

Knochenabbau fördernd:	
Parathormon	stimuliert Osteoklastendifferenzierung
Interleukin-1	stimuliert Osteoklastendifferenzierung + Aktivität

TABELLE 2.3 KNOCHENAUFBAU

Knochenaufbau fördernd:	
IGF-1	stimuliert das Längenwachstum vor allem in der Wachstumsphase
Estrogene und Androgene	stimulieren Proliferation und Differenzierung von Osteoblasten

[9]

2.3.3 Knochenqualität

In der dentalen Implantologie wird die Knochenqualität als das Verhältnis zwischen dichter Kompakta und Spongiosa definiert. Nach Lekholm und Zarb (1985) gliedert sich die Qualität der Kiefer folgendermaßen: [10]

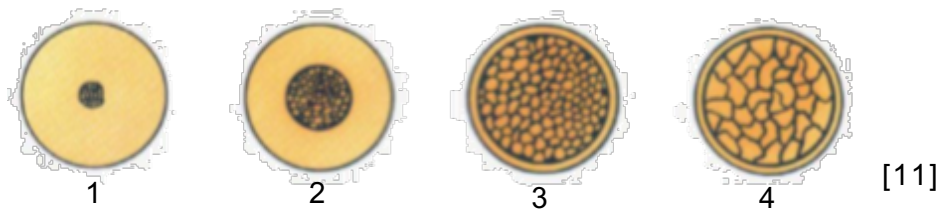


ABBILDUNG 2.2 KNOCHENQUALITÄT NACH LEKHOLM UND ZARB (1985)

TABELLE 2.4 KNOCHENQUALITÄT

Kompakta	Spongiosa	Typ
homogener kompakter Knochen im gesamten Kiefer	wenig gut strukturierte Spongiosa	1
starke Kompaktaschicht	gut strukturierte Spongiosa	2
dünne Kortikalis	gut strukturierte Spongiosa	3
dünne Kortikalis	schwach strukturierte Spongiosa	4

Typ 1 und Typ 2 weisen eine gute Primärstabilität auf. Aufgrund der spärlich ausgebildeten Spongiosa ist bei Typ 1 die Blutversorgung reduziert. [12] Ein weiterer Nachteil stellt die komplexe Implantatbettbohrung dar, da es leicht zur Überhitzung des Knochens kommen kann. Die Primärstabilität ist hingegen bei Typ 3 und Typ 4 eingeschränkt. Bei verringerter Knochenqualität und frühzeitiger Belastung in der frühen Einheilphase steigt das Risiko eines Implantatverlustes. Insbesondere bei Typ 3 und Typ 4 ist eine längere Einheilung empfehlenswert. [10]

Es sind verschiedene Gründe bekannt, die zu einer Abnahme der Knochenqualität führen können. Eine der häufigsten Gründe ist die Osteoporose. Charakteristisch dafür sind, die verringerte Knochenmasse und eine verschlechterte Knochenarchitektur. Es liegt ein **Ungleichgewicht des Remodellings** vor, was Frakturen zur Folge hat. [13] Verschiedene Medikamente beeinflussen den Knochenstoffwechsel. Bisphosphonate hemmen die Wirkung der Osteoblasten und wirken so dem Knochenabbau entgegen. Bisphosphonate sind Antiresorptiva, welche bei verschiedenen Knochenerkrankungen, wie Osteoporose oder Morbus Paget, aber auch Knochenmetastasen eingesetzt werden. [14] Je nach Darreichungsform wird täglich, wöchentlich oder jährlich die Medikation appliziert. Circa 50 % der verabreichten Menge lagert sich im Körper an Stellen der gesteigerten Osteoklastenaktivität an. [15] Langzeitmedikationen durch Bisphosphonate sind mit einer Osteonekrose des Kiefers (ONJ) assoziiert. Die MRONJ (Medicated related Osteonecrosis of the jaws) ist als Medikamenten assoziierter, freiliegender, nicht vitaler Knochen im Ober- oder Unterkiefer für sechs bis acht Wochen persistierend, definiert. [14]

Neben hormonellen und medikamentösen Einflüssen kann auch eine fehlende Belastung, in Folge einer Zahnextraktion zu einer verminderten Knochenqualität führen. Vor allem in den ersten drei Monaten kommt es im Kieferknochen zu Resorptionserscheinungen. Nach drei weiteren Monaten ist das maximale Ausmaß erreicht. Die Stagnation der Resorption ist nach circa zwei Jahren post extractionem erreicht. [16]

3. Periimplantäres Weichgewebe

Generell gliedert sich das periimplantäre Weichgewebe in ein epitheliales und einem bindegewebigen Anteil, ähnlich wie bei einem natürlichen Zahn.

3.1 Epitheliale Strukturen

Das epitheliale Gewebe gliedert sich wie beim natürlichen Zahn in das orale Gingivaepithel (OE), das orale Sulkusepithel (OSE) und das Saumepithel. [17]
Somit funktioniert die Anheftung des Weichgewebes nach demselben Prinzip wie bei Zähnen. [18]

3.2 Bindegewebige Strukturen

Das periimplantäre Bindegewebe gliedert sich in zwei Zonen:

- Innere Zone: kaum Blutgefäße, dicht angeordnete kollagene Fasern, ähnlich einem Narbengewebe.
- Äußere Zone: stark vaskularisiert, kollagene Fasern. [17]

Die bindegewebigen Fasern verlaufen beim Implantat hauptsächlich parallel zur Implantatoberfläche, beim Zahn hingegen strahlen diese senkrecht in den Zement ein. [18] Da ein Implantat kein Zement wie der natürliche Zahn besitzt, basiert hier die Anheftung vor allem über Desmosome. Aufgrund dieser verringerten Haftvermittlung, ist das periimplantäre Weichgewebsattachement anfälliger gegenüber mechanischen aber auch bakteriellen Einflüssen als der natürliche Zahn. [18]

3.3 Sondierung beim Implantat

Beim natürlichen Zahn und gesundem Parodont gelangt die Sonde nicht über die bindegewebigen Fasern hinaus. Da beim Implantat diese senkrechtverlaufenden Fasern fehlen (nur parallel verlaufende Fasern vorhanden), endet die Sonde erst kurz vor dem Knochen. Deshalb sind erhöhte Sondierungstiefen eines Implantats nicht zwingend pathologisch. Aufgrund der tiefen Sondierung kann es auch zu Perforation eines umliegenden Gefäßes kommen, daher kann auch ein gesundes

periimplantäres Gewebe eine positive Bleeding of Probing (BOP) vorweisen. Das wiederum zu falsch, positiven Werten führen kann. [12]

Da die Ausbildung des periimplantären Attachements variiert, bis hin zum vollkommenen Fehlen, kann folglich die Sondierungstiefe ebenfalls abweichen. [17] Durch die tiefe Sondierung, die nicht zwingend pathologisch ist, kann es zu einem direkten Kontakt zur Titanoberfläche kommen. Um die Implantatoberfläche nicht zu schädigen, wird empfohlen eine Kunststoffsonde mit einer kugelförmigen Spitze zur Messung der Sondierungstiefen zu verwenden. [12]

Weiteres sollten auch die implantatspezifischen Besonderheiten wie zum Beispiel Makro- und Mikroform des Implantatkörpers, prothetische Suprakonstruktion, Sondendurchmesser, aber auch die Implantatgeometrie coronalseits, etc. berücksichtigt werden.

Generell sollte unmittelbar vor der Anbringung der prothetischen Suprakonstruktion die Sondierungstiefen gemessen und als Ausgangswert herangezogen werden. [17]

4. Vergleich Zahn – Implantat

Der fundamentale Unterschied zwischen Zahn-Knochen-Verbindung und Implantat-Knochen-Verbindung besteht darin, wie die Kaukraft verändert wird. Zwischen Zahn und Knochen befindet sich das parodontale Ligament, welches die Druckbelastung in Form einer Zugbelastung an den Knochen weitergibt. Die Zugkräfte wirken sich positiv auf die Knochenhaltung aus. Eine Druckbelastung im Kieferknochen hingegen hemmt die Knochenbildung. Deshalb muss beim Design des Zahnersatzes auf die Werte, der übertragenen Druckkräfte auf den Knochen geachtet werden. [19]

Der elastische Aufhängeapparat ermöglicht dem Zahn eine gewisse Beweglichkeit in vertikaler, horizontaler und rotatorischer Richtung. Beim Implantat hingegen findet man einen direkten Knochenkontakt, die sogenannte „ankyotische“ Fixation. Da hier das parodontale Ligament, und dadurch die Ausweichmöglichkeit bei erhöhter Belastung fehlt, kommt es im Knochen zu erhöhten Spannungsspitzen und folglich zu Knochenresorptionen.

Um dem Knochenabbau entgegenzuwirken, müssen genaue Grenzwerte durch folgende Punkte eingehalten werden: [20]

- Implantatlänge, Durchmesser, Form
- Achsengerechte und im zahnbogenliegende Insertion (crestale Insertionsgeometrie)
- Anpassung an den Antagonisten
- Periimplantäres Knochenlager
- Relation Kronenlänge – Implantatlänge
- Okklusionsgestaltung - Scherkraftvermeidung
- Front-Eckzahnführung [12]

Sowohl beim natürlichen Zahn aus auch beim Implantat findet man unter gesunden Verhältnissen eine vergleichbare Ausbildung des Saumepithels. [21]

TABELLE 4.1 VERGLEICH ZAHN - IMPLANTAT

	Zahn	Implantat
Verankerung	elastisch, parodontales Ligament	osseointegriert, direkter Knochenkontakt
Epitheliales Gewebe	ähnlich ausgebildet	ähnlich ausgebildet
Bindegewebe	zell- und gefäßreich	zell- und gefäßarm
Kollagene Fasern	senkrecht verlaufend	parallel verlaufend
Attachement	epitheliales und bindegewebiges Attachment	nur über Epithelzellen

[21]

5. Implantologie

5.1 Historischer Hintergrund der Implantologie

Die Implantologie in der Zahnmedizin besitzt mittlerweile einen so hohen Stellenwert, der aus unserer Gesellschaft kaum mehr wegzudenken ist. Schon im 5. – 6. Jahrtausend v. Chr. haben bereits mittelamerikanische Völker implantologische Techniken wie die Reimplantation beziehungsweise Transplantation von autogenen, homogen oder heterogenen zahnähnlichen Strukturen angewendet. [20]

Anfang des 19. Jahrhunderts n. Chr. wurden bereits die ersten oralen implantologischen Versuche von Jourdan und Magniolo in ihrem Handbuch „Manual d'art dentaire“ dargestellt. Damals handelte es sich um eine Sofortimplantation, bei der direkt nach der Zahnextraktion das Implantat, ein konisches Goldrohr, direkt in die Alveole eingebracht wurde. Darauf folgte die Zementierung des Stiftzahnes. [20]

Strock war einer der Ersten, der in Harvard sich intensiv mit dem enoralen Einheilverhalten alloplastischer Materialien beschäftigte. Dafür benutzte er rostfreie Metalle wie Chrom, Kobalt und Molybdän (Vitallium). Zudem erkannte er den Zusammenhang zwischen dem Langzeiterfolg von Implantaten und der korrekten Okklusion. [20]

In den 70er Jahren waren für die nächste größere Weiterentwicklung im europäischen Raum Leonhard Linkow und Per-Ingvar Brånemark verantwortlich. Die bindegewebig eingehheilten Blattimplantate von Linkow erwiesen sich bei Entzündungen aufgrund ihrer Größe und Form als unvorteilhaft und sind heute weitgehend durch zahnwurzelähnliche Implantate ersetzt worden. [20] 1976 wurde das Tübinger Implantat vor allem zur Sofortimplantation direkt nach Zahnextraktion entwickelt. Umso der Atrophie des Kieferknochens entgegen zu wirken. Der Hauptbestandteil des Tübinger Implantats ist Aluminiumoxid. [22]

Schroeder war ein renommierter Zahnarzt und Professor an der Universität in Bern. Er beschäftigte sich sehr intensiv mit der oralen Implantologie. Gemeinsam mit Fritz Straumann entwickelte er das Hohlzylinder-Implantat. Dabei entdeckte er, dass durch die Oberflächenarchitektur des Implantats einen direkten Verbund

zum Knochen hergestellt werden kann. Dieser Verbund wurde von Schroeder als „funktionelle Ankylose“ definiert und legte den Grundstein für die heutigen Implantatsysteme. [23]

Brånemark beschäftigte sich dagegen intensiv mit dem Begriff Osseointegration. Überdies entdeckte er, dass Titan eine sehr hohe Akzeptanz im menschlichen Knochen hatte. Außerdem erkannte er die Wichtigkeit der unbelasteten Einheilung. Brånemark entwickelte ein schraubenförmiges Implantatsystem und gilt heute als Begründer der oralen Implantologie. [20]

Derzeit gibt es eine Vielzahl an Implantatsystemen (zylindrisch, zylindrisch-schraubenförmig, beschichtet oder unbeschichtet) von unterschiedlichsten Herstellern. [20] Die orale Implantologie stellt heute eine sichere Therapieoption mit sehr guten Erfolgsraten dar.

5.2 Werkstoffkunde

Weiteres wichtig für eine erfolgreiche Einheilung und funktionelle Stabilität ist das Implantatmaterial. Voraussetzungen an das implantologische Material sind die Biokompatibilität (= Gewebeverträglichkeit) und die ausreichende biologische Stabilität (= Widerstand gegen biologisch induzierten physikochemischen Einflüssen, z.B. Korrosion). Ebenfalls sollte das Material auch biomechanischen Belastungen, wie zum Beispiel durch einwirkende Kaukräfte, standhalten können. [24]

5.3 Materialien

In den letzten Jahrzehnten wurden vor allem Metalle und Keramiken für orale Implantate herangezogen. [19]

Keramische Werkstoffe wurden aufgrund ihrer zu hohen Frakturgefahr seit Ende der 80er-Jahre nicht mehr verwendet. Der neue, hochfeste Werkstoff Zirkoniumoxidkeramik, mit der Eigenschaft extrem bruchstabil zu sein, rückt wieder in den Vordergrund. [20]

Als Material der modernen, oralen Implantologie werden heute ausschließlich halbmimetallische Werkstoffe verwendet. Zu den gängigen Werkstoffen zählen das sogenannte Reintitan und Titanlegierungen. [20]

5.3.1 Titan und Titan-Legierungen

Das Reintitan, ist kein reines Titan, sondern besteht aus circa 99 Massenprozent aus Titan und geringen Mengen Sauerstoff mit Spuren von Eisen, Kohlenstoff, Wasserstoff und Stickstoff. Die Sauerstoffmenge korreliert mit der Festigkeit und der Formbarkeit. Und gibt somit den Reinheitsgrad der Legierung an. [19]

Titangrade

In der zahnärztlichen Implantologie werden Legierungen zwischen 0,18 Massenprozent (dies entspricht einer Grad-1-Legierung) und 0,40 m% in Grad-4-Legierungen verwendet. [19]

TABELLE 5.1 TITAN LEGIERUNGSGRADE

Titan	Chemische Zusammensetzung (m%)					Zug- festigkeit [MPa]	Bruchdehnun g [%]	Härte [HV 0,1]
	Fe	C	N	O	H			
Ti1	0,20	0,08	0,05	0,12	0,013	350	45	120
Ti2	0,25	0,08	0,05	0,18	0,013	470	35	150
Ti3	0,30	0,10	0,05	0,25	0,013	560	25	170
Ti4	0,35	0,10	0,05	0,35	0,013	640	25	200

[25]

Anhand der Tabelle ist zu erkennen, dass mit der Zunahme des Sauerstoffs- und Stickstoffgehalts die Zugfestigkeit und Härte erhöht und zugleich die Dehnung verringert wird. Somit gewinnt das Material deutlich an Stabilität. [25] Im Unterschied dazu, enthält die Titan-Legierung, ähnlich zum handelsüblichen Reintitan, zusätzlich Aluminium und Vanadium. Deren Zusatz verdoppelt die Zugfestigkeit im Vergleich zu Grad-4-Titan. [19]

Beide oben genannten Werkstoffe sind toxikologisch unbedenklich und nicht allergisierend. Da Titan oxidiert, ist eine Titanallergie nicht möglich. Die Oberfläche, beider genannten metallischen Werkstoffe sind mit einer komplexen Oxidmischung beschichtet (= Passivierung), welche ausschlaggebend für die Osseointegration sind. [19]

5.4 Zirkoniumoxid

Zirkoniumoxid stellt vor allem in der ästhetischen Implantologie einen wiederkehrenden hohen Stellenwert dar. Das keramische Material überzeugt mit seiner hellen Farbe, bietet eine hohe Biegefestigkeit und Härte. Zirkoniumoxid wird nicht nur in der dentalen Branche, sondern auch in anderen medizinischen Bereichen wie Hörprothesen verwendet.

Neuere Legierungen aus Titan und Zirkoniumoxid (Roxolid, Straumann®) versprechen eine bessere Osseointegration und Stabilität. [26]

6. Grundlagen der Implantologie

Die dentale Implantologie ist definiert als „die Verankerung alloplastischer Materialien im Bereich des Kiefers mit dem Ziel der funktionellen Integration zur Befestigung von Zahnersatz“. [24]

6.1 Makroskopischer Implantataufbau

Man unterscheidet zwischen einteiligen Implantatsystemen, bei dem alle Konstruktionselemente in Einem vereint sind, von dem zweiteiligem Implantatsystem, bei dem der Implantatpfosten, das sogenannte Abutment (= Sekundärteil), lösbar mit dem Implantatkörper (= Primärteil) verbunden ist. [24] Wobei das Primärteil enossal fest verankert wird.

Die Suprakonstruktion (= Überkronung) wird in der Regel nach der abgeschlossenen Wundheilung an dem Abutment angebracht. Das schraubenförmige Implantat hat sich als Grundform in der heutigen oralen Implantologie durchgesetzt. [26]

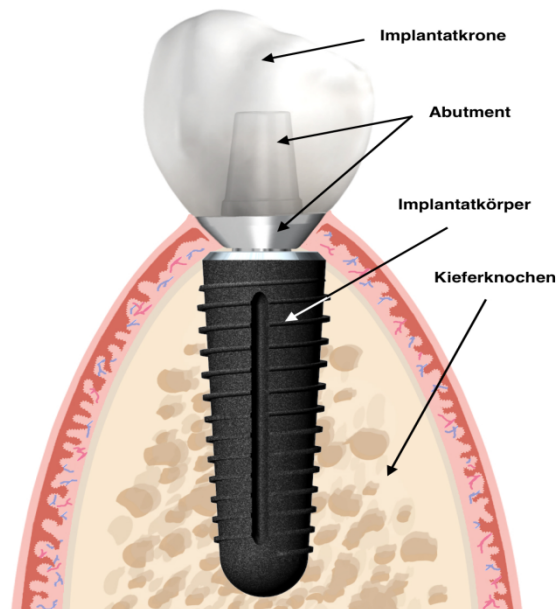


ABBILDUNG 6.1 IMPLANTATAUFBAU [27]

Überdies wird zwischen der subgingivalen, auch gedeckte Einheilung genannt, und der transgingivalen, oder offener, Einheilung unterschieden. Bei der gedeckten Einheilung heilt das Implantat unter der Schleimhaut ein und erst nach circa zwei bis vier Monaten findet ein erneuter operativer Eingriff zur Freilegung des Implantatkopfes statt.

Für die subgingivale Einheilung sind zweiteilige Implantatsysteme notwendig. [20] Der Vorteil der gedeckten Einheilung ist primär der Schutz vor mechanischer Beanspruchung während der Einheilphase. Ebenso wird durch die gingivale Deckung das Infektionsrisiko verringert. [24] Bei der transgingivalen Einheilung können einteilige Systeme angewendet werden, die zur Mundhöhle offen einheilen. Hierfür ist meistens kein Zweiteingriff erforderlich. [20]

6.2 Mikroskopischer Implantataufbau

In den letzten Jahrzehnten hat sich vor allem der Implantatwerkstoff Titan als Reintitan oder als Grad-4-Titan-Legierung mit seinen modifizierten Oberflächen bewährt. Durch den Kontakt mit Sauerstoff bildet das unedle Titan spontan eine Titanoxiddeckschicht, die als Schutzschicht dient. [12] Um die knöcherne Verankerung des Implantats zu verbessern kommen verschiedene Oberflächenbearbeitungen zum Einsatz. Somit kann eine Oberflächenvergrößerung erreicht werden.

6.2.1 Additives Verfahren

Mit der Additivtechnik (additivum, lat: „das Aufgetragene“) wird eine raue und vergrößerte Implantatoberfläche durch Beschichtung mit zum Beispiel Titanplasma oder Hydroxylapatit erzeugt. [26] Bei der Titanplasmabeschichtung wird hoch erhitztes Titan mit großem Druck auf die Implantatoberfläche aufgetragen. Es entsteht eine Rauhtiefe von etwa 15 µm. [12] Nach dem gleichartigen Schema funktioniert die Beschichtung mit Hydroxylapatit. Durch die additiven Verfahren kommt es zu einer verkürzten knöchernen Einheilung, jedoch wurden immer wieder Misserfolge, wie zum Beispiel Implantatverlust, notiert, wodurch sich diese Verfahren nicht durchgesetzt haben. [12]

6.2.2 Subtraktives Verfahren

Mit dem subtraktiven (subtractivum, lat: „das Abgetragene“) Verfahren wird durch Abtragung eine Rauigkeit der Implantatoberfläche erreicht. Dieses Verfahren hat sich bis heute durchgesetzt. Hier kann durch Sandstrahlung, Säureätzung oder mit Laserbehandlung eine Oberflächenvergrößerung erzielt werden. Der Hauptvorteil des subtraktiven Verfahrens im Vergleich zur additiven Technik liegt darin, dass es bei der Insertion nicht zur Ablösung von Titanpartikel und somit zu einer Verunreinigung kommen kann. [12]

6.2.3 SLA Straumann®

SLA ist die Abkürzung für „**S**and-blasted, **L**arge grit, **A**cid etched (grob sandgestrahlt und säuregeätzt). Dabei wird durch eine grobkörnige Sandstrahlung der Oberfläche eine Makrorauigkeit geschaffen. Als nächster Schritt folgt die Säureätzung, wodurch eine Mikrorauigkeit erzeugt wird. Die Kombination der Makro- und Mikrorauigkeit der Implantatoberfläche bietet eine ausgezeichnete Anlagerung der Zellen, die eine entscheidende Rolle für die erfolgreiche Einheilung spielen. [28]

6.3 Implantationszeitpunkte

Es gibt verschiedene Klassifikationen bezüglich des Implantationszeitpunktes nach Zahnextraktionen. Die hier angeführte Klassifikation in vier Typen beruht auf der Klassifikation der ITI Treatment Guide. [29]

TABELLE 6.1 IMPLANTATIONSZEITPUNKTE

Typ 1	die Sofortimplantation	die Implantation erfolgt unmittelbar nach der Zahnextraktion, ohne Heilung von Knochen oder Weichgewebe
Typ 2	Frühimplantation nach Weichgewebsheilung	circa vier bis acht Wochen nach der Extraktion; komplette Weichgewebsheilung
Typ 3	Frühimplantation nach partieller Knochenheilung	circa 12 bis 16 Wochen nach Zahnverlust; abgeheiltes Weichgewebe und nachweisbare Knochenbildung in der Alveole
Typ 4	Spätimplantation	ab sechs Monate nach Verlust des Zahnes, vollständige Heilung

[29]

Nach einer Zahnextraktion kommt es im Kieferknochen zu Remodellierungsprozessen, die zu einer Resorption des Knochens und somit zum Knochenabbau, führen. Dieser Vorgang ist bei jedem Individuum unterschiedlich stark ausgeprägt. Anhand von verschiedenen Kriterien wird individuell der richtige Implantationszeitpunkt gewählt. Als Vorteil einer Sofortimplantation ist der Erhalt des Knochenniveaus zu nennen. Dagegen ist oft nicht genügend Primärstabilität gegeben.

Bei Typ 4, der sogenannten Spätimplantation, ist ein Knochenverlust zu erwarten, jedoch ist die Insertion des Implantats wegen des abgeheilten Knochenlagers erleichtert. [24] Nach Empfehlungen des ITI 2003 sind Sofortversorgungen als fortgeschritten und komplex zu klassifizieren und nur

Erfahrenen zu empfehlen. Sofortbelastete Implantate führen eher zu vestibulärem Knochenabbau, gefolgt von Zahnfleischschwund. Dies wiederum verursacht mögliche ästhetische Konsequenzen. Für die Sofortimplantation gibt es spezielle Indikationen, wie zum Beispiel der traumatische Zahnverlust. Generell ist Typ 3, der hauptsächlich angewendete Implantationszeitpunkt, der auf die hohen Erfolgsquoten zurückzuführen ist. [10] Gefolgt von Typ 2 und der Spätimplantation (Typ 4). [10]

6.4 Knöcherne Einheilung der Implantate und Osseointegration

Primär gelten auch hier die Regeln der normalen Wundheilung. In der ersten Phase, auch **Frühphase** genannt, kommt es nach Insertion des Implantats und Bildung des Blutkoagulums zu einer Fremdkörperreaktion in der periimplantären Region. Nach circa sieben Tagen beginnt die Geflechtknochenbildung und man findet zeitgleich erweiterte Resorptionserscheinungen. [18]

In der **Maturationsphase** (= zweite Phase) kommt es zur verstärkten Differenzierung von Osteoblasten. Dies wiederum führt zu einer Stabilisierung des Implantats und fördert die Knochenneubildung. Bei einer antiresorptiven Therapie mit Bisphosphonaten greifen diese genau hier in den Zyklus ein und stören so die Wundheilung. [30]

In der dritten Phase (= **Spätphase**) findet die Geflechtknochensynthese und der Umbau zu lamellären Knochen statt. [30] Die Spätphase dauert zwischen 12 - 18 Monate.

Aus chirurgischer Sicht sind vor allem zwei Faktoren in Hinsicht der Einheilzeit und der Belastung des Implantats relevant:

- Die Primärstabilität
- Die Sekundärstabilität [30]

Unter **Primärstabilität** versteht man, die direkte, mechanische Verankerung eines Implantats beim Einbringen in den Kieferknochen. Diese mechanische Stabilität wird in erster Linie durch die Implantatgeometrie, gefolgt von der Klemmpassung und Knochenverdrängung beziehungsweise -verdichtung erreicht. Die Primärstabilität ist abhängig von Länge und Durchmesser des Implantates, Mikromorphologie der Implantatoberfläche, Implantatdesign, Insertionstechnik, Kongruenz von Implantat und Lagerknochen sowie Knochenquantität und Knochenqualität. [30]

Unter **Sekundärstabilität** versteht man die größtenteils biologische knöcherne Verankerung im Kieferknochen. Durch das Einsetzen der Wundheilung beginnen somit auch die Umbauvorgänge zwischen Knochen- und Implantatoberfläche, die zur eigentlichen Implantateinheilung führen. [26] Diese ist vor allem von der Anzahl der entstehenden Knochen-Implantat-Kontakte (Bone to Implant Contacts [BIC]) abhängig. [20]

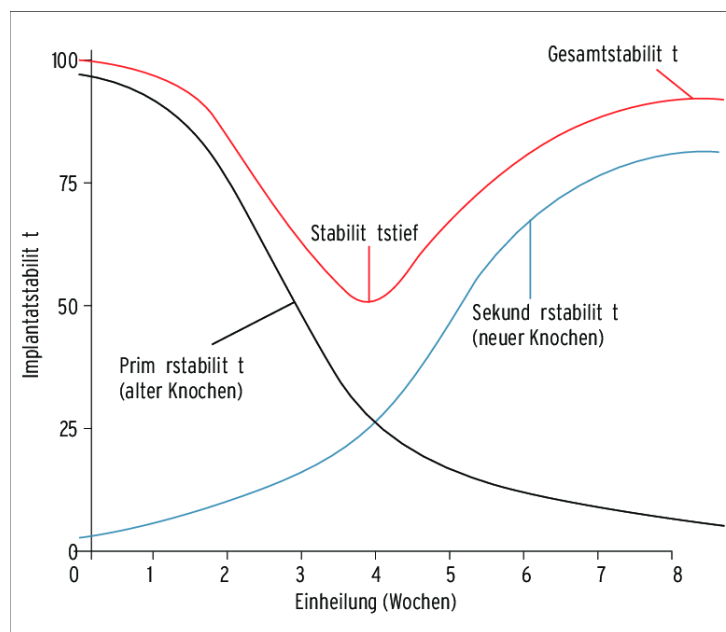


ABBILDUNG 6.2 IMPLANTATSTABILITÄT [31]

Anhand dieser Grafik ist zu erkennen, dass nach circa vier Wochen das Stabilitätstief des Implantats erreicht wird. Genau aus diesem Grund ist in diesem Zeitraum auf die Belastung des Implantats zu verzichten. Erst nach circa acht Wochen ist die Gesamtstabilität erreicht. Davor sollte das Implantat so wenig wie möglich Belastungen ausgesetzt sein. [18]

6.4.1 Osseointegration

Die Osseointegration wurde von Brånemark [32] definiert als „die direkte strukturelle und funktionelle Anlagerung von geordnetem, lebendem Knochen an die Oberfläche eines lasttragenden Implantats ohne Weichgewebnachsweis auf lichtmikroskopischem Niveau und Erhalt dieser Verbindung unter Funktion“. [18] [32]

Als klinische Anzeichen für eine erfolgreiche Osseointegration zu werten sind:

- keine Implantatbeweglichkeit
- Gesundes periimplantäres Weichgewebe
- Asymptomatisch und radiologisch krestaler Knochenverlauf ohne Einbrüche
- keine periimplantäre Transluzenz. [30]
- Hinweis auf Messung der Osseointegration mittels Ostell [33]

7. Orale Mikrobiologie

Der Mensch besteht aus circa 10^{14} Zellen. Rund 90 % dieser Zellen sind Mikroorganismen und lediglich 10 % sind menschlichen Ursprungs.

Einige Mikroorganismen sind essentiell und somit physiologisch. Es besteht ein Gleichgewicht zwischen Mensch und Mikroorganismen.

Durch bestimmte Faktoren wie zum Beispiel Antibiotikaeinnahme, verändertes Immunsystem oder eine erhöhte Kohlenhydratzufuhr kann dieses Gleichgewicht gestört werden. Vor allem Karies und Parodontitis gelten in den westlichen Ländern als eine der häufigsten Krankheiten in der Zahnmedizin. Beide Erkrankungen sind durch das Ungleichgewicht zwischen Wirt und Mikroorganismen induziert. [34]

7.1 Dentaler Biofilm

Biofilme formieren sich auf festen Körpern, welche sich in feuchter Umgebung befinden, somit auch im Mund. Hier dienen die Zähne als Festkörper.

Der dentale Biofilm, auch Zahnbelag oder als Plaque bezeichnet, ist ein sehr komplexes, in sich geschlossenes, System. In diesem System befinden sich verschiedenste Mikroorganismen, die ein eigenes Kommunikationssystem bilden und von äußeren Einflüssen geschützt sind.

Die Komplexität der Keimbesiedlung im Biofilm korreliert positiv mit der Zeit. [35] Durch zeitgerechte, korrekte und regelmäßige Mundhygiene kann der Biofilm mechanisch entfernt werden. Verlängert sich der Zeitabstand oder entfällt die Mundhygiene komplett, kann dies zu verschiedenen Erkrankungen der Gingiva aber auch des Parodonts führen. Beim Implantat spricht man von einer Mukositis beziehungsweise Periimplantitis.

8. Gingivitis, Parodontitis, Periimplantäre Mukositis und Periimplantitis

Generell wird zwischen Erkrankungen des Zahnes und Erkrankungen des Implantats unterschieden. Zu den Erkrankungen des natürlichen Zahnes zählen die Gingivitis und die Parodontitis. Bei Implantaten spricht man von einer periimplantären Mukositis und einer Periimplantitis. [36]

TABELLE 8.1 VERGLEICH ERKRANKUNGEN ZAHN UND IMPLANTAT

Erkrankungen des Zahnes	Erkrankungen des Implantats
Gingivitis	Periimplantäre Mukositis
Parodontitis	Periimplantitis

8.1 Gingivitis und Parodontitis

Als Gingivitis bezeichnet man eine Entzündung der Gingiva, meist induziert durch eine Ansammlung des dentalen Biofilmes. Das Immunsystem des Menschen versucht diesen inflammatorischen Ereignissen entgegenzuwirken. Durch ein zum Beispiel abgeschwächtes Immunsystem kann es dazu kommen, dass der mikrobiologische Angriff der immunologischen Abwehr des Menschen überwiegt. Dadurch kommt es zu einer Besiedelung der Mikroorganismen subgingival und folglich zur Schädigung bis hin zur Zerstörung des Gewebes. [36]

Sind auch Teile des Zahnhalteapparates betroffen, inklusive Attachementverlust, wird dies als Parodontitis bezeichnet. [36]

Folgende Symptome zeichnen eine Parodontitis aus:

- Erhöhte Zahnbeweglichkeit
- Rezession der Gingiva und Taschenbildung
- Zahnwanderungen [36]

8.2 Periimplantäre Entzündungen

Ebenso wie beim Zahn können auch beim Implantat inflammatorische Geschehnisse durch Plaqueansammlung hervorgerufen werden. [37] Ein wichtiger Aspekt bezüglich der Prävention von periimplantären Entzündungen ist die prothetische Versorgung von Implantaten. So kann diese durch insuffiziente anatomische Gestaltung, die Hygienefähigkeit einschränken oder zu fehlerhaften Belastungen führen. [4]

Im Anfangsstadium wird die periimplantäre Entzündung als reversible, periimplantäre Mukositis bezeichnet, die in eine irreversible Periimplantitis übergehen kann. [37] Die Abgrenzung einer periimplantären Mukositis zu einer Periimplantitis ist nicht exakt möglich. Die eindeutige Diagnosestellung einer Periimplantitis manifestiert sich durch den radiologisch, nachweisbaren Knochenverlust. [38] Zu den Risikopatienten zählen meistens Parodontitispatienten, Raucher oder Patienten mit schlecht eingestelltem Diabetes mellitus. [39]

Typische Symptome und Befunde sind Blutung auf Sondierung, marginaler Knochenabbau, erhöhte Sondierungstiefen durch Taschenbildung, Schmerzen und radiologisch nachweisbarer Knochenabbau. [40]

8.2.1 Diagnostik bei Verdacht auf periimplantäre Infektionen

- Inspektion
- Messung der Sondierungstiefen
- Blutung auf Sondierung (BOP)
- Sekret- oder Pusaustritt
- Implantatbeweglichkeit
- Radiologische Kontrollaufnahme [1]

TABELLE 8.2 VERGLEICH MUKOSITIS UND PERIIMPLANTITIS

	Periimplantäre Mukositis	Periimplantitis
Reversibel	Ja	Nein
Blutung auf Sondierung	+	+
Pus	-	+/-
Zunahme der Sondierungstiefen	-	+
Schmerzen	-	(+)
Radiologischer Knochenabbau (relativ zu einem Referenzwert; z.B. Zeitpunkt Eingliederung der Suprakonstruktion)	-	+
Implantatlockerung	-	(+)
Mikrobiologische Tests (bezieht sich auf konventionelle Testsysteme zur Bestimmung parodontopathogener Keime)[38]	Unspezifisch	Unspezifisch

8.3 Prävention von periimplantären Erkrankungen

Die European Federation of Parodontology (EFP) veröffentlichte im November 2014 Leitlinien (Empfehlung für Zahnärztinnen/Zahnärzte) zur Prävention von Parodontitis und Periimplantitis. [38]

Die Empfehlung ist in sieben Punkte unterteilt. Der Fokus liegt auf der richtigen mechanischen und chemischen Biofilmkontrolle.

- Tägliche, mechanische Entfernung des dentalen Plaques
- Mundhygiene-Instruktion durch zur korrekten häuslichen Mundhygiene
- Compliance des Patienten (Vorbeugung nur möglich, durch regelmäßiges und richtiges Verhalten)
- Aufklärung von Risikopatienten, dass das zweimal tägliche Reinigen für zwei Minuten nicht ausreicht
- tägliche Interdentalraumpflege mit Interdentalraumbürstchen oder Zahnseide
- Verwendung von Zahnseide an Stellen ohne Attachmentverlust um eine Verletzung des Weichgewebes durch Interdentalbürstchen zu verhindern
- Chemische Plaquekontrolle mithilfe von fluoridhaltigen Zahnpasten und Mundspüllösungen mit Antiplaque-Wirkstoffen. [38]

Liegt eine fortgeschrittene periimplantäre Erkrankung vor, finden sowohl nicht-chirurgische als auch chirurgische Therapien Anwendung.

8.4 Nicht chirurgische Therapie der periimplantären Erkrankungen

Das Augenmerk liegt vor allem auf der Reduktion der Entzündungsparameter durch Plaquekontrolle und engmaschiges Recall.

- Kontrolle der prothetischen Versorgung (Hygienefähigkeit)
- Instruktion der richtigen häuslichen Mundhygiene
- Regelmäßige professionelle Mundhygiene und Kontrollen
- Identifikation der Risikofaktoren
- Alternative und/oder adjuvante Maßnahmen: Pulverstrahlgeräte, Laser, Phosphorsäure, CHX-Spülungen, Antibiotikagabe [38]

8.5 Chirurgische Therapie bei periimplantären Erkrankungen

Chirurgische Maßnahmen finden vor allem bei deutlichem Knochenverlust Einsatz. Dieser kann folgendermaßen therapiert werden:

- Entfernung des Granulationsgewebes
- Dekontamination der Implantatoberfläche mittels Kombination aus mechanischer Biofilmentfernung und Antibiotikagabe
- Unterstützende „one shot“ Antibiotikagabe bei chirurgischen Eingriffen
- Bei allen chirurgischen Eingriffen ist mit einer postoperativen Entstehung einer mukosalen Rezession zu rechnen
- Implantoplastik [41]
- Regenerative Verfahren(z.B. Anwendung von fPRP zur Defektdeckung) [42]

Als Stufentherapiekonzept für periimplantäre Erkrankungen entwickelten Mombelli und Lang folgender Algorithmus: [43]

TABELLE 8.3 STUFENTHERAPIEKONZEPT FÜR PERIIMPLANTÄRE ERKRANKUNGEN NACH MOMBELLI UND LANG

ST	Plaque	BOP	Pus	Radiologische Komponente	Therapietyp
< 4 mm	+	+	-	-	A
4-5 mm	+	+	+/-	-	A+B
< 5 mm	+	+	+/-	< 2 mm	A+B+C
> 5 mm	+	+	+/-	> 2 mm	A+B+C+D

[43]

Bei Therapietyp A liegt der Fokus auf mechanischem Debridement und der individuellen Mundhygieneinstruktion. Typ B ist durch Sondierungstiefen über 4 mm gekennzeichnet. Dabei wird die Periimplantitis zusätzlich antiseptisch, wie zum Beispiel Chlorhexidin therapiert. Ist bei einer BOP eine Sondierungstiefe von über 5 mm und einen Knochenverlust von maximal 2 mm zu verzeichnen, wird neben der mechanischen und chemischen Mundhygiene eine Antibiotikatherapie (systemisch oder lokal) empfohlen. Typ D charakterisiert sich durch BOP, Sondierungstiefen von über 5 mm und einen Knochenverlust von über 2 mm. Chirurgische Maßnahmen sind hier in Erwägung zu ziehen.

9. Zahnpasta

Die Zahnpasta dient vor allem der mechanischen Reinigung der Zähne, aber auch der Karies- und Gingivitisprophylaxe. [37]

9.1 Inhaltsstoffe

Die Grundsubstanzen aller Zahnpasten sind ident, hierzu zählen Putzkörper (Abrasivstoffe), Feuchthaltemittel, Bindemittel, Konservierungsstoffe und Tenside. Weitere Inhaltsstoffe wie pflanzliche Extrakte, Fluoride (Kariostatika), Medikamente und Zahnsteininhibitoren stellen eine Karies- und Gingivitisprophylaxe dar. [37]

9.2 Improic®

Das Implantatpflegeprodukt Improic®, von DDr. Gert Grubwieser, Anichstraße 8, 6020 Innsbruck/Österreich entwickelt, ist eine neue Entwicklung für die tägliche Pflege von Implantaten, deren Suprakonstruktion aber auch von Zähnen als auch vom Zahnfleisch. [44]



ABBILDUNG 9.1 IMPLANTATPFLEGEPRODUKT IMPROIC®

9.2.1 Ziele von Improic

Dabei macht der Hersteller vor allem auf nachfolgende vier Ziele aufmerksam:

- **Prophylaxewirkung**
Zusätzlich zur Entfernung von Bakterien und Ablagerungen wird eine Kräftigung des Zahnfleisches und des gesamten Zahnhalteapparates versprochen.
- **Langlebige Implantate**
Durch die Prävention von Entzündungen soll ein frühzeitiger Implantatverlust verhindert werden.
- **Anhaltender Schutz**
Remineralisierende Wirkung des Zahnschmelzes durch die Zugabe von Natriumfluorid soll vor Säureangriffen (durch Kariesbakterien oder säurehaltige Speisen) schützen. (Calciumfluorid Deckschicht)
- **Bioaktive Formel**
Pflege des gesamten Mundraumes (Mundschleimhaut, Zähne, Zahnhalteapparat) [44]

9.3 Inhaltsstoffe

Fluorid

Karies wurde in den 60er Jahren als eine multifaktorielle Erkrankung beschrieben. Dabei spielt nicht nur die bakteriologische Zusammensetzung eine wesentliche Rolle, sondern auch die Ernährung als auch der Wirt selbst. Folgende Faktoren sind für die Entstehung von Karies essentiell: Akkumulation des Biofilms und niederfermentierbare Kohlenhydrate. [45] Durch bestimmte Bakterien werden die Kohlenhydrate in Säuren umgewandelt. Folglich kommt es zu einer Demineralisierung des Schmelzes. [37] Fluorid wirkt dieser Demineralisierung entgegen und hat zugleich eine remineralisierende Wirkung. [37] Da auch auf die Bedürfnisse der natürlichen Zähne geachtet wird, ist Fluorid in der Zahnpasta Improic ® enthalten.

Mikrosilber

Mikrosilber weist eine antibakterielle Wirkung auf. Diese wurde schon im alten Ägypten genutzt. So wurden damals Wunden mit Silberfolien abgedeckt. Heute werden silberhaltige Inhaltsstoffe im Wundmanagement, aber auch in Kosmetika, zum Beispiel als Konservierungsmittel, eingesetzt. Durch die mittlere Teilchengröße von 10 µm kann Mikrosilber nicht durch die Haut penetrieren. Dadurch ist eine lokale Wirkung gegeben. Die Kurzform von Silber ist Ag (lat. Argentum) und zählt zu den Übergangsmetallen. Silber ist nicht sehr reaktionsfähig, kann jedoch zu einem Silberkation oxidieren. In oxidierter Form wirkt es schon in geringsten Mengen antimikrobiell und somit toxisch auf Mikroorganismen. Dieser Effekt wird als Oligodynamie beschrieben. Silberionen differenzieren nicht zwischen mikrobieller Zellen und menschlichen Zellen, jedoch ist die geringe Konzentration, die für eine antimikrobielle Wirkung notwendig ist, sowohl topisch als auch systemisch für den Menschen gut verträglich. [46]

Salbei

Der echte Salbei „*Salvia officinalis*“ findet oft Anwendung bei Infektionen im Mund- und Rachenraum. Salbei hat folgende Wirkungsspektren

- antiinflammatorisch
- antibakteriell
- antinozizeptiv
- adstringierend. [47]

Xylit

Xylit zählt zu den natürlichen Kohlenhydraten. Aus chemischer Sicht ist Xylit ein Polyol (Zuckeralkohol). Große Relevanz hat Xylit vor allem in der dentalen Branche. Die kariesprotektive Wirkung ist darauf zurückzuführen, dass Xylit, von den meisten kariogenen Bakterien, nicht zu Säuren verstoffwechselt werden kann. Zudem besitzt der Zuckeralkohol Xylit die Fähigkeit Komplexe mit bestimmten Metallkationen wie Kalzium (im Speichel enthalten) zu bilden. Diese Komplexbildung fördert womöglich die Remineralisation des Schmelzes. [48]

Vitamine

Vitamine sind essentiell und müssen dem Körper kontinuierlich zugeführt werden. Kommt es zu einer verringerten oder gar Abbruch dieser Zufuhr äußert sich dies in verschiedenen Mangelerscheinungen. [49]

Vitamin E

Vitamin E ist ein Antioxidans und schützt somit Zellen vor oxidativen Schäden, die mit vielen Krankheiten verbunden sind. Es spielt eine relevante Rolle bei Wachstum, Fortpflanzung, Nervensystem und der Immunstabilisierung. [50]

B Vitamine

Die Klasse der B-Vitamine sind wesentliche Bestandteile des Zellstoffwechsels. Eines der wichtigsten Vitamine ist Riboflavin.

Der Mangel an Riboflavin kann Haut- und Leberschädigungen aber auch eine Verschiebung des Glukosesoffwechsels veranlassen. Letzteres äußert sich durch Symptome wie Ödembildung der oralen Schleimhaut, Cheilosis und Glossitis. [51]

10. Fragestellung und Zielsetzung

Fragestellungen der durchgeführten Pilotstudie lauteten wie folgt:

- *Verändern sich die Sondierungstiefen eines Implantats durch die regelmäßige Anwendung des Produkts?*
- *Präventive Wirkung gegen Mukositis und Periimplantitis durch die Anwendung?*
- *Auswirkungen auf die Zukunft*

Es wurden folgende Ziele gesetzt:

- Dokumentation von Plaque zum Zeitpunkt 0 und Zeitpunkt 1
- Auswertung Sondierungstiefen
- Auswirkungen der erhobenen Daten und deren Aussichten

11. Material und Methoden

In der Pilotstudie die von November 2018 bis Juli 2019 in der Praxis DDr. Gert Grubwieser für Mund-, Kiefer und Gesichtschirurgie, Implantologie und Schmerztherapie (Anichstraße 8, Rathausgalerien, 6020 Innsbruck) durchgeführt wurde, wurde das Implantatpflegeprodukt Improic® getestet.

Bei der Studie handelt es sich um eine Pilotstudie. Unter einer Pilotstudie wird eine Studie verstanden, welche zur Generation von Daten für Folgestudien dient. Die durchgeführte Pilotstudie ist eine unkontrollierte prospektive Kohortenstudie.

Die Probanden sind alle Patienten von DDr. Grubwieser und wurden von ihm rekrutiert. Die Teilnehmer wurden von uns persönlich über die Studienteilnahme mündlich und schriftlich aufgeklärt (Informed Consent im Anhang).

Die Einwilligung erfolgte völlig freiwillig und kann jederzeit widerrufen werden. Außerdem wurde noch mitgeteilt, dass die personenbezogenen Daten wie auch die neu generierten ausschließlich für die Forschung am Produkt Improic® (Diplomarbeit/Publikation/Vortrag) verwendet werden, dabei anonym bleiben und nicht an Dritte weitergegeben werden.

Es wurden dabei 15 Probanden rekrutiert. **Einschlusskriterien** dafür waren:

- Implantatträger seit mindestens einem Jahr
- Implantat mit Suprakonstruktion (Krone) unter physiologischer Belastung (d.h. Antagonist vorhanden)

Die Probanden mussten ein Implantat inkl. Suprakonstruktion aufweisen. Alle inserierten Implantate waren von der Firma Straumann®. Die Implantatregionen waren in allen 4 Quadranten verteilt und wurden nicht unterteilt. Alle Suprakonstruktionen waren Einzelzahnkronen. Material als auch die Fixierung (verschraubt bzw. zementiert) war für die Pilotstudie nicht von Relevanz.

Ausschlusskriterien:

- Implantatversorgung unter 12 Monate
- Keine Suprakonstruktion vorhanden
- fehlender Antagonist

Die Pilotstudie gliederte sich für die Probanden in 4 Teile:

- **Erstuntersuchung + Mundhygieneinstruktion** (Messung der Sondierungstiefen, Bakterieller Abstrich, Instruktion Bass-Technik und Interdentalraumpflege)
- **Häusliche Verwendung des Produkts Improic®** (zwei Mal täglich bis zur Kontrolluntersuchung für circa acht Wochen)
- **Kontrolluntersuchung** (Messung der Sondierungstiefen, Bakterieller Abstrich)
- **Fragebogen**

Sowohl die Erstuntersuchung einschließlich der Mundhygieneinstruktion, als auch die Kontrolluntersuchung wurde von uns Studenten gemeinsam durchgeführt. Die Auswertungen der bakteriologischen Ergebnisse und deren Relevanz wurden in der Diplomarbeit „Veränderung der oralen bakteriellen Zusammensetzung durch Verwendung des Pflegeprodukts Improic®“ genauer erläutert. [52]

11.1 Informed Consent

Das Pflegeprodukt kann seit 2017 auf dem freien Markt erworben werden. Jegliche Inhaltsstoffe sind EU-konform und sind vor Erstzulassung getestet und einer Prüfung unterzogen worden. Zusätzlich wurde das Produkt als reines Pflegeprodukt deklariert. Aus diesen Gründen wurde auf einen Ethikantrag verzichtet. Um die ethischen Werte gewährleisten zu können, wurden die Probanden vor der Teilnahme an der Pilotstudie sowohl mündlich als auch schriftlich ausführlich aufgeklärt. Die Einwilligung erfolgte freiwillig und die Teilnahme war jederzeit widerrufbar. Der Informed Consent ist dem Anhang beigefügt. Durch die Anonymisierung aller generierten Daten wurden die gesetzlichen Datenschutzrichtlinien berücksichtigt.

11.2 Messung der Sondierungstiefen

Die Messungen wurden mit der Parodontalsonde (PCP 15, Hu-Friedy) durchgeführt. Die Parodontalsonde mit 3 mm Markierung gehört zum Grundinstrumentarium in der Zahnmedizin. Durch die auf dem Foto sichtbare

Markierung auf der Sonde, wird dem Anwender das Ablesen der sondierten Tiefe erleichtert.

Diese Untersuchung wurde einmal zum Zeitpunkt 0 (vor Verwendung der des Produkts) und einmal zum Zeitpunkt 1 (nach zwei monatiger Anwendung) durchgeführt.

Mit der Parodontalsonde wurde die 6-Punktmessung am Implantat gemessen. Die sechs Punkte waren: distobukkal, bukkal, mesiobukkal, mesiolingual/palatal, lingual/palatal und distolingual/palatal.

Die Sonde wurde mit einem sanften Druck in den Sulkus eingeführt und die Tiefe an der Skalierung abgelesen und dokumentiert. Es wurde zum Zeitpunkt 0 und zum Zeitpunkt 1 jeweils die höchste Sondierungstiefe des Implantats herangezogen. Die Ergebnisse wurden mittels Excel und Studio R ausgewertet.

Aufgrund der tiefen Sondierung bei Implantaten kann es zu Perforation eines umliegenden Gefäßes kommen, daher kann auch ein gesundes periimplantäres Gewebe eine positive BOP vorweisen. Das wiederum zu falsch, positiven Werten führen kann. [12]

Deshalb wurde in der Pilotstudie bewusst auf die Messung von Bleeding on Probing (BOP) verzichtet. Da ein sehr kleines Patientensample untersucht wurde, würde dies zu zusätzlichen Verzerrungen der Ergebnisse führen.

11.3 Fragebogen

Zusätzlich wurde einen Fragebogen zum Produkt Improic® von uns Studenten erstellt. Dieser im Anhang entnommen werden kann.

12. Resultate

12.1 Probandenkollektiv

Von den insgesamt 15 Teilnehmern der Studie sind 33,33 % männlich und 66,67 % weiblich. Die Altersverteilung setzt sich folgendermaßen zusammen:

- 26,67 % 40 – 50 Jährige
- 66,67 % 50 – 60 Jährige und
- 6,67 % über 60 Jährige (Mittelwert 56,2 Jahre \pm 6,5 Jahre Standardabweichung)

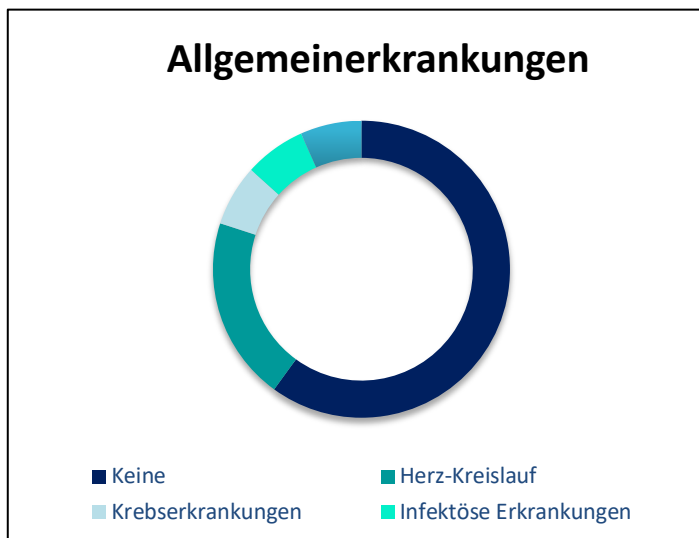


ABBILDUNG 12.1 ALLGEMEINERKRANKUNGEN DES PROBANDENKOLLEKTIVS

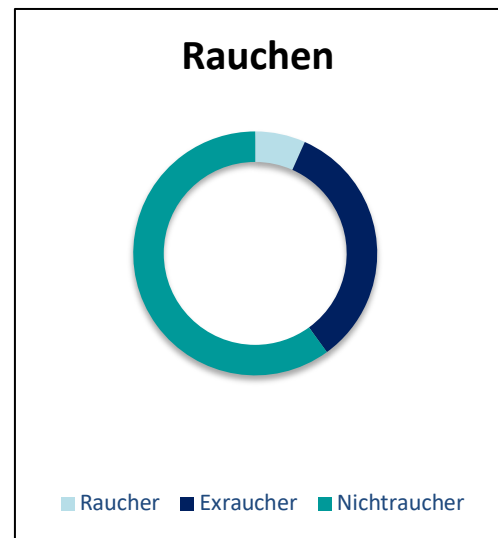


ABBILDUNG 12.2 NIKOTINABUSUS DES PROBANDENKOLLEKTIVS

Bei den Allgemeinerkrankungen der Probanden lagen folgende Befunde vor: 60 % ohne Allgemeinerkrankungen, 20 % mit Herz-Kreislauf-Erkrankungen und jeweils 6,67 % mit Krebserkrankungen, infektiösen Erkrankungen oder Osteoporose. Außerdem sind 6,67 % Raucher, 33,33 % Ex-Raucher und 60 % Nichtraucher.

12.2 Sondierung

TABELLE 12.1 ERGEBNISSE SONDIERUNG

Nr.	Zeitpunkt 0 (mm)	Zeitpunkt 1 (mm)	Resultat
1	4	4	Unverändert
2	3	3	Unverändert
3	3	3	Unverändert
4	5	4	Verbesserung
5	3	2	Verbesserung
6	3	4	Verschlechterung
7	5	5	Unverändert
8	4	4	Unverändert
9	4	3	Verbesserung
10	5	5	Unverändert
11	4	5	Verschlechterung
12	3	3	Unverändert
13	4	4	Unverändert
14	3	3	Unverändert
15	3	2	Verbesserung

Bei der Messung der Sondierungstiefen um das Implantat kam man zu folgendem Ergebnis: 86,7 % der Patienten haben unveränderte oder bessere Befunde, zwei Probanden wiesen eine Verschlechterung auf (Mittelwert Zeitpunkt Null 3,7 mm \pm 0,80 Standardabweichung und zum Zeitpunkt Eins Mittelwert 3,6 mm \pm 0,99 Standardabweichung, p-Wert = 0,6872). Somit kam es nach zweimonatiger Anwendung des Produkts zu keinem signifikanten Unterschied. Bei 26,67 % kam es zu einer Verbesserung der Sondierungstiefen. Dabei schwankte der Wert nie über einen Millimeter Unterschied. Bei 60 % waren die Sondierungstiefen nach zweimonatiger Anwendung gleichbleibend.

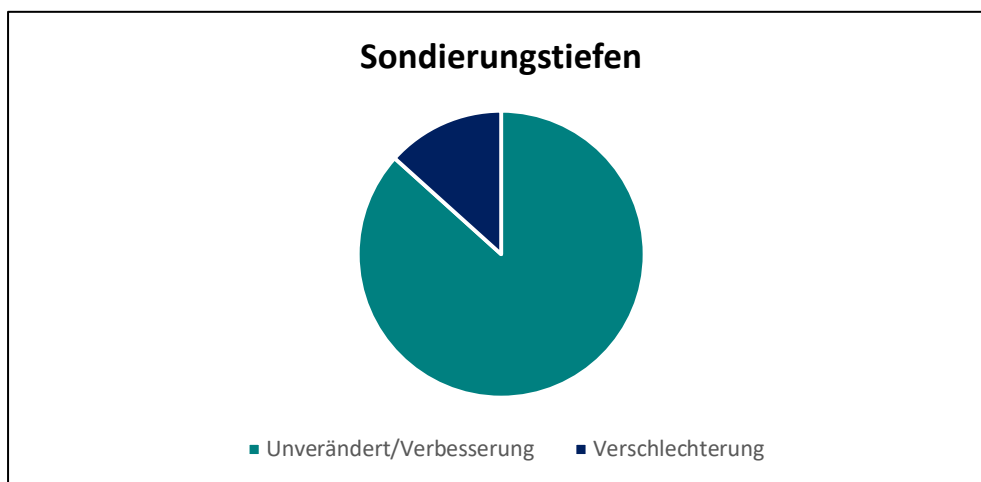


ABBILDUNG 12.3 RESULTAT SONDIERUNGSTIEFEN

12.3 Fragebogen

Auf die Frage „Haben Sie das Gefühl, dass sich durch die Verwendung der Improic® etwas verändert hat?“ antworten 60 % der Teilnehmer mit „Nein“ und 40 % der Teilnehmer mit „Ja“. Als Veränderung geben die Patienten folgendes an:

- Rückgang von Entzündungen
- frischerer Atem
- saubereres Gefühl nach dem Zähne putzen
- weniger Blüten beim Zähne putzen.



ABBILDUNG 12.4 RESULTAT ZAHNFLEISCHBLUTEN

Bei 66,67 % der Probanden gab es keine Veränderung des Zahnfleischblutens im Bereich des Implantats und 33,33 % berichten über eine Verringerung.

In der bakteriologischen Auswertung, die zusammenhängend durchgeführt wurde, kam man zum folgenden Ergebnis:

Vor Beginn der Anwendung der Improic® wiesen sieben Probanden Anaerobier auf. Bei sechs Probanden waren zum Zeitpunkt 1 keine Anaerobier nachweisbar. Diese Reduktion der Anaerobier könnte in Zusammenhang der Verringerung des Zahnfleischblutens gebracht werden. [52]

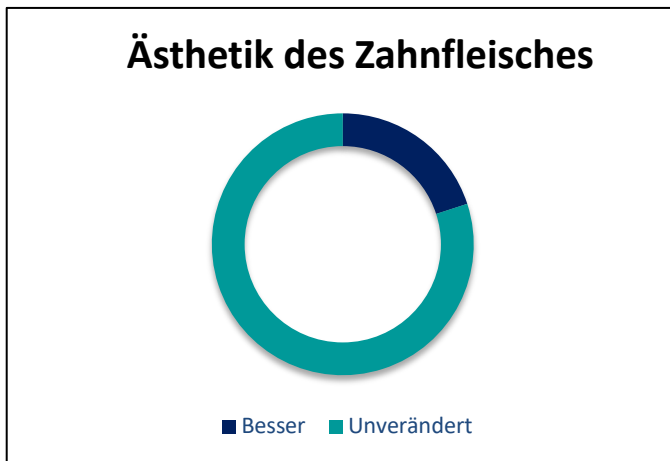


ABBILDUNG 12.6 RESULTAT ÄSTHETIK DES ZAHNFLEISCHES

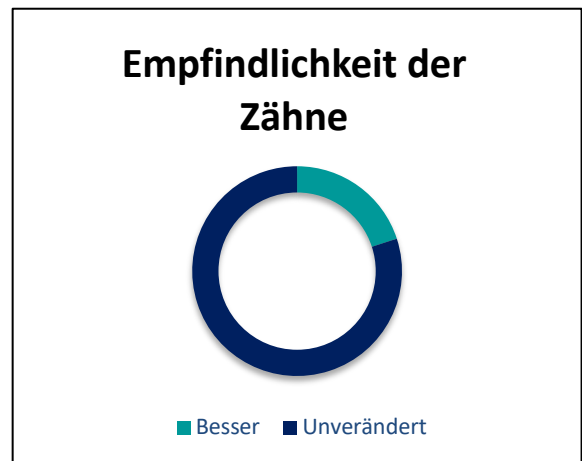


ABBILDUNG 12.5 RESULTAT EMPFINDLICHKEIT DER ZÄHNE

20 % berichten über eine Verbesserung der Ästhetik des Zahnfleisches im Bereich des Implantats, für 80 % hat sich in Bezug auf die Ästhetik nichts verändert.

20 % der Teilnehmer haben das Gefühl, dass sich die Empfindlichkeit der Zähne verbessert hat (d.h. weniger Probleme bei kalten/heißen/sauren Speisen), 80 % berichten über keine Veränderung.

13. Diskussion

Die Pilotstudie zielte darauf ab, einen klinischen Ansatz zur spezifischen Hygiene von Implantaten und deren Prävention von periimplantären Erkrankungen zu analysieren. Zahlreiche Behandlungsprotokolle speziell für periimplantäre Erkrankungen wurden dokumentiert, einschließlich nicht-chirurgischer, chirurgischer und kombinierte Therapieansätze. Bis dato wurde keinen effektiver Therapiealgorithmus diesbezüglich erkannt. [53]

In der randomisierten klinischen Studie von Sharmann et al. wurde ein Vergleich zur Anwendung von CHX-Gel und CHX-Chips angewendet. Dabei wurde zu Beginn und nach 3 Monaten an einer periimplantären Region das CHX-Gel (CG-Gruppe) oder die CHX-Chips (CC-Gruppe) angebracht. Es wurden jeweils die Taschentiefen und die BOP gemessen. Nach 6 Monaten kam man zu einer stärker reduzierten BOP als auch zu einer stärker reduzierten Taschentiefe in der CC-Gruppe. Als Schlussfolgerung zu unterstützenden Maßnahmen kann CHX-Chips die Entzündung bezüglich Blutungen eher beheben. [54]

Dadurch lässt sich vermuten, dass zu dieser antiseptischen Therapie eine zusätzliche engmaschige Kontrolle und korrekte Mundhygiene verbesserte Ergebnisse erzielt werden könnten.

Renvert et al. stellte ebenfalls fest, dass eine angemessene Mundhygiene eine wesentliche Voraussetzung für stabile klinische Verhältnisse bis zu fünf Jahren nach der Ersttherapie zu sein scheint. [55]

In der vorliegenden Pilotstudie wurden die Änderungen der Sondierungstiefen zwei Monate nach korrekter, häuslicher Mundhygiene unter regelmäßiger Anwendung von Improic® bewertet. Der vorgestellte Ansatz soll primär als unterstützende Maßnahme für das Management der periimplantären Erkrankungen dienen.

Die Messung der Sondierungstiefen stellt ein objektives Verfahren dar. 13 von 15 Patienten wiesen eine gleichbleibende oder Verringerung der Sondierungstiefen auf (was einer Verbesserung der klinischen Situation entspricht). Einige Limitationen dieser Untersuchung müssen aus klinischer Sicht berücksichtigt werden, insbesondere die geringe Anzahl der Probanden,

der kurze Anwendungszeitraum, als auch die „unkontrollierte“ häusliche Anwendung, die eine Verallgemeinerung der Ergebnisse nicht zulassen.

Implikationen für die Forschung und Praxis:

In einer retrospektiven Langzeitstudie über sieben Jahre, konnte festgestellt werden, dass Patienten die engmaschige Recall unterlagen, eine deutlich geringere Inzidenz für periimplantäre Erkrankungen aufwiesen als Patienten, ohne regelmäßige Kontrolle. Der Fokus der Recalls lag dabei auf der verstärkten Patientenmotivation, wiederholte Mundhygieneinstruktion und Plaquekontrolle. Die Ergebnisse zeigten, dass Patienten mit vorbeugenden Maßnahmen eine signifikant niedrigere Rate an periimplantären Erkrankungen vorweisen. [56]

Anhand dieser Studie wird deutlich, wie signifikant die Relevanz die Mundhygiene bei Implantatträger hat. Es ist plausibel, dass durch die präventive Anwendung von Improic® eine Mukositis therapiert oder sogar verhindert werden kann. Bei fortgeschrittenen Läsionen könnte es auch als Zusatzadjuvans bei nicht-chirurgischen bzw. chirurgischen Therapieansätzen eingesetzt werden. Ein Staging könnte wie folgt aussehen:

TABELLE 13.1 STAGING

Stage 1	Gesunder Implantatträger, keine parodontale Erkrankungen	Improic® als Prophylaxe
Stage 2	Mukositis (reversibel)	Therapie der Mukositis
Stage 3	Periimplantitis (irreversibel)	Adjuvante Therapie der Periimplantitis

Die Pilotstudie stellt nicht nur die Grundlage für weitere Untersuchungen dar, sondern wirft auch neue Fragen und Zielsetzungen auf.

Weitere Studien mit mehr Patienten über einen größeren Zeitraum sind erforderlich, um spezifischere Ergebnisse erzielen zu können. Das im Rahmen dieser Untersuchung verwendete Mundhygieneprodukt stellt für Träger von Zahnimplantaten eine Innovation sowie eine wirksame Prophylaxemaßnahme dar.

Literaturverzeichnis

1. Wiltfang J, Behrens E, Neuschl M, Becker S. Periimplantitis. *Der MKG-Chirurg*. 2014; 7(3):213–24.
2. Canullo L, Signorini L, Pistilli R, Patini R, Pistilli V, Pesce P. A prospective case series on surgical treatment of circumferential and semi-circumferential defects due to peri-implantitis. *Braz Oral Res*. 2019; 33(Suppl 1):e072. doi: 10.1590/1807-3107bor-2019 [eCollection 2019].
3. Derks J, Tomasi C. Peri-implant health and disease. A systematic review of current epidemiology. *J Clin Periodontol*. 2015; 42(16):158-71.
4. Thierbach R. Periimplantitis – Diagnostik und Therapie. *ZWR*. 2018; 127(9):394–403.
5. Wennemuth G. *Taschenatlas Histologie*. 1. Auflage. München: Urban & Fischer in Elsevier. 2012.
6. Wachtler F. [Hrsg]. *Histologie: Lehrbuch der Zytologie, Histologie und mikroskopischen Anatomie des Menschen*. 7. Auflage. Wien: Facultas-Univ.-Verlag. 2005.
7. Netter FH. [Hrsg]. *Netters Orthopädie*. 1. Auflage. Stuttgart: Thieme. 2001.
8. Kurth A, Lange U [Hrsg]. *Fachwissen Osteologie*. 1. Auflage. Elsevier Urban & Fischer. 2018.
9. Löffler G. *Basiswissen Biochemie mit Pathobiochemie*. 6. Auflage. Heidelberg: Springer-Medizin-Verlag. 2005.
10. Morton D, Ganeles J, Wismeijer D, Buser D, Belser U [Hrsg]. *ITI Treatment Guide: Band 2 Belastungsprotokolle in der zahnärztlichen Implantologie*. Berlin: Quintessenz. 2008.
11. Seiler E, Ibanez M, Ibanez J. Bone density evaluation measured at Cone-Beam Computed Tomography by means of Hounsfield Units in Maxillary Sinus Floor Augmentation. 2019; doi:10.13140/RG.2.2.23228.59528 [Epub 17.07.2019]
12. Spiekermann H, Rateitschak KH, Wolf HF [Hrsg]. *Farbatlanten der Zahnmedizin: 10 Implantologie*. Stuttgart, New York: Georg Thieme Verlag. 1994.
13. Herold G. *Innere Medizin*. 2012.
14. Rastogi A, Rattan V, Bhadada S. Osteonecrosis of jaw associated with bisphosphonate use. *Indian J Endocrinol Metab*. 2012; 16(3):450-2.

15. Aktories K, Förstermann U, Hofmann F, Starke K. Allgemeine und spezielle Pharmakologie und Toxikologie. 11. Auflage. München: Elsevier Urban & Fischer. 2013.
16. Hansson S, Halldin A. Alveolar ridge resorption after tooth extraction: A consequence of a fundamental principle of bone physiology. *J Dent Biomech.* 2012; 3:1758736012456543. doi:10.1177/1758736012456543 [Epub 16.08.2012].
17. Schwarz F, Becker J. Periimplantäre Entzündungen: Ätiologie, Pathogenese, Diagnostik und aktuelle Therapiekonzepte. Berlin: Quintessence Verlags-GmbH. 2007.
18. Schwenzer N, Ehrenfeld M. Zahnärztliche Chirurgie. 4. Auflage. Stuttgart: Georg Thieme Verlag. 2009.
19. Craig R, Powers J, Wataha J. Zahnärztliche Werkstoffe: Eigenschaften und Verarbeitung. 1. Auflage. München: Urban & Fischer. 2006.
20. Schwenzer N, Ehrenfeld M. Zahn-Mund-Kiefer-Heilkunde: Lehrbuch zur Aus- und Weiterbildung [3]: Zahnärztliche Chirurgie. 4. Auflage. Stuttgart: Georg Thieme Verlag. 2009.
21. Wiegrefe M, Güntsch A. Parodontitis vs. Periimplantitis. *ZWR.* 2018; 127(1/2):24–34.
22. D'hoedt B, Handtmann S, Gomez-Roman G, Axmann D, Jahn M, Schulte W. Verweildaueranalysen nach Kaplan-Meier und Cutler-Ederer für enossale Implantate verschiedener Systeme - Langzeitergebnisse bis zu 18 Jahren. *Z Zahnärztl Implantol.* 1996; 12:110-20.
23. Reinecke K, Gross D. André Schroeder (1918–2004) – Groundbreaking Pioneer in Swiss Academic Dentistry: On the occasion of the anniversary of the long-standing Editor of the “Schweizerische Monatsschrift für Zahnheilkunde”*. *Swiss Dental Journal SSO.* 2019; 129:1018-1025.
24. Weber T. Memorix Zahnmedizin. 4. Auflage. Stuttgart: Georg Thieme Verlag. 2016.
25. ZM-Online. Titan und Titan-Legierungen. [Internet] 2003. [zuletzt aufgerufen am 19.11.2019] Verfügbar unter: <https://www.zm-online.de/archiv/2003/07/titel/titan-und-titan-legierungen/>.
26. Gutwald R, Gellrich N, Schmelzeisen R. Zahnärztliche Chirurgie und Implantologie. 3. Auflage. Deutscher Zahnärzte Verlag. 2018.

27. Implantate.com das unabhängige Portal. Wie funktioniert ein Zahnimplantat? Material, Aufbau, Behandlung. [Internet] 2020. [zuletzt aufgerufen am 11.05.2020]. Verfügbar unter: <https://www.implantate.com/was-ist-ein-zahnimplantat-aufbau-material-und-funktion.html>.
28. Straumann. Die Basisinformationen zu den chirurgischen Verfahren für das Straumann® dental Implant System; 10/11 [Online document]. Straumann; 2011 [zitiert am 11.05.2020]. Verfügbar unter: http://www.straumann.at/content/dam/internet/straumann_at/resources/brochurecatalogue/brochures/de/151.754_low.pdf.
29. Chen S, Buser D, Belser UC, Wismeijer D [Hrsg]. ITI Treatment Guide Band 3: Implantationen in Extraktionsalveolen: Behandlungsmöglichkeiten. Berlin: Quintessenz-Verl.-GmbH. 2009.
30. Jackowski J, Peters H, Hölzle F [Hrsg]. Zahnärztliche Chirurgie. 1. Auflage. Berlin: Springer-Verlag. 2017.
31. Haas R, Pommer B. Die Extraktionswunde: Anatomische und physiologische Grundlagen der Sofortimplantation. ZahnKrone. 2015; 1(15):34–8.
32. Branemark PI, Adell R, Breine U, Hansson BO, Lindstrom J, Ohlsson A. Intra-osseous anchorage of dental prostheses. I. Experimental studies. Scand J Plast Reconstr Surg. 1969; 3(2):81–100.
33. Park YH, Jung UW, Kim CS, Choi SH, Cho KS, Lee JS. Resonance Frequency Analysis of Tapered Implants Placed at Maxillary Posterior Sites After Lateral Sinus Augmentation: A 1.5-year Follow-Up Prospective Study. Implant Dent. 2019; 28(1):62–7.
34. Marsh P, Martin MV, Callaway A [Hrsg]. Orale Mikrobiologie. Georg Thieme Verlag. 2003.
35. Müller HP. Parodontologie. 3. Auflage. Stuttgart: Georg Thieme Verlag. 2012.
36. Lehmann K, Hellwig E, Wenz H. Zahnärztliche Propädeutik: Einführung in die Zahnheilkunde. 13. Auflage. Köln: Deutscher Zahnärzte Verlag. 2015.
37. Hellwig E, Klimek J, Attin T. Einführung in die Zahnerhaltung: Prüfungswissen Kariologie, Endodontologie und Parodontologie. 6. Auflage. Köln: Deutscher Zahnärzte Verlag. 2013.
38. AWMF online. Langfassung der Leitlinie "Periimplantäre Infektionen an Zahnimplantaten, Behandlung. [Online document]. Düsseldorf: DGI, DGZMK; 2016. [zitiert am 11.05.2020]. Verfügbar unter: <https://www.awmf.org/leitlinien/detail/II/083-023.html>.
39. Seitz O, Dehner JF, Schürmann C, Landes C, Frank S, Schlee M, et al. Periimplantitis. Der MKG-Chirurg. 2011; 4:295–300.

40. DGZMK. S3-Leitlinie (Langversion) Zahnimplantate bei medikamentöser Behandlung mit Knochenantiresorptiva (inkl. Bisphosphonate). [Online document]. Hannover: DGI, DGZMK; 2016. [zitiert am 11.05.2020]. Verfügbar unter: <https://www.dgzmk.de/zahnimplantate-bei-medikamentoeser-behandlung-mit-knochenantiresorptiva-inkl.-bisphosphonate-s3->.
41. Salvi GE, Ramseier CA. Efficacy of patient-administered mechanical and/or chemical plaque control protocols in the management of peri-implant mucositis. A systematic review. *J Clin Periodontol*. 2015; 42(16):187-201.
42. Forni F, Marzagalli M, Tesei P, Grassi A. Platelet gel: applications in dental regenerative surgery. *Blood Transfus*. 2013; 11(1):102–7. doi: 10.2450/2012.0007-12 [Epub 04.07.2012].
43. Franke M, Tietmann C, Broeseler F. Periimplantitis - eine neue Herausforderung. *Parodontologie (Berlin)*. 2013; 24(1):69–75.
44. Improic®, Grubwieser G. [Internet] 2019. [zuletzt aufgerufen am 11.05.2020]. Verfügbar unter: <https://improic.com>.
45. Tenuta L, Cury J. Fluoride: Its role in dentistry. *Braz oral res*. 2010; 24(1):9–17.
46. Pharmazeutige Zeitung. Mikrosilber Alte Aktivsubstanz in neuem Gewand.[Internet] 2009. [zuletzt aufgerufen am 11.05.2020]. Verfügbar unter: <https://www.pharmazeutische-zeitung.de/ausgabe-162009/alte-aktivsubstanz-in-neuem-gewand/>.
47. Schapowal A, Berger D, Klein P, Suter A. Eine Kombination von Salbei/Echinacea oder Chlorhexidin/Lidocain zur Behandlung akuter Halsschmerzen. *Z Phytother* 2010; 30(06):275-85.
48. Mäkinen K. Der Einsatz von Xylit in der Kariesprophylaxe.Heidelberg: Pdv praxisDienste + Verlags GmbH. 2003.
49. Mikkelsen K, Stojanovska L, Apostolopoulos V. The Effects of Vitamin B in Depression. *Curr Med Chem*. 2016; 23(38):4317-37.
50. Nawab A, Tang S, Liu W, Wu J, Ibtisham F, Zhao Y, et al. Vitamin E and Fertility in the Poultry Birds; Deficiency of Vitamin E and its Hazardous Effects. *APDVS*. 2019; 6(1):501–6.
51. Pallotta ML. Riboflavin/Vitamin B2 and Lactic Acid Bacteria. *EC Microbiology ECO*. 2019; 2:03–6.
52. Obwexer J. Veränderung der oralen bakteriellen Zusammensetzung durch Verwendung des Pflegeprodukts Improic® [Diplomarbeit]. Innsbruck: Medizinische Universität Innsbruck. 2020.

53. Roccuzzo M, Layton DM, Roccuzzo A, Heitz-Mayfield LJ. Clinical outcomes of peri-implantitis treatment and supportive care: A systematic review. *Clin Oral Implants Res.* 2018; 29(16):331–50.
54. Sahrman P, Bettschart C, Wiedemeier DB, Al-Majid A, Attin T, Schmidlin PR. Treatment of Peri-Implant Mucositis with Repeated Application of Chlorhexidine Chips or Gel during Supportive Therapy - A Randomized Clinical Trial. *Dent J.(Basel).* 2019; 7(4):115.
55. Renvert S, Polyzois I, Persson GR. Treatment modalities for peri-implant mucositis and peri-implantitis. *Am J Dent.* 2013; 26(6):313–8.
56. Frisch E, Vach K, Ratka-Krueger P. Impact of supportive implant therapy on peri-implant diseases: A retrospective 7-year study. *J Clin Periodontol.* 2020; 47(1):101–9. doi: 10.1111/jcpe.13206 [Epub 06.11.2019].

Abkürzungen

Ag	Argentum (Silber)
BOP	Bleeding of Probing
C	Kohlenstoff
CHX	Chlorhexidin
EFP	European Federation of Parodontology
Fe	Eisen
H	Wasserstoff
HV	Härteprüfung nach Vickers
IGF-1	Insulin-like growth factor 1
N	Stickstoff
MORNJ	Medicated related Osteonecrosis of the jaws
O	Sauerstoff
OE	Orales Gingivaepithel
ONJ	Osteonecrosis of the jaws
OSE	Orales Sulkusepithel
PRP	Platelet growth factors obtained from platelet-rich plasma
PTH	Parathormon

Anhang

SCHRIFTLICHE EINVERSTÄNDNISERKLÄRUNG ZUR UMFRAGE UND UNTERSUCHUNG ZUM KOSMETIKPRODUKT IMPROIC®

*Bitte fragen Sie bei Unklarheiten – oder falls Sie etwas näher interessiert.
Bitte lesen Sie das Formular sorgfältig durch.*

Angaben zur Umfrage und Untersuchung

Titel	„Kann die Wirksamkeit des Produktes Improic® für Zahnimplantate anhand der Verringerung der Sondierungstiefen und der Veränderung der Zusammensetzung des Sulcusabstriches bewiesen werden?“
Ort	Facharztpraxis DDr. Grubwieser für Mund-, Kiefer und Gesichtschirurgie Implantologie und Schmerztherapie Anichstraße 8 (Rathausgalerien), 6020 Innsbruck
Leitung	Direktorin der Universitätsklinik für Zahnerhaltung und Zahnersatz Univ.-Prof. Dr. med. univ. Dr. med. dent. Ingrid Grunert Facharzt für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie Dr. med. univ. Dr. med. dent. Gert Grubwieser
Studentische Mitarbeiterinnen	Natascha Prugger Johanna Obwexer

Begründung unseres Projektes

Im Rahmen der Diplomarbeit von Prugger Natascha und Obwexer Johanna an der Medizinischen Universität in Innsbruck führen wir diese Umfrage und Untersuchung durch. Gem. §81 Abs. 1 UG 2002 ist im Diplomstudium Zahnmedizin eine Diplomarbeit abzufassen. Das Ziel der Arbeit ist der Nachweis der Befähigung des wissenschaftlichen Arbeitens.

Beschreibung der Umfrage und Untersuchung

Das Projekt gliedert sich für Sie in vier Teile:

1. Erstuntersuchung, Mundhygieneinstruktion
2. Häusliche Verwendung des Produktes Improic® (2x täglich bis zur Kontrolluntersuchung)
3. Kontrolluntersuchung
4. Fragebogen

BITTE BLATT WENDEN!

Bei der Erstuntersuchung und Kontrolluntersuchung werden je drei Befunde erhoben:

1. **Sondierungstiefe:** Dabei wird mit einem zahnärztlichen Instrument (Sonde) die Region um die künstliche Zahnwurzel (Implantat) gemessen. Die Sonde wird zwischen Zahnfleisch und Implantat an mehreren Stellen eingeführt und somit die Tiefen abgelesen. Diese Untersuchung ist in der Zahnmedizin Teil einer jeder Grunduntersuchung.
2. **Sulcusabstrich:** Der Spalt zwischen künstlicher Zahnwurzel und Zahnfleisch wird im Fachjargon gingivaler Sulcus genannt. In diesem Spalt, wie auch im Spalt um jeden gesunden Zahn, befinden sich verschiedenste Bakterien. Mit einem Abstrichstäbchen wird eine Probe genommen, welches dann von Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen des Departments für Hygiene, Mikrobiologie und Public Health an der Universitätsklinik Innsbruck anonym ausgewertet wird.

Angaben zur eigenen Person

Name :

Geburtsdatum:

Mit meiner Unterschrift bestätige ich, dass ich die schriftliche Einverständniserklärung durchgelesen und verstanden habe. Ich wurde darüber informiert, dass ich mich bei Unklarheiten jederzeit an die oben genannte Leitung und/oder studentischen Mitarbeiterinnen wenden kann. Ich habe diese Einwilligung völlig freiwillig unterzeichnet und kann diese jederzeit widerrufen. Die personenbezogenen Daten werden ausschließlich für die Forschung am Pflegeprodukt Improic® (Diplomarbeit/Publication/Vortrag) verwendet, alle generierten Daten bleiben dabei anonym und werden nicht an Dritte weitergegeben.

Stempel und Unterschrift
Leitung DDr. Grubwieser

Datum, Unterschrift

FRAGENBOGEN ZUM KOSMETIKPRODUKT IMPROIC® FÜR DIE PILOTSTUDIE 2018/2019

Vielen Dank, dass Sie sich die Zeit nehmen, diesen Fragebogen auszufüllen. Er ist Teil unserer Diplomarbeit, welche das Ziel hat, die Optimierung der Implantate sowohl im ästhetischen als auch im funktionellen Bereich, durch die regelmäßige Anwendung des Pflegeproduktes IMPROIC® zu belegen. Die Bearbeitung wird circa fünf Minuten dauern. Anfangs werden Sie um einige Angaben zu Ihrer Person gebeten. All Ihre Angaben werden ausschließlich für die Forschung am Kosmetikprodukt IMPROIC® (Diplomarbeit/Publikation/Vortrag) verwendet. Diese bleiben selbstverständlich anonym, werden streng vertraulich behandelt und werden nicht an Dritte weitergegeben. Bitte füllen Sie diesen Fragebogen gewissenhaft aus und kreuzen die passendste Angabe an.

Vielen Dank für Ihre Mitarbeit!

IHRE GEHEIMNUMMER: _____

1. Ihr Alter:

- a.) Unter 30 Jahre
- b.) 30 – 40 Jahre
- c.) 40 – 50 Jahre
- d.) 50 – 60 Jahre
- e.) Über 70 Jahre

2. Ihr Geschlecht:

- a.) Männlich
- b.) Weiblich

3. Haben oder hatten Sie eine der folgenden Erkrankungen? – Mehrfachantworten möglich

- a.) Osteoporose
- b.) Blutzucker
- c.) Krebserkrankung
- d.) Herz-Kreislaufkrankungen (z.B. Bluthochdruck,...)
- e.) Infektiöse Erkrankungen (HIV, Hepatitis C)
- f.) Nein

4. Rauchen Sie oder haben Sie geraucht?

- a.) Raucher/in
- b.) Ex-Raucher/in
- c.) Nichtraucher/in

PFLEGEPRODUKT IMPROIC®

5. Haben sie das Gefühl, dass sich durch die Verwendung der IMPROIC® etwas verändert hat?

- a.) Ja
- b.) Nein

6. Wenn „Ja“ was? – Mehrfachantworten möglich

- a.) Frischerer Atem
- b.) Saubereres Gefühl nach dem Zähneputzen im Vergleich zu anderen Zahncremen
- c.) Entzündungen sind zurückgegangen (insbesondere des Zahnfleisches)
- d.) Weniger Zahnfleischbluten
- e.) Anderes:

.....
.....

7. Hat sich das Zahnfleischbluten verringert?

- a.) Ja
- b.) Nein
- c.) Unverändert

8. Hat sich seit der regelmäßigen Anwendung des Produktes IMPROIC® Ihr Zahnfleisch optisch verbessert/verschönert? (kaum sichtbarer Unterschied zwischen Implantat und echtem Zahn)

- a.) Ja
- b.) Nein
- c.) Unverändert

9. Ist die Empfindlichkeit Ihrer Zähne zurückgegangen? (weniger Kälteempfindlich z.B. bei kalten Getränken/Speisen,...)

- a.) Ja
- b.) Nein
- c.) Unverändert

Vielen Dank für Ihre Mitarbeit!