

Plastische Chirurgie



Möglichkeiten der 3D-Fototechnik bei der Brustrekonstruktion

PC (2021) 21: 48–53

© Kaden Verlag, Heidelberg

Diese PDF-Datei darf nur für nichtkommerzielle Zwecke verwendet werden und nicht in privaten, sozialen und wissenschaftlichen Plattformen eingestellt werden.



Möglichkeiten der 3D-Fototechnik bei der Brustrekonstruktion

SARAH SCHMIDT, REBEKKA GÖTZL, JUSTUS P. BEIER
AACHEN

Die Bedeutung der dreidimensionalen (3D-) Oberflächenbildung in der Brustchirurgie und ihre klinische Nutzung hat in den vergangenen Jahren bei stetiger Weiterentwicklung der zugrundeliegenden Techniken kontinuierlich zugenommen. In der plastischen Chirurgie, deren Ziel vor allem eine Rekonstruktion und Verbesserung gestörter Funktionen und Formen des menschlichen Körpers ist, besitzt die Wiederherstellung der Körperoberfläche in ihrer dreidimensionalen Konfiguration einen hohen Stellenwert. Eines der angestrebten Ziele in der Brustchirurgie ist das Erreichen von Symmetrie, daher ist insbesondere die Brustvolumetrie ein wichtiges Instrument – sowohl bei der präoperativen Planung als auch zur Beurteilung der postoperativen Follow-up-Ergebnisse nimmt sie eine entscheidende Rolle ein [1]. Die Brustvolumetrie beeinflusst beispielsweise den Grad einer Mammareduktion, die Wahl geeigneter Brustimplantate oder die Gewebemenge, die im Rahmen einer autologen Fettgewebstransplantation zur Brustrekonstruktion benötigt wird [2, 3].

Um den komplexen menschlichen Körper dreidimensional vollständig und korrekt zu erfassen, bedarf es einer objektiven und standardisierten Evaluationsmethode

Nachdem die operativen ästhetischen Ergebnisse lange Zeit vorrangig abhängig von der subjektiven Einschätzung und der Erfahrung des jeweiligen Operateurs waren, gibt es mittlerweile eine Vielzahl von Messtechniken zur Vo-

lumenquantifizierung der weiblichen Brust. Hierzu gehören radiologische Bildgebungen, wie die Mammographie, Magnetresonanztomographie (MRT) und Computertomographie (CT), anthropometrische Messungen, Gips und Thermoplastabdrücke sowie die dreidimensionale Oberflächenbildung [4]. Moderne bildgebende Verfahren, hier insbesondere die MR-Tomographie, erfassen alle anatomischen Anteile der Brust, wodurch Brustvolumina genau und präzise in einer dreidimensionalen Darstellung berechnet und dargestellt werden können [4, 5]. Neben der Berechnung der absoluten Brustvolumina an sich – um eine möglichst symmetrischen Volumengröße zu erreichen – ist eine exakte Reproduktion der Oberflächentopographie sowie eine möglichst symmetrische Formung derselben ein Ziel, das erst durch die 3D-Oberflächenbildung erreicht wurde.

Mit zunehmender Popularität erweist sich der Einsatz der 3D-Oberflächenbildung als eine Methode zur objektiven, reproduzierbaren und präzisen Beurteilung von Form, Volumen und Symmetrie der Brust. Mithilfe von 3D-Algorithmen lassen sich in der Brustchirurgie objektive Quantifizierungen des Brustvolumens und präoperative Planungen zur Optimierung des Operationsergebnisses darstellen sowie postoperative Verlaufskontrollen und Evaluationen der Ergebnisse erfassen [5]. Durch die Simulation zahlreicher operativer Veränderungen wird eine individuelle Planung des jeweiligen operativen Eingriffs möglich. Dadurch kann der Patientenwunsch bei der OP-Planung bestmöglich miteinbezogen werden. Vermehrt lässt sich die 3D-Fototechnik aufgrund kleinerer und



mobiler Geräte nicht nur im prä- und postoperativen Setting, sondern auch intraoperativ zur Unterstützung des Operateurs nutzen [6].

Welche Geräte und prinzipielle physikalische Arten der technischen Umsetzung es gibt

Es existieren diverse Techniken der 3D-Oberflächenbildung, die sich bei steigender Relevanz in stetiger Weiterentwicklung befinden. Die Basistechnologien lassen sich in die beiden Gruppen „strukturiertes Licht“ [7] sowie „Photogrammetrie“ [8] unterteilen. Bei der Technologie des 3D-Scans mit strukturiertem Licht wird – ähnlich wie mit einem Laserscanner – die trigonometrische Triangulation verwendet und somit die 3D-Oberfläche eines Objekts durch die Verformung eines projizierten linienförmigen Musters abgeschätzt [7]. Die Photogrammetrie hingegen erstellt eine dreidimensionale Oberfläche basierend auf der Kombination verschiedener Kamerabilder, die aus verschiedenen Ansichten aufgenommen wurden [9]. Zu letzteren gehören beispielsweise 3D-Oberflächenbildungssysteme der Firmen 3dMD LLC (Atlanta, GA, USA), Canfield Scientific Inc. (Parsippany, NJ, USA) oder Dimensional Imaging Ltd. (Glasgow, UK). Allen 3D-Technologien ist gemeinsam, dass sie auf einer strahlungsfreien und für die Patienten nebenwirkungsfreien Methode basieren. Im Folgenden sollen die Anwendungsmöglichkeiten, wie sie derzeit Einzug in die klinische Routine in der Brustchirurgie finden, ausführlich vorgestellt werden – hier exemplarisch unter Verwendung des VECTRA® 3D Imaging System (Canfield Scientific Inc.), da dieses in unserer Klinik Verwendung findet und daher praktische Erfahrung mit diesem System vorliegen.

Das VECTRA® 3D Imaging System ist ein 3D-Bildgebungssystem, das auf der Strategie der Photogrammetrie beruht. Der Hersteller bietet – wie die meisten anderen Hersteller von 3D-Bildgebungssystemen auch – verschiedene Modelle für unterschiedliche Indikationen und Anforderungen an. Grundsätzlich lässt sich zwischen mobilen und festinstallierten Geräten unterscheiden. Zu den tragbaren Systemen mit einer portablen Kamera zählen hier das VECTRA® H1 3D Imaging-System, das ausschließlich der Gesichtsbildgebung dient, sowie das VECTRA® H2 3D Imaging-System, das als „All-in-one“-Anwendungsmethode für Aufnahmen von Gesicht, Brust und Rumpf fungiert. Des Weiteren werden zwei deutlich größere, festinstallierte Modelle angeboten, das VECTRA® M3 3D Imaging-

System, das auf die 3D-Bildgebung von Gesicht und Hals ausgerichtet ist sowie ein Modell zur Erstellung einer 360-Grad-Aufnahme von Gesicht, Brust und Körper (VECTRA® XT 3D Imaging-System). Die Preisspannen zwischen den kleineren, mobilen und den größeren festinstallierten Geräten sind erheblich und variieren zwischen einigen tausend Euro für die günstigsten Systeme bis hin zu über 100 000 Euro für die aufwändigen stationären Systeme.

Durch zwei sogenannte Lichtpunkt-Positionierungssysteme ist das Modell insbesondere für 180-Grad-Aufnahmen von Gesicht, Brust und Körper geeignet

Nachfolgend beziehen wir uns auf das VECTRA® H2 3D Imaging-System, das an unserer Klinik genutzt wird. Es besteht aus einer seitens des Herstellers auf 3D umgerüsteten handelsüblichen Spiegelreflexkamera, die sich durch ihre Mobilität kontaktfrei und schnell bei der klinischen Tätigkeit einsetzen lässt. Das System ist durch zwei sogenannte Lichtpunkt-Positionierungssysteme insbesondere für 180-Grad-Aufnahmen sowohl von Gesicht als auch Brust und Körper geeignet. Dabei werden durch normalerweise drei Fotoaufnahmen der stehenden Patientin mit abgewinkelten Armen aus verschiedenen Perspektiven hochauflösende Farbfotos aufgenommen. Die Bilder werden anschließend mit einer Software des Herstellers (VECTRA® Breast Sculptor, Canfield Scientific Inc.) am Computer weiterverarbeitet und automatisch zu einem hochauflösenden 3D-Bildmodell zusammengesetzt. Weiterhin besteht die Möglichkeit des semi-automatischen „stitchings“, d.h. Setzen bestimmter Orientierungs-/Referenzpunkte, durch die Einzelbilder zusammengesetzt und diverse Messungen zur Bestimmung von Oberfläche und Volumen durchgeführt werden können. Auch eine dynamische Weichgewebemodellierung lässt sich als Simulation verschiedener plastisch-chirurgischer Eingriffe durchführen. Die Anforderungen für die verwendete Hardware sind relativ hoch, insbesondere was den Arbeitsspeicher des Rechners sowie die Graphikkarte betrifft, so dass unter Umständen entsprechende Nachrüstungen der in Kliniken üblicherweise bereitgestellten PC-Hardware erforderlich werden. Eine Verwendung auf den vielerorts verwendeten Netzwerkrechnern ist aufgrund deren limitierter Hardware-Ausstattung nicht möglich.



Die 3D-Oberflächenbildgebung wird bei verschiedenen Eingriffen der onkologischen, rekonstruktiven und ästhetischen Brustchirurgie eingesetzt

Dazu zählen beispielweise die autologe Brustrekonstruktion, Mammareduktionsplastik bzw. Mastopexie, Behandlung von Fehlbildungen (z.B. tubuläre Brustdeformität), Asymmetrien der Brustdrüse und der Mamille wie auch Mammaaugmentationen mit Prothesenimplantation oder Lipofilling [2, 3]. Die 3D-Bildgebung kann einerseits zur präoperativen Planung, zur Beurteilung der Oberfläche und des Volumens der Brust und zur Simulation diverser operativer Veränderungen unter Einbeziehung des individuellen Patientenwunsches verwendet werden. Zum anderen kann eine Optimierung des Operationsergebnisses auch durch eine intraoperative Anwendung erreicht werden.

Auch postoperative Verlaufskontrollen und Evaluationen der Ergebnisse können durch die 3D-Oberflächenbildgebung erfasst und verglichen werden. Zudem ermöglicht diese objektive Methode, die Wertigkeit konkurrierender operativer Techniken zu überprüfen [5]. Anhand zweier Beispiele demonstrieren wir nachfolgend den Einsatz der 3D-Oberflächenbildgebung im klinischen Alltag:

Frau mit tubulärer Brust und Mammaasymmetrie

Die Patientin stellte sich im Alter von 21 Jahren mit einer beidseitigen tubulären Brustdeformität (Typ III nach Grolleau) sowie einer Mammaasymmetrie mit dem Wunsch einer operativen Korrektur vor. In der präoperativ durchgeführten 3D-Oberflächenbildgebung zeigte sich ein objektives Brustvolumen von 325 cc rechtsseitig sowie

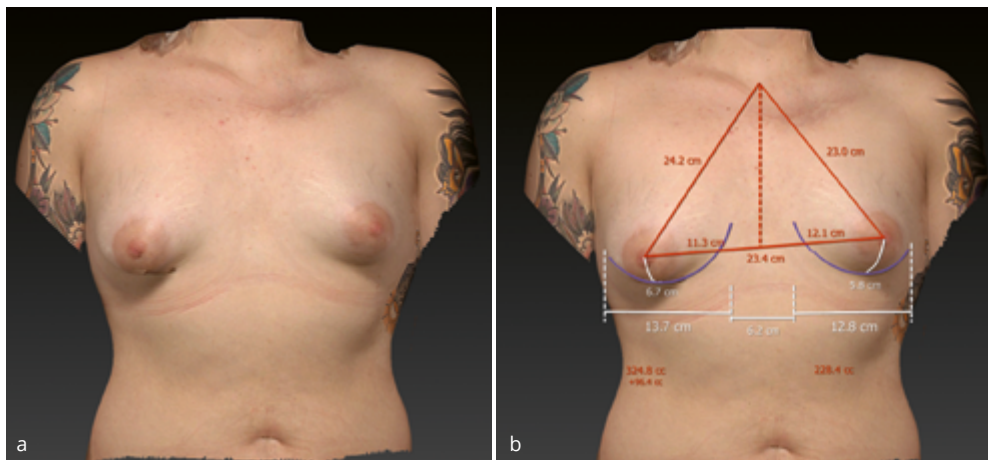


Abbildung 1 a, b Präoperative 3D-Aufnahme ohne (a) bzw. mit (b) Messungen zur Planung des operativen Eingriffs. Es zeigt sich eine gemessene Volumendifferenz von zirka 90 cc zugunsten der rechten Brust (rechts 325 cc, links 230 cc).

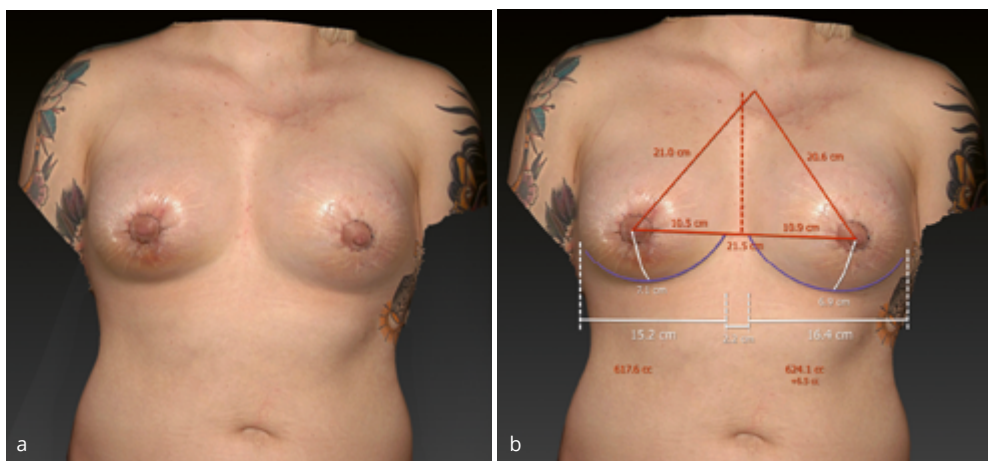


Abbildung 2 a, b Postoperative 3D-Aufnahme nach zehn Tagen ohne (a) bzw. mit (b) Messungen. Subjektiv wie auch objektiv stellt sich ein symmetrisches postoperatives Ergebnis dar.



230 cc linksseitig mit einer Volumendifferenz im Rahmen der Mammaasymmetrie von zirka 95 cc rechts zugunsten der rechten Brust. Darüber hinaus ergab sich eine Steglängendifferenz von 0,9 Zentimeter rechts mehr als links (→ Abb. 1). Wir stellten die Indikation zur operativen Korrektur über eine beidseitige periareoläre Mastopexie mit zentromedialer Stielung nach vorheriger Brustdrüsenentfaltung sowie der Implantation von Mammaprothesen. Hinsichtlich der vorliegenden Mammaasymmetrie planten wir, diese mithilfe verschieden großer Mammaprothesen zur korrigieren, so dass letztlich in Absprache mit der Patientin die Wahl auf anatomische Silikongelprothesen mit 295 cc Volumen rechtsseitig sowie 375 cc linksseitig fiel. Die postoperative 3D-Aufnahme bei der stehenden Patientin zehn Tage postoperativ zeigte ein symmetrisches Ergebnis mit einem beidseitigen Brustvolumen von 620 cc sowie einer jeweiligen Steglänge von etwa sieben Zentimetern (→ Abb. 2).

Frau nach Mastektomie und adjuvanter Radiatio

Bei der 39-jährigen Patientin bestand bei der Erstvorstellung ein Z.n. Mastektomie bei multizentrischem Mammakarzinom der rechten Brust und adjuvanter Radiatio. Es erfolgte die autologe Rekonstruktion der rechten Brust mit freier DIEP-Lappenplastik. Intraoperativ konnte basierend auf der ICG-Angiographie trotz Einschlusses der zwei kräftigen medialen Perforatoren nur ein relativ kleiner DIEP-Lappen mit in allen Zonen adäquater Perfusion transplantiert werden, so dass postoperativ aufgrund der vorliegenden Asymmetrie der Brüste (Form und Volumen) die Indikation zur mehrfachen Symmetrie-Angleichung über ein Lipofilling der rekonstruierten rechten Brust sowie eine seitens der Patientin bereits im Vorfeld der Rekonstruktion gewünschten, angleichende Mammareduktionsplastik links bestand.

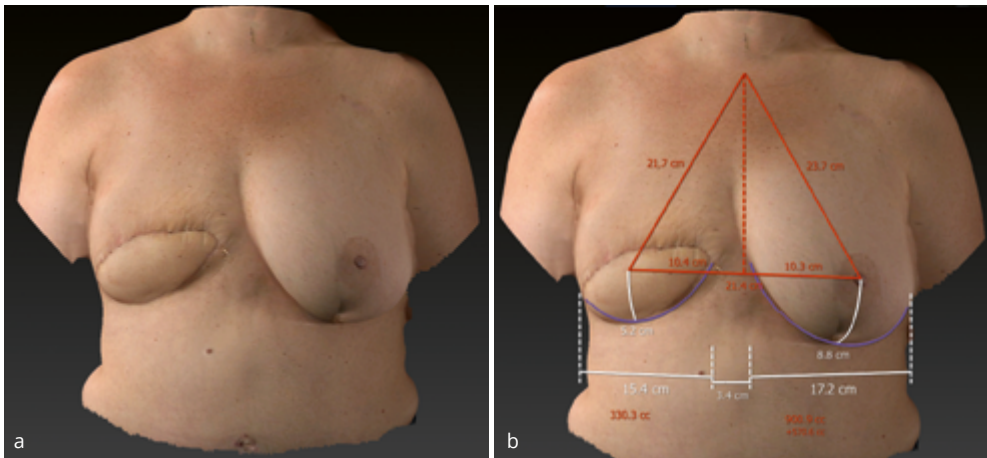


Abbildung 3 a, b 3D-Aufnahme sieben Wochen nach DIEP-Lappen rechts vor geplantem Lipofilling rechts und späterer Mammareduktionsplastik links ohne (a) bzw. mit (b) Messungen zur Planung der notwendigen Korrektur. Es zeigt sich eine signifikante Volumendifferenz von zirka 570 cc zugunsten der linken Brust (links 900 cc, links 330 cc).

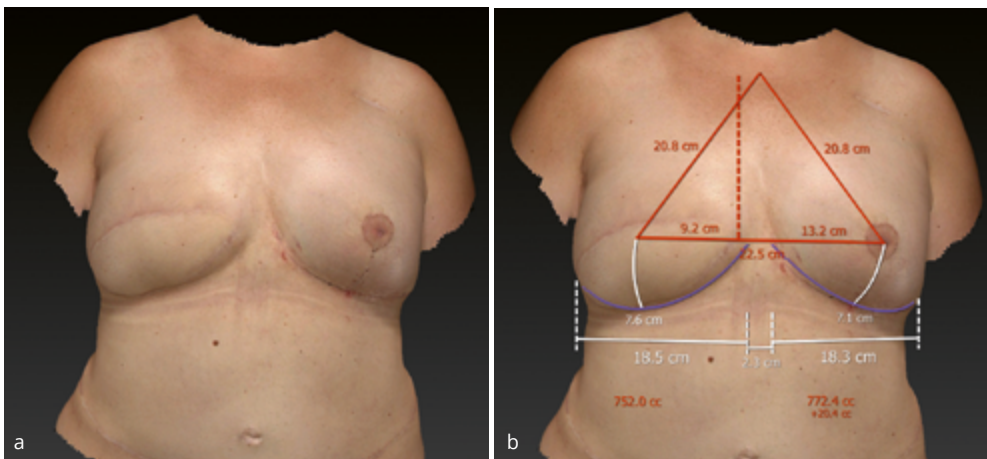


Abbildung 4 a, b Postoperative 3D-Aufnahme nach dreimaligem Lipofilling (insgesamt etwa 680 cc Volumen verteilt auf drei Einzeleingriffe) sowie angleichender Mammareduktionsplastik (380 cc Resektionsvolumen) in invertierter T-Schnitt-Technik ohne (a) bzw. mit (b) Messungen. Es zeigt sich ein gutes symmetrisches postoperatives Ergebnis mit klinisch nicht mehr relevanter Abweichung (ca. 20 cc rechts > links).



In der präoperativ durchgeführten 3D VECTRA®-Aufnahme zeigte sich die rekonstruierte rechte Brust mit 330 cc im Volumen deutlich reduziert zu der gesunden linken Brust mit einem Volumen von 900 cc. Somit lag eine Volumendifferenz von etwa 570 cc vor. Mithilfe dieser errechneten Werte planten wir den operativen Eingriff zum weiteren Aufbau der rechten Brust und der Korrektur der Mammaasymmetrie (→ Abb. 3). Es erfolgte in drei operativen Schritten die Injektion von insgesamt knapp 700 cc autologem Fettgewebe von Abdomen, den Flanken sowie beiden Oberschenkeln in die rechte Brust, das mit einer wasserstrahlassoziierten Liposuktion entnommen worden war. Außerdem führten wir eine angleichende Mammareduktionsplastik der linken Brust in invertierter T-Schnitttechnik mit einem Resektionsgewicht von 380 cc durch. Postoperativ zeigte sich nach der linksseitigen Mammareduktion ein nahezu symmetrisches Ergebnis beider Brüste sowohl in Anbetracht der Oberfläche als auch hinsichtlich des Volumens mit nur noch minimaler Seitendifferenz (ca. 220 cc) (→ Abb. 4).

Die Handhabung des portablen Geräts ist einfach zu erlernen und die Durchführung schnell und unkompliziert

In Zusammenschau der vorliegenden Literatur sowie basierend auf unserer eigenen Erfahrung mit einem handelsüblichen kleinen/mobilem System, kann die 3D-Oberflächenbildgebung als zuverlässige und reproduzierbare Methode zur Erfassung von Brustform und -volumen betrachtet werden. Wichtig ist hier jedoch eine standardisierte Handhabung der Kamera, da voneinander abweichende Positionierungen oder eine veränderte Platzierung der Patientin zu deutlichen Maßabweichungen führen. Das 3D-Bildgebungssystem misst zwar vergleichsweise geringere Brustvolumina als beispielsweise die MR-Tomographie, nichtsdestotrotz zeigen 3D-Messungen jedoch zuverlässig eine lineare Assoziation mit den Ausmessungen durch eine MRT [1]. Die 3D-Bildgebung ist dabei eine nicht-invasive Methode, die von den Patienten gut toleriert wird; zudem kann innerhalb weniger Sekunden eine Aufnahme durchgeführt werden. Sie kann bei vielfältigen Indikationen der onkologischen, rekonstruktiven und ästhetischen Brustchirurgie hilfreich

für den Chirurgen sein. 3D-Bildgebungssysteme sind sowohl präoperativ im Rahmen der OP-Planung, als auch intraoperativ und zur Analyse des postoperativen Ergebnisses einsetzbar. Neben dem subjektiven Eindruck kann die 3D-Oberflächenbildgebung eine objektive Evaluation des prä- und postoperativen Verlaufs ermöglichen. Die Zuverlässigkeit des verwendeten Systems variiert jedoch bei der Vorhersage der Brustmaße je nach der vorliegenden Brustgröße. Insbesondere bei stark ptotischen und pseudo-ptotischen Brüsten besteht eine signifikant verringerte Assoziation [10], die durch den Abbildungsfehler bei aufeinander liegenden – und damit durch die Software nicht als zwei separate Flächen zu erkennenden – Hautoberflächen bedingt ist. Weiterhin können ausgeprägter Körperschmuck oder besonders starke Pigmentierungen, etwa durch Tätowierungen im Brustbereich, die Validität der 3D-Aufnahmen beeinträchtigen. Insgesamt lässt sich festhalten, dass objektive und reproduzierbare Daten bei der Validierung von Messungen des Brustvolumens und der Formsymmetrie unter Verwendung des Systems beschrieben wurden [11]. Die Anwendung eines bei allen Anbietern verfügbaren Simulationsmodus, insbesondere in Gegenwart der Patientinnen sollte kritisch abgewogen werden, um nicht u. U. überzogene Erwartungen hinsichtlich einer 1:1 technisch-medizinischen Umsetzung zu wecken. Die Handhabung des portablen Geräts ist einfach zu erlernen und die Durchführung schnell und unkompliziert. Ein Nachteil ist jedoch die erforderliche Raumgröße aufgrund des für die Fotoaufnahmen benötigten Mindestabstands. Fest installierte Geräte, bei denen mehrere Aufnahmen simultan und in fester Positionierung der Kameras zueinander durchgeführt werden, haben hier aufgrund der deutlich geringeren Mindestabstände zur Fotografie-Einheit (<50 cm) einen geringeren Raumbedarf, meist sind die Aufnahmezeiten hier signifikant kürzer. Demgegenüber stehen deutlich höhere Anschaffungskosten (i. d. R. um den Faktor 4-5, je nach Hersteller/Modell). In den vergangenen Jahren kam es bereits zu einer deutlichen stärkeren Nutzung von 3D-Algorithmen und infolgedessen zum Angebot kostengünstigerer Modelle. In der Summe hat die 3D-Oberflächenfotografie unserer Erfahrung nach ein großes Potential, die Planung und operativen Ergebnisse in der Brustchirurgie mit einer objektiven und weitgehend Untersucher-unabhängigen Methode zu unterstützen [1].



Literatur

1. Killaars RC, Preuß MLG, de Vos NJP, et al (2020) Clinical assessment of breast volume: can 3D imaging be the gold standard? *Plast Reconstr Surg Glob Open* 8: e3236
2. Herold C, Überreiter K, Busche MN, Vogt PM (2013) Autologous fat transplantation: volumetric tools for estimation of volume survival. A systematic review. *Aesthet Plast Surg* 37: 380–387
3. Yip JM, Mouratova N, Jeffery RM, et al (2012) Accurate assessment of breast volume: a study comparing the volumetric gold standard (direct water displacement measurement of mastectomy specimen) with a 3D laser scanning technique. *Ann Plast Surg* 68: 135–141
4. Kovacs L, Eder M, Hollweck R, et al (2007) Comparison between breast volume measurement using 3D surface imaging and classical techniques. *Breast* 16: 137–145
5. Eder M, Schneider A, Feussner H, et al (2008) Breast volume assessment based on 3D surface geometry: verification of the method using MR imaging. *Biomed Tech* 53: 112–121
6. Koban KC, Härtnagl F, Titze V, et al (2018) Chances and limitations of a low-cost mobile 3D scanner for breast imaging in comparison to an established 3D photogrammetric system. *J Plast Reconstr Aesthet Surg* 71: 1417–1423
7. Olesen OV, Paulsen RR, Højgaard L, et al (2010) Motion tracking in narrow spaces: a structured light approach. *Med Image Comput Assist Interv* 13: 253–260
8. Tzou CH, Artner NM, Pona I, et al (2014) Comparison of three-dimensional surface-imaging systems. *J Plast Reconstr Aesthet Surg* 67: 489–497
9. Heike CL, Upson K, Stuhaut E, Weinberg SM (2010) 3D digital stereophotogrammetry: a practical guide to facial image acquisition. *Head Face Med* 6: 18
10. Wood KL, Zoghbi Y, Margulies IG, et al (2020) Is the vectra 3D imaging system a reliable tool for predicting breast mass? *Ann Plast Surg* 85: S109–S113
11. O'Connell RL, Khabra K, Bamber JC, et al (2018) Validation of the Vectra XT three-dimensional imaging system for measuring breast volume and symmetry following oncological reconstruction. *Breast Cancer Res Treat* 171: 391–398

Prof. Dr. med. Justus P. Beier
Klinik für Plastische Chirurgie, Hand- und Verbrennungschirurgie
Universitätsklinik RWTH Aachen
Pauwelsstraße 30, 52074 Aachen
jbeier@ukaachen.de