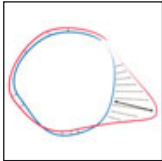




# Dreidimensionale Analyse der Korrelation zwischen der Form der Frontzähne und des Gesichts



Philipp G. Wegstein, Dr. med. dent.<sup>1</sup>  
Sebastian D. Horvath, Dr. med. dent.<sup>2</sup>  
Johannes Stemmann, Dr. med. dent.<sup>1</sup>  
Marcel Lüthi, PhD<sup>3</sup>  
Markus B. Blatz, Prof. Dr. med. dent.<sup>4</sup>

*In den traditionellen ästhetischen Leitlinien und Protokollen zur Auswahl von Zahnprothesen scheint eine Korrelation zwischen der Gesichtsform eines Patienten und der Form seiner Frontzähne zu bestehen. In der hier vorgestellten Studie wurde mit voll automatisierten Algorithmen die Beziehung zwischen der Gesichtsform und der Oberkieferform sowie der Gesichtsform und der Form der oberen Frontzähne untersucht. Dazu wurden von 117 Versuchspersonen dreidimensionale digitale Datensätze des Gesichts und des Oberkiefers angefertigt. Ob eine Korrelation besteht, wurde mittels kanonischer Korrelationsanalyse, linearer Regularisierung und Hausdorff-Abstand überprüft. Dabei fand sich ein schwacher, aber statistisch nicht signifikanter Zusammenhang zwischen der Gesichts- und der Zahnform. Eine klare Vorhersage der Zahnform anhand der Gesichtsdaten war jedoch nicht möglich. Der beschriebene Ansatz ergab einen schwachen Zusammenhang zwischen der Gesichts- und der Zahnform, der aber zu unpräzise war, um ihn im klinischen Alltag anzuwenden. (Int J Par Rest Zahnheilkd 2014; 34: 717–723.)*

In der modernen Zahnheilkunde legen Zahnärzte und Patienten großen Wert auf ein natürliches und ästhetisches Aussehen der Zähne<sup>1,2</sup>. Menschen mit ästhetisch ansprechenden Frontzähnen werden vom Betrachter als freundlich, populär und intelligent eingestuft und es wird ihnen ein hoher sozialer Status zugesprochen<sup>3,4</sup>. Daher spielen die oberen Frontzähne für das gesamte Erscheinungsbild eines Menschen eine wichtige Rolle<sup>5</sup>.

Für ein attraktives, ästhetisches Lächeln müssen die oberen Frontzähne mit dem Gesicht, den Lippen und dem Zahnfleisch harmonisieren. In der zahnmedizinischen Fachliteratur finden sich zahlreiche Leitlinien und Verfahren, mit deren Hilfe sich bei unbezahnten Patienten das Aussehen dieser Zähne ableiten lässt. In den Leitlinien finden sich Empfehlungen für die optimale Zahnlänge, -proportion, -position, -symmetrie, -form und -farbe<sup>6–8</sup>.

Die ersten Empfehlungen zur Form der oberen zentralen Schneidezähne wurden 1914 von Williams formuliert, der die Zahnform subjektiv in konisch, oval und viereckig einstufte<sup>9</sup>. Diese Klassifikation wird auch heute noch für Prothesenzähne verwendet.

Außerdem beschrieb Williams das „Gesetz der Harmonie“: die Beziehung zwischen der Kontur der reversen Gesichtsform und der Form des oberen zentralen Schneidezahns<sup>9</sup>.

<sup>1</sup> Student, Abteilung für Zahnärztliche Prothetik, Zahnmedizinische Fakultät, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Deutschland.

<sup>2</sup> Privatpraxis, Jestetten, Deutschland; Außerordentlicher Assistenzprofessor für restaurative Zahnheilkunde, Department of Preventive and Restorative Sciences, University of Pennsylvania, Philadelphia, Pennsylvania, USA.

<sup>3</sup> Wissenschaftlicher Mitarbeiter, Departement Informatik, Universität Basel, Basel, Schweiz.

<sup>4</sup> Professor und Leiter, Department of Preventive and Restorative Sciences, University of Pennsylvania, Philadelphia, Pennsylvania, USA; Privatdozent, Abteilung für Zahnärztliche Prothetik, Zahnmedizinische Fakultät, Albert-Ludwigs-Universität, Freiburg, Deutschland.

Korrespondenz an: Dr. Sebastian D. Horvath, Bahnhofstraße 24, D-79798 Jestetten, Deutschland. Fax: +49 7745 97916. E-Mail: sebastian.horvath@drhorvath.de

©2014 by Quintessence Publishing Co Inc.

Diese Theorie wird kontrovers beurteilt und wurde in wissenschaftlichen Studien sowohl widerlegt als auch bestätigt<sup>10–13</sup>.

Silva et al.<sup>14</sup> sowie Wolfart et al.<sup>2</sup> untersuchten anhand standardisierter Portraits und Fotografien der Frontzähne die Beziehung zwischen der invertierten Gesichtsform und der Form der oberen zentralen Schneidezähne. Zahnform und Gesichtsform wurden nach Williams klassifiziert<sup>9</sup>. In beiden Studien konnte keine Beziehung zwischen Zahn- und Gesichtsform hergestellt werden.

Im Gegensatz dazu beschrieb Herrmann einen Zusammenhang zwischen der Zahn- und der Gesichtsform<sup>12</sup>. In seiner Studie wurde die Gesichts- und die Zahnform von 600 Probanden im Alter von 20 bis 35 Jahren anhand von Fotografien und Gipsmodellen untersucht.

Die abweichenden Ergebnisse sind vermutlich auf die unterschiedlichen analytischen Verfahren zurückzuführen. Die Verwendung von Orientierungspunkten und -formen für die Klassifikation und Evaluation dreidimensionaler (3D) Objekte reduziert die Datenmenge und vereinfacht das Verständnis. Allerdings lässt sich die vermutete Korrelation anhand dieser vereinfachten Punkte und Formen oft gar nicht darstellen. Außerdem wird bei der zweidimensionalen Betrachtung dreidimensionaler Objekte eine erhebliche Datenmenge außer Acht gelassen. So können z. B. auf Fotografien keine präzisen Längenmessungen durchgeführt werden<sup>15,16</sup>. Da in der vorliegenden Studie 3D-Datensätze verwendet wurden, war eine präzisere Darstellung, eine Längenmessung und eine Reproduzierbarkeit des Objekts aufgrund einer größeren Datenmenge möglich. Eine weitere Ursache für abweichende Ergebnisse findet sich in der Auswertung. Nur eine automatisierte, computerbasierte Evaluation liefert objektive und reproduzierbare Resultate.

In der vorliegenden Studie wurde die Korrelation zwischen allen Punkten der Zahnoberfläche und der Gesichtsoberfläche mithilfe von 3D-Daten überprüft. Die Korrelationsanalysen erfolgten mit vollautomatisierten, computerbasierten Algorithmen. Die Hypothese lautete, dass zwischen der Gesichts- und der Zahnform eine Korrelation besteht. Die Korrelationsanalysen wurden für die Gesichtsform und die Form der oberen rechten Frontzähne, des oberen rechten zentralen Schneidezahns und von allen Zähnen des Oberkiefers durchgeführt. Außerdem wurde die Beziehung zwischen einzelnen Gesichtsbereichen („Augen“, „Nase“ und „Mund“) und der kombinierten Form der oberen rechten Frontzähne untersucht.

## Material und Methode

Diese Studie wurde von der lokalen Ethikkommission der Universitätsklinik genehmigt. Alle Probanden stimmten der Studienteilnahme schriftlich zu. Insgesamt erfüllten 117 Erwachsene (58 Männer, 59 Frauen) im Alter von 19 bis 29 Jahren (Mittelwert: 24,5 Jahre) die Einschlusskriterien und nahmen an der Studie teil. Die Einschlusskriterien umfassten ein Alter zwischen 18 und 30 Jahren, einen Body-Mass-Index (BMI) von 18,5 bis 25 kg/m<sup>2</sup> und kaukasische Abstammung. Ausschlusskriterien waren Restaurationen, eine Aplasie und/oder Hypoplasie, Karies, eine Gingivarezession oder -hyperplasie > 1 mm, eine Erosion, Attrition, Abrasion oder Abfraktion > 1 mm im Bereich zwischen dem oberen zentralen Schneidezahn und dem linken ersten Prämolare, eine laufende kieferorthopädische Behandlung, ein Engstand, der einen Scan der gesamten Zahnoberfläche verhinderte, Veränderungen des Gesichts durch Traumata oder eine Operation, eine

Lippenspalte, nicht herausnehmbare Ringe oder Piercings im Scanbereich, Gesichtsbehaarung sowie andere Veränderungen, die eine Analyse der Zahn- und/oder Gesichtsform behinderten (Abb. 1 und 2).

Die Gesichtsform wurde mit einem Scanner mit strukturiertem Licht (faceSCAN III, Breuckmann), der 1 m vom Probanden entfernt auf einem Stativ befestigt war, digitalisiert. Bei jedem Gesicht wurden insgesamt vier Scans aus verschiedenen Richtungen durchgeführt (ein frontaler, zwei laterale im Winkel von 45° und ein Scan im dorsalen Winkel von 45°). Artefakte wurden entfernt und die Datensätze auf die zu untersuchende Region reduziert (Optocat 2007r2, Breuckmann). Mithilfe eines Registrierungsalgorithmus wurden die einander entsprechenden Punkte auf den vier Scans aufgesucht<sup>17</sup> und die Scans zu einem Datensatz des jeweiligen Gesichts zusammengefügt (Accu Trans 3D, MicroMouse Productions). Zur Aufzeichnung der intraoralen Daten wurden Abformungen mit Polyvinylsiloxan (Affinis Precious, Coltène/Whaledent) durchgeführt und daraus ein Typ-IV-Gipsmodell (Implantatrock, Picodent) gefertigt. Anschließend wurden die Modelle 3D eingescannt (D700, 3shape). Abhängig von der Größe des Modells entstanden bei jedem Scan Datensätze mit 15000 bis 21000 Bildpunkten. Mithilfe einer Variation eines voll automatisierten Registrierungsalgorithmus (Thirion demons)<sup>18</sup> wurden in allen Mustern die einander entsprechenden Punkte aufgesucht. Die Muster wurden standardisiert ausgerichtet und mit der generalisierten Procrustes-Analyse automatisch gemäß ihrer gemeinsamen mittleren Form angeordnet<sup>19</sup>. Um die Merkmale herauszufiltern, die die vorhandene Form am besten beschreiben, wurde eine Hauptkomponentenanalyse durchgeführt<sup>20</sup>. Mit diesem Schritt wurden neue Achsen im Koordinatensystem geschaffen,



Abb. 1 Beispielhafte extraorale Fotografien (a) eines Probanden und (b) einer Probandin.



Abb. 2 Beispielhafte intraorale Fotografien (a) eines Probanden und (b) einer Probandin.

die einen Großteil der Datenvarianz abdeckten. Die Vorhersage der Zahnform anhand der Gesichtsform erfolgte mit einer logistischen Regression von Übungsformen mit bekannter Assoziation<sup>20</sup>.

Die Analyse erfolgte für den oberen rechten zentralen Schneidezahn sowie für die rechten Frontzähne insgesamt (zentraler Schneidezahn, lateraler Schneidezahn und Eckzahn). Die Korrelation der ersten 50 Hauptkomponenten wurde mit einer kanonischen Korrelationsanalyse überprüft und ihre Signifikanz mit einem Chi-Quadrat-Test berechnet. Das Signifikanzniveau wurde mit  $p < 0,05$  festgelegt. Anschließend wurde der

Effekt der signifikanten Hauptkomponenten kombiniert und die Zahnform mithilfe der linearen Regularisierung und der kanonischen Korrelationsanalyse aus der Gesichtsform abgeleitet. Die Kohärenz der Vorhersagen wurde mit dem Hausdorff-Abstand und dem durchschnittlichen Abstand überprüft.

### Ergebnisse

Die 3D-Analyse ergab für den oberen rechten zentralen Schneidezahn, die oberen rechten Frontzähne (zentraler und lateraler Schneidezahn sowie Eckzahn) sowie für den gesamten

Oberkiefer eine schwache Korrelation zwischen der Zahn- und der Gesichtsform. Allerdings konnte die Form des oberen rechten zentralen Schneidezahns nicht anhand der Gesichtsform rekonstruiert werden (Vorhersagerate oberer rechter zentraler Schneidezahn: 0,18; durchschnittlicher Abstand: 0,33 mm; Hausdorff-Abstand: 1,06 mm).

Ebenso war es nicht möglich, die Form der oberen rechten Frontzähne vorherzusagen. Die Genauigkeit für eine Vorhersage der Zahnformen beruht auf bestimmten Gesichtsbereichen. Die beste Vorhersage war unter Zuhilfenahme des gesamten Gesichts möglich (Vorhersagerate gesamtes



**Tabelle 1** Zusammenfassung der Analyse zur Feststellung einer Korrelation zwischen Gesichts- und Zahnform\*

Bereich	p-Wert	Anzahl genauer Vorhersagen	Hausdorff-Abstand (mm)	Durchschnittlicher Abstand (mm)
Oberkiefer und Gesicht	0,009	24/47	3,29	0,82
Oberer rechter zentraler Schneidezahn anhand der Daten des gesamten Gesichts	–	21/117	1,06	0,33
Oberer rechter zentraler und lateraler Schneidezahn sowie Eckzahn (obere rechte Frontzähne) anhand der Daten des gesamten Gesichts	–	62/117	1,44	0,43
Obere rechte Frontzähne anhand der Daten des Bereichs „Auge“	0,001	51/117	1,44	0,44
Obere rechte Frontzähne anhand der Daten des Bereichs „Nase“	0,022	49/117	1,55	0,46
Obere rechte Frontzähne anhand der Daten des Bereichs „Mund“	0,002	30/117	1,44	0,44

\* Die Anzahl der Hauptkomponenten, die eine Korrelation zwischen Zahn- und Gesichtsform herstellen, wurde mithilfe der kanonischen Korrelationsanalyse und einem Chi-Quadrat-Test untersucht. Die Zahnform wurde unter Berücksichtigung des kombinierten Effekts der signifikanten Hauptkomponenten mithilfe der linearen Regularisierung anhand der Gesichtsform vorhergesagt. Die Kohärenz der Vorhersagen wurde mit dem Hausdorff-Abstand und die statistische Signifikanz der Ergebnisse mit dem F-Test überprüft.

Gesicht: 0,53; durchschnittlicher Abstand: 0,43 mm; Hausdorff-Abstand: 1,44 mm). Auch wenn Informationen der Gesichtsbereiche „Augen“ oder „Nase“ hinzugezogen wurden, war keine Vorhersage der Zahnform möglich (Auge: 0,44; durchschnittlicher Abstand: 0,44 mm; Hausdorff-Abstand: 1,44 mm. Nase: 0,42; durchschnittlicher Abstand: 0,46 mm; Hausdorff-Abstand: 1,55 mm). Die schlechtesten Vorhersagewerte für die Form der oberen rechten Frontzähne wurden mit Informationen des Gesichtsbereichs „Mund“ erreicht (Mund: 0,26; durchschnittlicher Abstand: 0,44 mm; Hausdorff-Abstand: 1,44 mm). Die Form des gesamten Oberkiefers ließ sich ebenfalls nicht signifikant aus der Form des gesamten Gesichts ableiten (Oberkiefer: 0,51; durchschnittlicher Abstand: 0,82 mm; Hausdorff-Abstand: 3,29 mm).

Die Ergebnisse sind in Tabelle 1 zusammengefasst. Die Vorhersage-

genauigkeit, der durchschnittliche Abstand und der Hausdorff-Abstand für den oberen rechten zentralen Schneidezahn und die oberen rechten Frontzähne sind in den Abbildungen 3 und 4 dargestellt, die Informationen über den Oberkiefer in Abbildung 5.

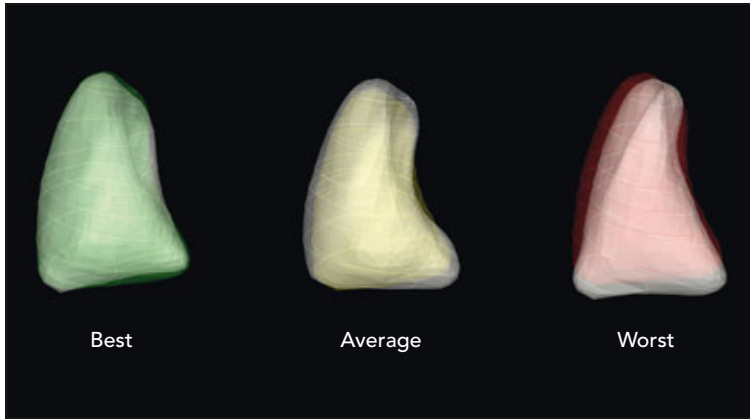
### Diskussion

Obwohl in der hier vorgestellten Studie eine schwache Korrelation zwischen der Gesichts- und der Zahnform belegt wurde, widerlegen die Ergebnisse die Hypothese, dass es gesichtsspezifische Unterschiede der Zahnform gibt.

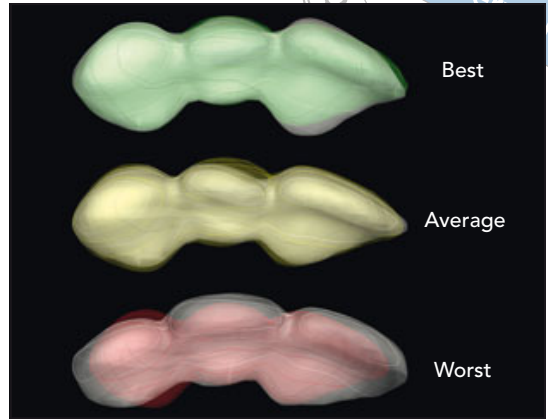
Selbst bei der als am besten eingestuften Korrelation war die berechnete Zahnform nur in der Hälfte der Fälle besser als der „durchschnittliche“ Zahn, was mit der Bezeichnung „Anzahl guter Vorhersagen“ gewertet wurde.

Die stärkste, aber weiterhin nicht signifikante Korrelation zwischen Zahn- und Gesichtsform fand sich zwischen den rechten Frontzähnen und dem gesamten Gesicht (53 %), da mehr Informationen in die Analyse einfließen. Für die oberen rechten Frontzähne war keine Vorhersage möglich, wenn Informationen aus dem Gesichtsbereich „Augen“ oder „Nase“ hinzugezogen wurden (Auge: 44 %; Nase: 42 %). Auch die Vorhersage zum oberen rechten zentralen Schneidezahn anhand des gesamten Gesichts (18 %) und der oberen rechten Frontzähne mit Informationen des Gesichtsbereichs „Mund“ (26 %) war nicht möglich.

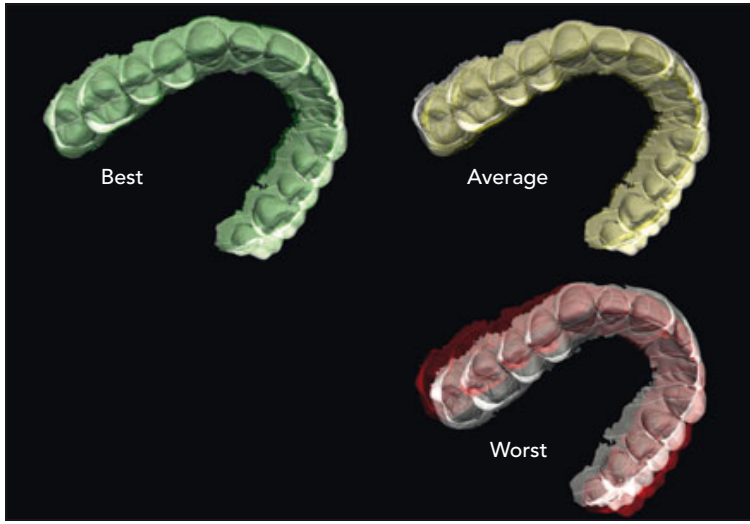
Diese Ergebnisse widersprechen den Resultaten früherer Studien<sup>21–25</sup>, in denen eine Korrelation zwischen Zahn und Nase oder Zahn und Augen bestätigt wurde. Der Unterschied beruht auf der Art der Datenauswertung. Kern<sup>22</sup> fand bei der Untersuchung von



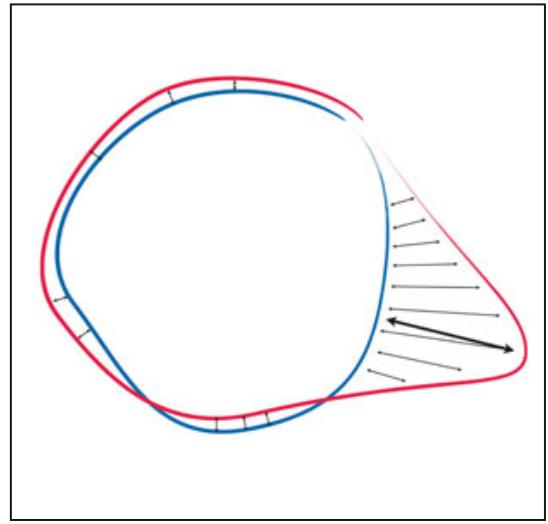
**Abb. 3** Vorhersage der Form des oberen rechten zentralen Schneidezahns anhand der Gesichtsforn (tatsächliche Form = grau; vorhergesagte Form = farbig). Dargestellt sind die besten (Best), durchschnittlichen (Average) und schlechtesten (Worst) Ergebnisse für den durchschnittlichen Abstand.



**Abb. 4** Vorhersage der Form der oberen rechten Frontzähne anhand der Gesichtsforn (tatsächliche Form = grau; vorhergesagte Form = farbig). Dargestellt sind die besten (Best), durchschnittlichen (Average) und schlechtesten (Worst) Ergebnisse für den durchschnittlichen Abstand.



**Abb. 5** Vorhersage der Form des Oberkiefers anhand der Gesichtsforn (tatsächliche Form = grau; vorhergesagte Form = farbig). Dargestellt sind die besten (Best), durchschnittlichen (Average) und schlechtesten (Worst) Ergebnisse für den durchschnittlichen Abstand.



**Abb. 6** Schematische Darstellung der Qualitätskriterien. Dünne Pfeile = durchschnittlicher Abstand; dicker Pfeil = Hausdorff-Abstand.

509 Schädeln eine Beziehung zwischen der Nasenbreite und der kombinierten Breite des oberen zentralen und lateralen Schneidezahns, indem er diese Abstände direkt am Schädel ermittelte. Abdullah<sup>25</sup> bestätigte an 229 Probanden die Korrelation zwischen der Breite des inneren Augenwinkels und der Breite des oberen zentralen Schneidezahns, indem

er diese Werte direkt am Probandenmaß. Diese abweichenden Ergebnisse lassen sich dadurch erklären, dass Abdullah und Kern nur die Zahnbreite, nicht aber die Zahnform insgesamt ermittelten. Außerdem wurden die Messungen manuell durchgeführt und nicht mithilfe eines Computers und mathematischer Algorithmen, wie in der vorliegenden Studie.

Die Ergebnisse dieser Studie sind ähnlich wie in den Studien von Silva et al. und Wolfart et al., in denen keine Beziehung zwischen der Gesichtsforn und der Form des oberen rechten zentralen Schneidezahns hergestellt werden konnte. Silva et al.<sup>14</sup> untersuchten die Portraits und intraoralen Fotografien von 79 Probanden und Wolfart et al.<sup>2</sup> die Portraits

und frontalen Fotografien von 204 Probanden. Die Zahn- und Gesichtsformen wurden nach einem standardisierten Protokoll gemäß der Klassifikation von Williams<sup>9</sup> eingeteilt. Dabei zeigte sich eine Korrelation zwischen der Gesichtsform und dem Geschlecht<sup>2</sup>, nicht aber zwischen der Gesichts- und der Zahnform. Auch diese Ergebnisse können nicht unabhängig von der Form der Datenanalyse betrachtet werden. Silva et al. und Wolfart et al. setzten zweidimensionale Fotografien ein, während die vorliegende Studie auf dreidimensionalen und digitalen Daten beruht. Außerdem sind die Ergebnisse der hier vorgestellten Studie aufgrund der neuartigen Evaluation mit einem mathematischen Algorithmus präziser.

Die Typisierung der Zahnform anhand ausgewählter Orientierungspunkte ist problematisch, weil es kaum gute Bezugspunkte gibt, die die Form ausreichend widerspiegeln. In der Regel sind nur wenige Orientierungspunkte in allen Zahnformen vorhanden und diese Punkte geben auch nicht notwendigerweise die Korrelation wieder. Dieses Problem wird verstärkt, wenn 3D-Strukturen anhand von 2D-Bildern beurteilt werden.

Auch das Markieren von Orientierungspunkten bei vielen Objekten ist mühsam und fehlerträchtig und kann daher selbst zu Fehlern bei der Auswertung führen. Aus diesen Gründen wurden in der vorliegenden Studie 3D-Scans der Zähne und des Gesichts ausgewertet und die Orientierungspunkte durch einen voll automatisierten Registrierungsalgorithmus ausgewählt. Dadurch konnten alle Punkte der Zahn- und Gesichtsfläche in die Analyse der Autoren einfließen.

Durch eine Hauptkomponentenanalyse lassen sich große Anteile der Gesamtvarianz mit nur einigen wenigen Komponenten erfassen<sup>20</sup>. Auf diese Weise konnte die zu un-

tersuchende Datenmenge reduziert werden. In dieser Studie flossen die ersten 50 Hauptkomponenten in die Analyse ein. Für die Auswertung des Oberkiefers wurden nur die ersten 10 Hauptkomponenten verwendet. Komponenten mit kleinerer Varianz beschreiben in der Regel nur kleine Formveränderungen, die das Aussehen nicht nachhaltig beeinflussen. Dies wurde in der vorliegenden Studie durch visuelle Kontrolle bestätigt. Außerdem bedeuteten 50 und 10 Komponenten bezogen auf die Größe der Studienpopulation einen guten Kompromiss zwischen der Varianz und den Freiheitsgraden.

Die mit einer Hauptkomponente assoziierten Veränderungen der Zahnform lassen sich jedoch nur annäherungsweise mit Worten beschreiben, weil die Hauptkomponenten mathematisch berechnet wurden und nicht auf linguistischen Beschreibungen oder Messwerten beruhten. Im Vergleich zu früheren Studien war die Hauptkomponentenanalyse die objektivste Untersuchungsart.

Jede Hauptkomponente umfasst einen Pool aus Merkmalen, die sich wiederum mit Adjektiven beschreiben lassen oder nicht. Eher können die Ergebnisse mit dem Hausdorff-Abstand und dem durchschnittlichen Abstand beschrieben werden. Der *Hausdorff-Abstand* ist der längste Abstand zwischen zwei korrespondierenden Punkten von zwei Formen. Der *durchschnittliche Abstand* ist der euklidische Abstand der beiden Formen (Abb. 6). In der vorliegenden Studie wurde nach zuverlässigen Vorhersagen gesucht. Daher musste der Hausdorff-Abstand zwischen der berechneten Form und der tatsächlichen Form geringer ausfallen als derjenige zwischen der mittleren Form und der tatsächlichen Form. Der durchschnittliche Abstand zwischen der berechneten Form und der tatsächlichen Form wiederum musste geringer ausfallen als derjenige zwi-

schen der mittleren und der tatsächlichen Form.

## Schlussfolgerungen

Die Arbeitshypothese dieser Studie, wonach es eine Korrelation zwischen der Gesichts- und der Zahnform gibt, wurde widerlegt. Es fand sich eine schwache, aber nicht signifikante Korrelation zwischen der Analyse der Zahnformen (Einzelzahn, mehrere Zähne, ganzer Kiefer) und den Gesichtsformen (Anteile und gesamtes Gesicht). Eine Rekonstruktion der Zahnform war jedoch nicht möglich.

## Interessenerklärung

Die Autoren geben bezogen auf diese Studie keine Interessenkonflikte an.

## Literatur

1. Magne P, Belsler U. Esthetic improvements and in vitro testing of In-Ceram Alumina and Spinell ceramic. *Int J Prosthodont* 1997;10:459–466.
2. Wolfart S, Menzel H, Kern M. Inability to relate tooth forms to face shape and gender. *Eur J Oral Sci* 2004;112:471–476.
3. Newton JT, Prabhu N, Robinson PG. The impact of dental appearance on the appraisal of personal characteristics. *Int J Prosthodont* 2003;16:429–434.
4. Shaw W, Rees G, Dawe M, Charles C. The influence of dentofacial appearance on the social attractiveness of young adults. *Am J Orthod* 1985;87:21–26.
5. Mahshid M, Khoshvaghti A, Varshosaz M, Vallaei N. Evaluation of "golden proportion" in individuals with an esthetic smile. *J Esthet Restor Dent* 2004;16:185–192; discussion 193.
6. Magne P, Gallucci GO, Belsler U. Anatomic crown width/length ratios of unworn and worn maxillary teeth in white subjects. *J Prosthet Dent* 2003;89:453–461.
7. Rufenacht C. *Fundamentals of Esthetics*. Chicago: Quintessenz, 1990.

8. Wolfart S, Quaas AC, Freitag S, Kropp P, Gerber WD, Kern M. Subjective and objective perception of upper incisors. *J Oral Rehabil* 2006;33:489–495.
9. Williams JL. *Tooth Forms with Special Reference to a New System of Artificial Teeth*. New York: The Dentists' Supply 1914;26–32.
10. Almandoz T. Die William'sche Theorie bei der baskischen Rasse. *Deutsche Monatschrift für Zahnheilkunde* 1930;23: 1504–1507.
11. Gysi A. Das Aufstellen einer ganzen Prothese. Schweiz 1915; Berichthausverlag: 4–15.
12. Herrmann HW. Zur Formauswahl oberer Frontzähne. *Das Deutsche Zahnärzteblatt* 1970;24:14–17.
13. Weidenreich W. Zahnform, Schädelform, Tierform und ihre Gebundenheit. *Deutsche Zahnärztliche Wochenschrift* 1928;31:562–565.
14. Silva FAP, de Almeida NLF, Ferreira DF, Mesquita MF, de Negreiros WA. Digitized study of the correlation between the face and tooth shapes in young adults individuals. *Braz J Oral Sci* 2007;6:1383–1386.
15. Champagne M. Reliability of measurement from photocopies of study models. *J Clin Orthod* 1992;26:648–650.
16. Schirmer U, Wiltshire W. Manual and computer-aided space analysis: A comparative study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1997;112:676–680.
17. Wissler B. *Registrierung von 3D-Punktwolken mit Hilfe des ICP-Algorithmus* [bachelor's thesis]. Freiburg, Germany: University of Freiburg, 2008.
18. Lüthi M, Albrecht T, Vetter T. Curvature guided surface registration using level sets. In: *Proceedings of the CARS 2007, 21st Congress on Computer Assisted Radiology and Surgery* 2007;126–128.
19. Gower JC. Generalized procrustes analysis. *Psychometrika* 1975;40:33–51.
20. Hastie T, Tibshirani R, Friedman J. *The Elements of Statistical Learning*. New York: Springer, 2001.
21. Hoffman W, Bomberg TJ, Hatch RA. Inter-alar width as a guide in denture tooth selection. *J Prosthet Dent* 1986;55:219–221.
22. Kern BE. Anthropometric parameters of tooth selection. *J Prosthet Dent* 1967;17: 431–437.
23. Lee J. *Dental Aesthetics*. Bristol: John Wright & Sons, 1962.
24. McCord JF, Grant AA. Registration: Stage III—Selection of teeth. *Br Dent J* 2000;188:660–666.
25. Abdullah MA. Inner canthal distance and geometric progression as a predictor of maxillary central incisor width. *J Prosthet Dent* 2002;88:16–20.