

Gipse für formstabile Implantatmodelle?

Eine dentallaborbezogene Vergleichsstudie

Hans-Heinrich Willers, Günter Rübeling, Kai Popall

Um eine langfristige Osseointegration der im Kieferknochen inserierten Implantate zu gewährleisten, müssen die Meso- und Suprastrukturen passgenau und spannungsfrei auf den Implantaten aufsitzen. Um dieses Ergebnis zu erzielen, sind spezielle zahnmedizinische und zahntechnische Arbeitsprozesse notwendig. Die Grundvoraussetzung ist die interdisziplinäre Zusammenarbeit mit der zahnmedizinischen Praxis zur Erzielung form- und positionsidentischer Abformungen von der Mundsituation als Grundlage für die passgenaue Ausführung des zahntechnischen Werkstückes (Struktur). Das Hauptaugenmerk wird auf den passiven Sitz der Meso- und Suprastruktur gelegt. Die Passivierung der Implantatstrukturen mit dem Funkenerosionsverfahren ist dazu ein wesentlicher Arbeitsschritt. Durch das SAE-Secotec-Funkenerosionsverfahren ist dem Zahntechniker ein Verfahren zur Hand gegeben, zahntechnisch gussbedingte Fehlpassungen der Strukturen metallisch nachzubearbeiten, um dadurch eine präzise, spannungsfreie Passung der Struktur auf den Implantaten zu erzielen. Die Genauigkeit, die durch die funkenerosive Korrektur erzielt wird, beträgt bis fünf My. Das Funkenerosionsverfahren ist für alle Dentallegierungen und Metalle anwendbar (siehe Literaturhinweise).

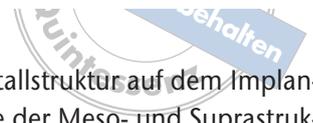
Zusammenfassung

Bei der Anfertigung der Implantatmodelle mit den integrierten Modellimplantaten ist auf konstante Formstabilität Wert zu legen. In dieser laborbezogenen Vergleichsstudie werden die Expansion und auch die Kontraktion der unterschiedlichen Modellmaterialien gemessen. Für diese Vergleichsstudie wurden für die Messungen 11 Modelle mit verschiedenen Modellmaterialien von fünf verschiedenen Herstellern angefertigt. Als Ausgangswert wurde ein Stahlmodell als 0-Modell für vier verschiedene Messdistanzen angefertigt. Die Messdistanzen wurden mit einer elektronischen Schieblehre gemessen, die toleranzfrei an den Messpunkten (Modellimplantate) angelegt wurde. Der Test ging deutlich zu Gunsten der resinverstärkten Naturgipse und des langsam aushärtenden Modell-Epoxyharzes aus.

Indizes

Formstabile Implantatmodelle, Vergleichsstudie, laborbezogene Messmethode, Gipse, Epoxyharz, Melotte

Einführung



Es stellt sich die Frage: Was nutzt eine exakt passende Metallstruktur auf dem Implantatmodell, wenn das Modell während der Anfertigungsphase der Meso- und Suprastruktur nicht konstant formstabil ist? Durch langjährige Erfahrungen, die wir in unserem Labor in der Implantatprothetik sammeln konnten, kamen wir zu der Erkenntnis, dass sich die konventionellen Modellmaterialien, die Gipse, während der Anfertigungsphase der Implantatstruktur unterschiedlich verändern können. Die Anfertigungszeit einer mehr oder weniger umfangreichen Dentalrestauration auf Implantaten erstreckt sich über mehrere Tage (Wochen). Ein wesentlicher Einflussfaktor ist, dass in dieser Zeit unterschiedliche Temperaturen und Medien wie Wasser und Dampf sowie Dielektrikum auf das Implantatmodell einwirken.

Um dem Problem der Modellinstabilität auf den Grund zu gehen, haben wir in unserem Labor eine Vergleichsstudie durchgeführt. Diese Vergleichsstudie wurde mit den gängigen Modellmaterialien, den Gipsen, die von der Industrie speziell als Implantatmodellgipse angeboten werden, durchgeführt. Getestet wurde auch ein Modellepoxydharz und das in der Frühzeit der Zahntechnik zur Anwendung gekommene Melotte-Metall. Diese laborbezogene Vergleichsstudie möchten die Autoren in diesem Beitrag vorstellen, denn in dieser praxisbezogenen Vergleichsstudie konnte festgestellt werden, dass die Modellmaterialien sehr unterschiedlich reagieren und sich die Positionen der Modellimplantate mehr oder weniger im Modell verändern.

Diese Vergleichsstudie wurde wie folgt aufgebaut und durchgeführt: Zuerst wurde ein Stahlmodell durch Fräsen aus einem Block angefertigt. In den Stahlblock wurden mit dem SAE-Senkerodierverfahren acht zylindrische Passungen zur Aufnahme von Innengewinden für die Montage der Modellimplantate eingebracht. Dann wurden die Modellimplantate – System Straumann Octa – mittels Drehmomentschlüssel und mit dem Anzugswert 15 Ncm festgezogen (Abb. 1). Nach der Vorbereitung des Modells wurde eine Suprastruktur im Gussverfahren hergestellt (Abb. 2). Die gussbedingte Fehlpassung der



Abb. 1 Mit dem Drehmomentschlüssel wurden die Modellimplantate mit Anzugswert 15 Ncm im Stahlmodell festgeschraubt.



Abb. 2 Die gegossene Suprastruktur.

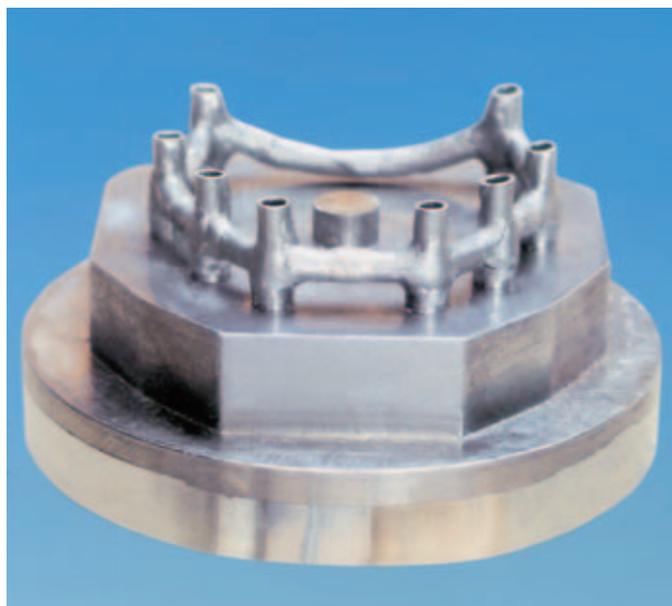


Abb. 3 Nach der Funkenerosion hat die Suprastruktur passiven Sitz auf den Modellimplantaten im Stahltestmodell.



Abb. 4 Die Abformung mit Impregum mit der integrierten Suprastruktur.

Struktur wurde mittels SAE-Secotec-Funkenerosionsverfahren korrigiert, sodass die Gussstruktur passiv auf den im Stahlmodell eingebauten Modellimplantaten aufsaß (Abb. 3). Auf die Modellimplantate wurde die Suprastruktur mit den obengenannten Anzugswerten aufgeschraubt. Ein stabiler und verwindungsfreier individueller Abformlöffel wurde über die auf das Stahlmodell aufgesetzte Suprastruktur angefertigt. Über Struktur und Modell folgte dann die Abformung mit Impregum. Das Impregum wurde bei normaler Raumtemperatur (20° C) nach Vorschrift des Herstellers angemischt. Nach einer großzügig bemessenen Abbindezeit (mindestens zehn Minuten) wurden die Schrauben entfernt und die Abformung vom Modell gelöst (Abb. 4). In die Abformung wurden die Modellimplantate reponiert (Anzugswert: 15 Ncm, Abb. 5).

Es folgte dann das Ausgießen der Abformung mit den verschiedenen für den Test vorgesehenen Werkstoffen. Der Ausguss der Abformung wiederholte sich elf Mal, nach Reponieren der Modellimplantate in der Abformung, mit den verschiedenen Modellmaterialien. Die vorbereitenden Maßnahmen und die systematisierten Arbeitsabläufe wurden nach immer gleichmäßigen Kriterien und bei der Raumtemperatur von 20° C durchgeführt.

- Saubere und trockene Gipsanrührbecher
- Dosierung von Gips und Liquid nach Herstellerangaben mit elektronischer Dosierwaage
- Funktionierendes, voll vakuumziehendes Rührgerät
- Dauer der Rührzeit: eine Minute (gleichmäßig)
- Gleichmäßiges Vakuum – 30 mm Hg
- Temperatur: Pulver und Liquid immer gleichmäßig bei 20° C im klimatisierten Raum

Systemtechnische
Arbeitsvorbereitungen



Abb. 5 Die in der Abformung reponierten und eingeschraubten Modellimplantate (15 Ncm Anzugswert).



Abb. 6 Die Testmodelle 1 bis 11 der Vergleichsstudie.

Modelle für die Vergleichsstudie

Für die Vergleichsstudie wurden 11 Modelle mit verschiedenen Modellmaterialien angefertigt. Es kamen dafür fünf unterschiedliche Modellmaterialien von vier verschiedenen Herstellerfirmen zur Anwendung (Abb. 6):

- Naturgips resinunterstützt
- Naturgips
- Synthetikkips
- Epoxydharz kombiniert mit resinunterstütztem Naturgips
- Melotteblock mit resinverstärktem Naturgipssockel

Messmethode

Die Distanzmessung zwischen den Modellimplantaten erfolgt mit einer elektronischen Schieblehre. Der toleranzfreie Sitz der Schieblehre auf den Modellimplantaten ist durch die funkenenerodierten runden Passungen in den zwei Schenkeln der elektronischen Schieblehre gewährleistet (Abb. 7).

Es wurden die Distanzstrecken zwischen den Modellimplantaten des Testmodells gemessen (Abb. 8). Als Testgerät wurde eine elektronische Messvorrichtung mit einer Genauigkeit von 0,00 verwendet.



Abb. 7 Die elektronische Schieblehre mit den zwei erodierten Messpassungen auf dem Testmodell 0 angelegt.

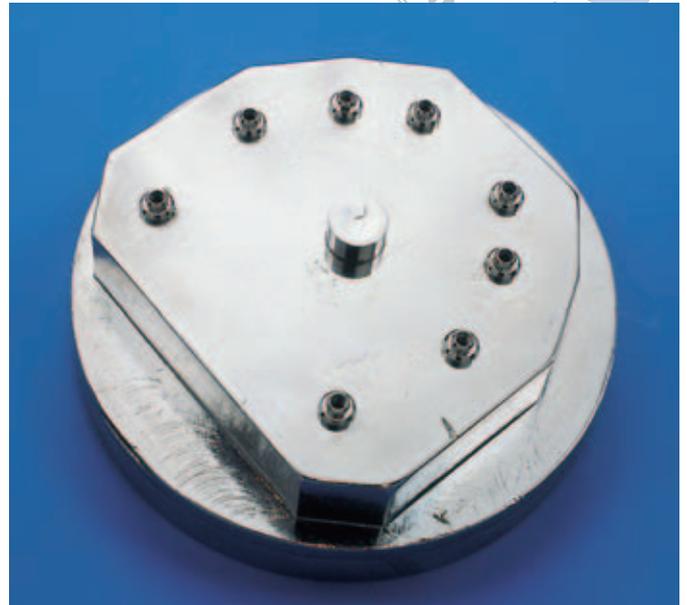


Abb. 8 Das Teststahlmodell 0.

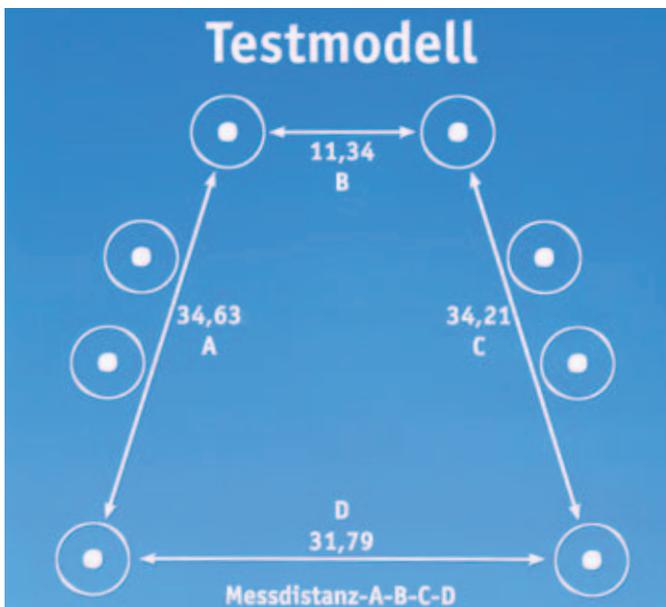


Abb. 9 Das Messschema mit den Messwerten des Stahl-O-Modells.

Tabelle 1 Testmodelle aus verschiedenen Materialien.

Modell 1	Naturgips resinunterstützt	Firma A
Modell 2		Firma B
Modell 3	Naturgips	Firma A
Modell 4		Firma B
Modell 5	Synthetikkips	Firma A
Modell 6		Firma B
Modell 7		Firma C
Modell 8		Firma D
Modell 9	Epoxydharz ohne Sektionsschnitte mit resinunterstütztem Naturgipssockel	Firma A
Modell 10	Epoxydharz mit Sektionsschnitten mit resinunterstütztem Naturgipssockel	Firma A
Modell 11	Melotte mit resinverstärktem Naturgipssockel	Firma A



Tabelle 2 Messzeiten. Die Messungen erfolgten im gleichmäßig wiederkehrenden Zeitrhythmus.

1. Messzeit:	Zwei Stunden nach Beginn der Ausgusszeit
2. Messzeit:	1. Tag nach Beginn der Ausgusszeit
3. Messzeit:	2. Tag nach Beginn der Ausgusszeit
4. Messzeit:	3. Tag nach Beginn der Ausgusszeit
5. Messzeit:	4. Tag nach Beginn der Ausgusszeit
6. Messzeit:	10. Tag nach Beginn der Ausgusszeit
7. Messzeit:	12. Tag nach der Funkenerosion und dem Ausbrühen/Abdampfen
8. Messzeit:	28 Tage nach Beginn der Ausgusszeit (Testende)

Ergebnisse Ausgangsbasis für die Modell-Testserie 1 bis 11 ist das Stahltestmodell 0 (siehe Abb. 8). Die Modelle und Messungen sind in den Abbildungen 10 bis 20 dargestellt, das Ergebnis in Tabelle 3.



Abb. 10 Modell-Test 1: Naturgips resinverstärkt, Firma A.

Modell Test 1	Angaben in mm	Differenz zu Modell 0	
2 Stunden nach Ausguss	Distanz A	34,60	-0,03
	Distanz B	11,34	±0,00
	Distanz C	34,19	-0,02
	Distanz D	31,77	-0,01
1. Tag nach Ausguss	Distanz A	34,60	-0,03
	Distanz B	11,34	±0,00
	Distanz C	34,17	-0,04
	Distanz D	31,74	-0,05
2. Tag nach Ausguss	Distanz A	34,60	-0,03
	Distanz B	11,34	±0,00
	Distanz C	34,17	-0,04
	Distanz D	31,75	-0,04
3. Tag nach Ausguss	Distanz A	34,59	-0,04
	Distanz B	11,33	-0,01
	Distanz C	34,17	-0,04
	Distanz D	31,75	-0,04
4. Tag nach Ausguss	Distanz A	34,60	-0,03
	Distanz B	11,33	-0,01
	Distanz C	34,17	-0,04
	Distanz D	31,75	-0,04
10. Tag nach Ausguss	Distanz A	34,62	-0,01
	Distanz B	11,34	±0,00
	Distanz C	34,19	-0,02
	Distanz D	31,78	-0,01
12. Tag nach Funkenerosion Ausbrühen/ Abdampfen	Distanz A	34,62	-0,01
	Distanz B	11,34	±0,00
	Distanz C	34,21	±0,00
	Distanz D	31,78	-0,01
28 Tage (Testende)	Distanz A	34,63	±0,00
	Distanz B	11,34	±0,00
	Distanz C	34,20	-0,01
	Distanz D	31,78	-0,01



Abb. 11 Modell-Test 2: Naturgips resinverstärkt, Firma B.

Modell Test 2	Angaben in mm		Differenz zu Modell 0
2 Stunden nach Ausguss	Distanz A	34,64	+ 0,01
	Distanz B	11,34	±0,00
	Distanz C	34,21	±0,00
	Distanz D	31,80	+0,01
1. Tag nach Ausguss	Distanz A	34,65	+0,02
	Distanz B	11,35	+0,01
	Distanz C	34,23	+0,02
	Distanz D	31,82	+0,03
2. Tag nach Ausguss	Distanz A	34,67	+0,04
	Distanz B	11,34	±0,00
	Distanz C	34,20	-0,01
	Distanz D	31,83	+0,04
3. Tag nach Ausguss	Distanz A	34,67	+0,04
	Distanz B	11,33	+0,01
	Distanz C	34,20	-0,01
	Distanz D	31,83	+0,04
4. Tag nach Ausguss	Distanz A	34,67	+0,04
	Distanz B	11,33	+0,01
	Distanz C	34,20	-0,01
	Distanz D	31,84	+0,05
10. Tag nach Ausguss	Distanz A	34,68	+0,05
	Distanz B	11,34	±0,00
	Distanz C	34,21	±0,00
	Distanz D	31,82	+0,03
12. Tag nach Funkenerosion Ausbrühen/ Abdampfen	Distanz A	34,67	+0,04
	Distanz B	11,34	±0,00
	Distanz C	34,22	+0,01
	Distanz D	31,85	+0,06
28 Tage (Testende)	Distanz A	34,65	+0,02
	Distanz B	11,34	±0,00
	Distanz C	34,21	±0,00
	Distanz D	31,83	+0,04



Abb. 12 Modell-Test 3: Naturgips, Firma A.

Modell Test 3	Angaben in mm		Differenz zu Modell 0
2 Stunden nach Ausguss	Distanz A	34,61	-0,02
	Distanz B	11,34	±0,00
	Distanz C	34,18	-0,03
	Distanz D	31,76	-0,03
1. Tag nach Ausguss	Distanz A	34,56	-0,07
	Distanz B	11,34	±0,00
	Distanz C	34,14	-0,07
	Distanz D	31,73	-0,06
2. Tag nach Ausguss	Distanz A	34,56	-0,07
	Distanz B	11,34	±0,00
	Distanz C	34,14	-0,07
	Distanz D	31,73	-0,06
3. Tag nach Ausguss	Distanz A	34,57	-0,06
	Distanz B	11,35	+0,01
	Distanz C	34,15	-0,06
	Distanz D	31,74	-0,05
4. Tag nach Ausguss	Distanz A	34,64	+0,01
	Distanz B	11,36	+0,02
	Distanz C	34,22	+0,01
	Distanz D	31,80	+0,01
10. Tag nach Ausguss	Distanz A	34,59	-0,04
	Distanz B	11,39	+0,05
	Distanz C	34,15	-0,07
	Distanz D	31,74	-0,05
12. Tag nach Funkenerosion Ausbrühen/ Abdampfen	Distanz A	34,59	-0,04
	Distanz B	11,40	+0,06
	Distanz C	34,15	-0,06
	Distanz D	31,77	-0,02
28 Tage (Testende)	Distanz A	34,61	-0,02
	Distanz B	11,36	+0,02
	Distanz C	34,16	-0,05
	Distanz D	31,78	-0,01



Abb. 13 Modell-Test 4: Naturgips, Firma B.

Modell Test 4	Angaben in mm		Differenz zu Modell 0
2 Stunden nach Ausguss	Distanz A	34,65	+0,02
	Distanz B	11,35	+0,01
	Distanz C	34,22	+0,01
	Distanz D	31,80	+0,01
1. Tag nach Ausguss	Distanz A	34,67	+0,04
	Distanz B	11,35	+0,01
	Distanz C	34,23	+0,02
	Distanz D	31,80	+0,01
2. Tag nach Ausguss	Distanz A	34,68	+0,05
	Distanz B	11,36	+0,02
	Distanz C	34,23	+0,02
	Distanz D	31,81	+0,02
3. Tag nach Ausguss	Distanz A	34,69	+0,06
	Distanz B	11,36	+0,02
	Distanz C	34,24	+0,03
	Distanz D	31,82	+0,03
4. Tag nach Ausguss	Distanz A	34,70	+0,07
	Distanz B	11,36	+0,02
	Distanz C	34,25	+0,04
	Distanz D	31,84	+0,05
10. Tag nach Ausguss	Distanz A	34,69	+0,06
	Distanz B	11,36	+0,02
	Distanz C	34,25	+0,04
	Distanz D	31,85	+0,06
12. Tag nach Funkenerosion Ausbrühen/ Abdampfen	Distanz A	34,70	+0,07
	Distanz B	11,37	+0,03
	Distanz C	34,25	+0,04
	Distanz D	31,86	+0,07
28 Tage (Testende)	Distanz A	34,69	+0,06
	Distanz B	11,36	+0,02
	Distanz C	34,24	+0,03
	Distanz D	31,84	+0,05



Abb. 14 Modell-Test 5: Synthetikkips, Firma A.

Modell Test 5	Angaben in mm		Differenz zu Modell 0
2 Stunden nach Ausguss	Distanz A	34,59	-0,04
	Distanz B	11,35	+0,01
	Distanz C	34,14	-0,07
	Distanz D	31,72	-0,07
1. Tag nach Ausguss	Distanz A	34,56	-0,07
	Distanz B	11,38	+0,04
	Distanz C	34,12	-0,09
	Distanz D	31,74	-0,05
2. Tag nach Ausguss	Distanz A	34,61	-0,02
	Distanz B	11,37	+0,03
	Distanz C	34,18	-0,03
	Distanz D	31,76	-0,03
3. Tag nach Ausguss	Distanz A	34,60	-0,03
	Distanz B	11,36	+0,02
	Distanz C	34,17	-0,04
	Distanz D	31,74	-0,05
4. Tag nach Ausguss	Distanz A	34,61	-0,02
	Distanz B	11,37	+0,03
	Distanz C	34,14	-0,07
	Distanz D	31,75	-0,04
10. Tag nach Ausguss	Distanz A	34,61	-0,02
	Distanz B	11,37	+0,03
	Distanz C	34,16	-0,05
	Distanz D	31,75	-0,04
12. Tag nach Funkenerosion Ausbrühen/ Abdampfen	Distanz A	34,62	-0,01
	Distanz B	11,37	+0,03
	Distanz C	34,18	-0,03
	Distanz D	31,77	-0,02
28 Tage (Testende)	Distanz A	34,61	-0,02
	Distanz B	11,36	+0,02
	Distanz C	34,18	-0,03
	Distanz D	31,76	-0,03



Abb. 15 Modell-Test 6: Synthetikkips, Firma B.

Modell Test 6	Angaben in mm		Differenz zu Modell 0
2 Stunden nach Ausguss	Distanz A	34,68	+0,05
	Distanz B	11,39	+0,05
	Distanz C	34,18	-0,03
	Distanz D	31,78	-0,01
1. Tag nach Ausguss	Distanz A	34,65	+0,02
	Distanz B	11,38	+0,04
	Distanz C	34,17	-0,04
	Distanz D	31,74	-0,05
2. Tag nach Ausguss	Distanz A	34,62	-0,01
	Distanz B	11,36	+0,02
	Distanz C	34,16	-0,05
	Distanz D	31,75	-0,04
3. Tag nach Ausguss	Distanz A	34,63	±0,00
	Distanz B	11,35	+0,01
	Distanz C	34,17	-0,04
	Distanz D	31,77	-0,02
4. Tag nach Ausguss	Distanz A	34,66	+0,04
	Distanz B	11,36	+0,02
	Distanz C	34,19	-0,02
	Distanz D	31,79	±0,00
10. Tag nach Ausguss	Distanz A	34,68	+0,05
	Distanz B	11,35	+0,01
	Distanz C	34,20	-0,01
	Distanz D	31,79	±0,00
12. Tag nach Funkenerosion Ausbrühen/ Abdampfen	Distanz A	34,71	+0,08
	Distanz B	11,36	+0,02
	Distanz C	34,22	+0,01
	Distanz D	31,80	+0,01
28 Tage (Testende)	Distanz A	34,69	+0,06
	Distanz B	11,36	+0,02
	Distanz C	34,21	±0,00
	Distanz D	31,80	+0,01



Abb. 16 Modell-Test 7: Synthetikkips, Firma C.

Modell Test 7	Angaben in mm		Differenz zu Modell 0
2 Stunden nach Ausguss	Distanz A	34,67	+0,04
	Distanz B	11,37	+0,03
	Distanz C	34,20	-0,01
	Distanz D	31,82	+0,03
1. Tag nach Ausguss	Distanz A	34,67	+0,04
	Distanz B	11,40	+0,06
	Distanz C	34,22	+0,01
	Distanz D	31,82	+0,03
2. Tag nach Ausguss	Distanz A	34,68	+0,05
	Distanz B	11,40	+0,06
	Distanz C	34,22	+0,01
	Distanz D	31,83	+0,01
3. Tag nach Ausguss	Distanz A	34,69	+0,06
	Distanz B	11,40	+0,06
	Distanz C	34,22	+0,01
	Distanz D	31,83	+0,04
4. Tag nach Ausguss	Distanz A	34,69	+0,06
	Distanz B	11,39	+0,05
	Distanz C	34,22	+0,01
	Distanz D	31,83	+0,04
10. Tag nach Ausguss	Distanz A	34,69	+0,06
	Distanz B	11,39	+0,05
	Distanz C	34,23	+0,02
	Distanz D	31,83	+0,04
12. Tag nach Funkenerosion Ausbrühen/ Abdampfen	Distanz A	34,69	+0,06
	Distanz B	11,34	±0,00
	Distanz C	34,23	+0,02
	Distanz D	31,83	+0,04
28 Tage (Testende)	Distanz A	34,69	+0,06
	Distanz B	11,37	+0,03
	Distanz C	34,23	+0,02
	Distanz D	31,83	+0,04



Abb. 17 Modell-Test 8: Synthetikkips, Firma D.

Modell Test 8	Angaben in mm		Differenz zu Modell 0
2 Stunden nach Ausguss	Distanz A	34,74	+0,09
	Distanz B	11,39	+0,05
	Distanz C	34,29	+0,08
	Distanz D	31,89	+0,10
1. Tag nach Ausguss	Distanz A	34,76	+0,13
	Distanz B	11,38	+0,04
	Distanz C	34,31	+0,10
	Distanz D	31,89	+0,10
2. Tag nach Ausguss	Distanz A	34,76	+0,13
	Distanz B	11,38	+0,04
	Distanz C	34,31	+0,10
	Distanz D	31,90	+0,11
3. Tag nach Ausguss	Distanz A	34,67	+0,13
	Distanz B	11,40	+0,06
	Distanz C	34,32	+0,11
	Distanz D	31,89	+0,10
4. Tag nach Ausguss	Distanz A	34,76	+0,13
	Distanz B	11,39	+0,05
	Distanz C	34,31	+0,10
	Distanz D	31,89	+0,10
10. Tag nach Ausguss	Distanz A	34,78	+0,15
	Distanz B	11,39	+0,05
	Distanz C	34,31	+0,10
	Distanz D	31,87	+0,08
12. Tag nach Funkenerosion Ausbrühen/ Abdampfen	Distanz A	34,79	-0,16
	Distanz B	11,40	+0,06
	Distanz C	34,33	+0,12
	Distanz D	31,89	+0,10
28 Tage (Testende)	Distanz A	34,77	+0,14
	Distanz B	11,38	+0,04
	Distanz C	34,32	+0,11
	Distanz D	31,89	+0,10



Abb. 18 Modell-Test 9: Epoxydharz und Naturgips resinverstärkt, Firma A.

Modell Test 9	Angaben in mm		Differenz zu Modell 0
2 Stunden nach Ausguss	Distanz A	34,55	-0,08
	Distanz B	11,31	-0,03
	Distanz C	34,13	-0,08
	Distanz D	31,74	-0,05
1. Tag nach Ausguss	Distanz A	34,58	-0,05
	Distanz B	11,32	-0,02
	Distanz C	34,17	-0,04
	Distanz D	31,76	-0,03
2. Tag nach Ausguss	Distanz A	34,60	-0,03
	Distanz B	11,33	-0,01
	Distanz C	34,19	-0,02
	Distanz D	31,77	-0,02
3. Tag nach Ausguss	Distanz A	34,59	-0,04
	Distanz B	11,33	-0,01
	Distanz C	34,18	-0,03
	Distanz D	31,76	-0,03
4. Tag nach Ausguss	Distanz A	34,60	-0,03
	Distanz B	11,33	-0,01
	Distanz C	34,19	-0,02
	Distanz D	31,77	-0,02
10. Tag nach Ausguss	Distanz A	34,65	+0,02
	Distanz B	11,33	-0,01
	Distanz C	34,20	-0,01
	Distanz D	31,86	+0,07
12. Tag nach Funkenerosion Ausbrühen/ Abdampfen	Distanz A	34,65	+0,02
	Distanz B	11,34	±0,00
	Distanz C	34,20	-0,01
	Distanz D	31,90	+0,11
28 Tage (Testende)	Distanz A	34,64	+0,01
	Distanz B	11,33	-0,01
	Distanz C	34,19	-0,02
	Distanz D	31,91	+0,12



Abb. 19 Modell-Test 10: Epoxydharz in Sektionen und Naturgips resinverstärkt, Firma A.

Modell Test 10	Angaben in mm		Differenz zu Modell 0
12 Stunden nach Ausguss	Distanz A	34,64	+0,01
	Distanz B	11,33	+0,01
	Distanz C	34,20	-0,01
	Distanz D	31,84	+0,05
1. Tag nach Ausguss	Distanz A	34,64	+0,01
	Distanz B	11,33	-0,01
	Distanz C	34,20	-0,01
	Distanz D	31,84	+0,05
2. Tag nach Ausguss	Distanz A	34,64	+0,01
	Distanz B	11,33	-0,01
	Distanz C	34,20	-0,01
	Distanz D	31,85	+0,05
3. Tag nach Ausguss	Distanz A	34,65	+0,02
	Distanz B	11,32	-0,02
	Distanz C	34,20	-0,01
	Distanz D	31,86	+0,07
4. Tag nach Ausguss	Distanz A	34,64	+0,01
	Distanz B	11,33	-0,01
	Distanz C	34,20	-0,01
	Distanz D	31,86	+0,07
10. Tag nach Ausguss	Distanz A	34,63	±0,00
	Distanz B	11,34	±0,00
	Distanz C	34,20	-0,01
	Distanz D	31,78	+0,07
12. Tag nach Funkenerosion Ausbrühen/ Abdampfen	Distanz A	34,62	-0,01
	Distanz B	11,34	±0,00
	Distanz C	34,20	-0,01
	Distanz D	31,79	±0,00
28 Tage (Testende)	Distanz A	34,62	-0,01
	Distanz B	11,34	±0,00
	Distanz C	34,20	-0,01
	Distanz D	31,79	±0,00

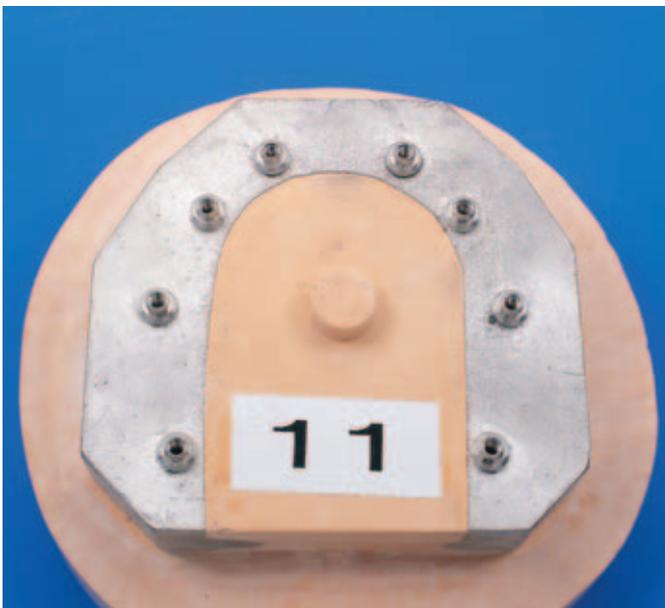


Abb. 20 Modell-Test 11: Melotte und Naturgips resinverstärkt, Firma A.

Modell Test 11	Angaben in mm		Differenz zu Modell 0
2 Stunden nach Ausguss	Distanz A	34,62	-0,01
	Distanz B	11,35	+0,01
	Distanz C	34,20	-0,01
	Distanz D	31,72	-0,07
1. Tag nach Ausguss	Distanz A	34,61	-0,02
	Distanz B	11,35	+0,01
	Distanz C	34,19	-0,02
	Distanz D	31,71	-0,08
2. Tag nach Ausguss	Distanz A	34,62	-0,01
	Distanz B	11,35	+0,01
	Distanz C	34,20	-0,01
	Distanz D	31,73	-0,06
3. Tag nach Ausguss	Distanz A	34,63	±0,00
	Distanz B	11,35	+0,01
	Distanz C	34,20	-0,01
	Distanz D	31,74	-0,05
4. Tag nach Ausguss	Distanz A	34,64	+0,01
	Distanz B	11,35	+0,01
	Distanz C	34,21	±0,00
	Distanz D	31,75	-0,04
10. Tag nach Ausguss	Distanz A	34,65	+0,02
	Distanz B	11,36	+0,02
	Distanz C	34,22	+0,01
	Distanz D	31,76	-0,03
12. Tag nach Funkenerosion Ausbrühen/ Abdampfen	Distanz A	34,65	+0,02
	Distanz B	11,35	+0,02
	Distanz C	34,22	+0,02
	Distanz D	31,76	-0,03
28 Tage (Testende)	Distanz A	34,65	+0,02
	Distanz B	11,35	+0,01
	Distanz C	34,22	+0,01
	Distanz D	31,74	-0,05



Tabelle 3 Ergebnis der Modell-Testreihe 1 bis 11; Firma A = SAE Dental Vertriebs GmbH

1	Naturgips resinverstärkt, Firma A, Klasse: IV Sehr geringe Abweichungen im Minus-Bereich	= Note 1–
2	Naturgips resinverstärkt, Firma B, Klasse: IV Geringe Abweichungen im Plus- und Minus-Bereich	= Note 2
3	Naturgips, Firma A, Klasse: IV Mittlere Abweichungen im Plus- und Minus-Bereich	= Note 3
4	Naturgips, Firma B, Klasse: IV Mittlere Abweichungen im Plus-Bereich	= Note 3
5	Synthetikkips, Firma A, Klasse: IV Mittlere Abweichungen im Plus- und Minus-Bereich	= Note 3
6	Synthetikkips, Firma B, Klasse: IV Mittlere Abweichungen im Plus- und Minus-Bereich	= Note 3
7	Synthetikkips, Firma C, Klasse: IV Mittlere Abweichungen im Plus- und Minus-Bereich	= Note 3
8	Synthetikkips, Firma D, Klasse: IV Starke Abweichungen im Plus- und Minus-Bereich	= Note 4
9	Epoxydharz und Naturgips resinverstärkt, Firma A Mittlere Abweichungen im Plus- und Minus-Bereich Stärkere Abweichungen nur in der Maßdistanz 2 D	= Note 3
10	Epoxydharz und Naturgips resinverstärkt mit Sektionstrennung, Firma A Sehr geringe Abweichungen im Plus- und Minus-Bereich	= Note 1–
11	Melotte und Naturgips resinverstärkt, Firma A Sehr geringe Abweichungen im Plus- und Minus-Bereich Stärkere Abweichungen nur in der Maßdistanz 2 D	= Note 1–

Durch diese Vergleichsstudie wurde festgestellt, dass sich die dorsalen Schenkel bei den Testmodellen 9 und 11 spreizen, wenn sie in einem Block ausgegossen werden. Deshalb gießen wir die Abformungen für zirkuläre Implantat-versorgungen sektionsweise mit dem Epoxydharz aus (siehe Abb. 22 und 23).

Es wurde diese Versuchsart gewählt, weil wir in diesem labortechnisch bezogenen Test die Problematik der Formkonstante des Testmodells analog zu den Implantatmodellen nachvollziehen können.

Die Tests mit V-förmigem Trog zur Horizontalmessung der Abbindeexpansion nach ISO 7490(2) der Modellgipse waren uns für Implantatmodelle nicht aussagekräftig genug.

Resümee Gips hat sich nicht unbedingt als das ideale Modellmaterial für Implantatmodelle erwiesen, denn Gips arbeitet und verändert sich während und nach der Abbindephase in Abhängigkeit von thermischen- und Feuchtigkeitseinflüssen, die im Labor während der Anfertigungsphase der Meso- und Suprastrukturen, die mehrere Tage und Wochen dauern kann, auf das Modell einwirken.

Diese Modellveränderungen sind abhängig von der Qualität und chemischen Sub-



Abb. 21 Implantatmodell aus Naturgips resinunterstützt – Testtyp 1.



Abb. 22 und 23 Implantatmodelle mit Epoxydharzsektionen auf resinunterstütztem Naturgips, Testtyp 10.

stanz des Gipses. Synthetigipse verändern sich unkontrolliert stärker als Naturgipse. Resinverstärkte Naturgipse verhalten sich formstabiler als reine Natur- und Synthetigipse. Beste und optimale Ergebnisse werden bei der Modellanfertigung mit langsam aushärtendem Epoxydharz-Modellmaterial, sektionsweise unterteilt auf resinunterstütztem Naturgipssockel, erzielt. Das Epoxydharz-Modell verhält sich bei thermischen- und Feuchtigkeitseinflüssen, die im Dentallabor auf das Modell einwirken, formstabil.

Unsere Empfehlung lautet daher: Implantatmodelle für kleinere Implantatstrukturen aus Naturgips, resinunterstützt (Testtyp 1, Abb. 21) und Implantatmodelle für größere Implantatmeso- oder Suprastrukturen aus Epoxydharzsektionen auf resinunterstütztem Naturgips (wichtig: Verarbeitung exakt nach Herstellerangaben) (Testtyp 10, Abb. 22 und 23).

1. Rübeling, G., Freesmeyer, W. B., Eisenmann, E.: Qualitätssicherung interdisziplinärer Zusammenarbeit am Beispiel zahnloser und teilbezogener Patienten. *Quintessenz Zahntech* 28, 1114–1137 (2002).
2. Rübeling, G.: Maschinengestützte Technologien für die Herstellung von implantatgetragenen Strukturen mit passivem Sitz. *ZAHNTECH MAG* 7, 732–737 (2003).
3. Rübeling, G., Popall, K., Meyer, S.: Spannungsfreie Meso- und Suprastrukturen auf osseointegrierten Implantaten durch Funkenerosion – SAE-Secotec-Technik. *ZAHNTECH MAG* 7, 366–376 (2003).
4. Rübeling, G., Zerweck, R.: Systematische Arbeitsabläufe in Zahnmedizin und Zahntechnik. *Quintessenz Zahntech* 29, 1488–1507 (2003).
5. Mokabberi, A., Freesmeyer, W. B., Eisenmann, E.: Untersuchung zur Verbesserung des passiven Sitzes der implantatgetragenen Suprastruktur mit Hilfe der Funkenerosion. Sonderdruck, o. O. 2002.

Literatur

Hans-Heinrich Willers, Fehrmoorweg 16B, 27578 Bremerhaven
Günter Rübeling und Kai Popall, Langener Landstrasse 173, 27580 Bremerhaven, info@ruebeling.de

Adresse der Verfasser