

# Update und Trends bei der plastisch-chirurgischen Brustrekonstruktion nach Mastektomie

## Update and Trends in Breast Reconstruction After Mastectomy




Autorinnen/Autoren

Paul Supper<sup>1</sup>, Lorenz Semmler<sup>1</sup>, Eva Placheta-Györi<sup>1</sup>, Maryana Teufelsbauer<sup>1</sup>, Elissa Harik-Chraim<sup>1</sup>, Christine Radtke<sup>1</sup>

### Institute

1 Universitätsklinik für Plastische, Rekonstruktive und Ästhetische Chirurgie, Medizinische Universität Wien

### Schlüsselwörter

Brustchirurgie, Mammarekonstruktion, Brustimplantate, Brust

### Key words

breast surgery, breast reconstruction, breast implants, breast

eingereicht 19.02.2022

akzeptiert 15.02.2023

### Bibliografie

Handchir Mikrochir Plast Chir 2023; 55: 253–261

DOI 10.1055/a-2082-1542

ISSN 0722-1819

© 2023. The Author(s).

This is an open access article published by Thieme under the terms of the Creative Commons Attribution-NonDerivative-NonCommercial-License, permitting copying and reproduction so long as the original work is given appropriate credit. Contents may not be used for commercial purposes, or adapted, remixed, transformed or built upon. (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>)

Georg Thieme Verlag, Rüdigerstraße 14,  
70469 Stuttgart, Germany

### Korrespondenzadresse

Prof. Christine Radtke

Medizinische Universität Wien

Universitätsklinik für Plastische,

Rekonstruktive und Ästhetische Chirurgie

Spitalgasse 23

1090 Wien

Austria

[christine.radtke@meduniwien.ac.at](mailto:christine.radtke@meduniwien.ac.at)

### ZUSAMMENFASSUNG

Dank der Verfeinerung der Operationstechniken ist die autologe Brustrekonstruktion inzwischen Teil der Standardversorgung geworden. Die Beratung der Patientinnen ist aufgrund der Erweiterung der onkologischen Möglichkeiten zur Mastektomie, Brusterhalt und Strahlentherapie und der Vielzahl der rekonstruktiven Techniken schwieriger geworden. Ziel der Rekonstruktion ist es, tumorzellfreie Resektionsränder und ein langfristig ästhetisch zufriedenstellendes Ergebnis mit hoher Lebensqualität für die Patientin zu erreichen. Bei der sofortigen Rekonstruktion ermöglicht die hautsparende oder sogar mamillensparende Mastektomie den Erhalt der Brusthaut und ihrer natürlichen Form, welches das mit der Mastektomie verbundene psychologische Trauma deutlich verringert. Jedoch weisen sekundäre Rekonstruktionen oft eine höhere Zufriedenheit auf, da hier seitens der Patientinnen nach erlebter Formveränderung keine Restitutio ad integrum angenommen wird. Dieser Artikel gibt einen Überblick über die aktuellen Möglichkeiten der Brustrekonstruktion und eine Betrachtung der Patientinnen-Zufriedenheit und Lebensqualität nach einer Brustrekonstruktion. Obwohl die meisten Patientinnen und Chirurg\*innen nach wie vor die sofortige Rekonstruktion bevorzugen, scheint eine Verzögerung der Rekonstruktion die klinischen oder von den Patientinnen berichteten Ergebnisse nicht zu beeinträchtigen. Zu den neuesten Verfeinerungen der chirurgischen Techniken und der autologen Brustrekonstruktion gehören „stacked-flaps“, sowie mikrochirurgische Nervenkoaptation zur Wiederherstellung der Sensibilität, welche zu einer Verbesserung des Ergebnisses und der Lebensqualität führen. Heterologe, d. h. Implantat basierte, Brustrekonstruktion und autologe Brustrekonstruktion sind mittlerweile komplementäre Techniken. Neue Techniken wie die hautsparende und mamillensparende Mastektomie, begleitet von verbesserter Implantatqualität, ermöglichen heutzutage eine risikoarme sofortige prothetische Brustrekonstruktion mit präpektoraler Implantatlage. Die Wahl der Brustrekonstruktion ist abhängig von der Art der Mastektomie, etwaiger Bestrahlung, individuellen Risikofaktoren, dem Habitus und den Wünschen der Patientin. Insgesamt führen die neuerlichen Entwicklungen in der Brustrekonstruktion zu einer Erhöhung der Patientinnen-Zufriedenheit, Lebensqualität, des ästhetischen Ergebnisses unter onkologischer Sicherheit.

**ABSTRACT**

Due to refinements in operating techniques, autologous breast reconstruction has become part of standard care. It has become more difficult to advise patients due to the expansion of oncologic options for mastectomy, radiation therapy and the variety of reconstructive techniques. The goal of reconstruction is to achieve oncologically clear margins and a long-term aesthetically satisfactory result with a high quality of life. Immediate reconstruction preserves the skin of the breast and its natural form and prevents the psychological trauma associated with mastectomy. However, secondary reconstructions often have a higher satisfaction, since here no restitutio ad integrum is assumed. Alloplastic, i. e., implant-based, breast reconstruction and autologous breast reconstruction are complementary techniques. This article provides an overview of current options for breast reconstruction including patients' satisfaction and quality of life following breast reconstruction. Alt-

hough immediate reconstruction is still the preferred choice of most patients and surgeons, delayed reconstruction does not appear to compromise clinical or patient-reported outcomes. Recent refinements in surgical techniques and autologous breast reconstruction include stacked-flaps, as well as microsurgical nerve coaptation to restore sensitivity, which lead to improved outcomes and quality of life. Nowadays Skin-sparing and nipple-sparing mastectomy, accompanied by improved implant quality, allows immediate prosthetic breast reconstruction as well as reemergence of the prepectoral implantation. The choice of breast reconstruction depends on the type of mastectomy, necessary radiation, individual risk factors, as well as the patient's habitus and wishes. Overall, recent developments in breast reconstruction led to an increase in patient satisfaction, quality of life and aesthetic outcome with oncological safety.

**ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS**

|      |   |
|------|---|
| ADM  | azelluläre dermale Matrix/Matrizes                      |
| ADSC | adipose derived stem cells                              |
| AFG  | autologous fat grafting                                 |
| BMI  | Body Mass Index   |
| DBR  | delayed breast reconstruction                           |
| DIEP | deep inferior epigastric artery Lappenplastik           |
| FCI  | fasciokutane infraglutale Lappenplastik                 |
| IBR  | immediate breast reconstruction                         |
| LTP  | lateral thigh perforator Lappenplastik                  |
| NSM  | nipple sparing mastectomy, mamillensparende Mastektomie |
| PAP  | profunda artery perforator Lappenplastik                |
| PMTF | posterior medial thigh perforator                       |
| SGAP | superior gluteal artery perforator                      |
| SSM  | skin sparing mastectomy, hautsparende Mastektomie       |

## Demographie zu Brustkrebs und Brustrekonstruktion

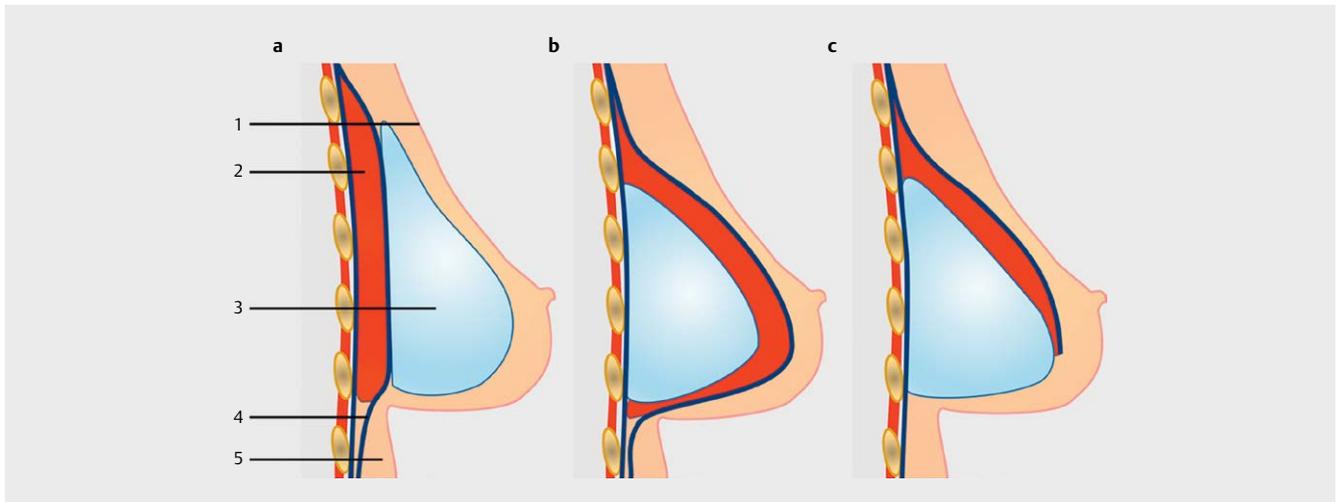
Mit schätzungsweise 2,3 Millionen neuen Fällen und 685,000 Todesfällen im Jahr 2020 ist Brustkrebs noch vor dem Lungenkrebs die am häufigsten diagnostizierte Krebserkrankung und die fünfthäufigste tödliche Krebserkrankung in der Welt [1]. Das European Cancer Information System schätzt eine steigende Inzidenz von 355,457 Brustkrebsfällen in den EU-27 Ländern, aufgrund von zunehmender Fettleibigkeit, körperlicher Inaktivität und erhöhter Screeninguntersuchungen. Mit 28,7 % ist Brustkrebs somit die häufigste Krebsart in Frauen. Währenddessen sinkt die Gesamtmortalitätsrate auf 91,826 aufgrund von effektiveren Behandlung und besseren Früherkennung [2]. In Deutschland erhalten jedes Jahr 75,000 Frauen die Diagnose Brustkrebs, von denen 27 % eine Mastektomie benötigen [3].

Die Zahl der Brustrekonstruktionen ist seit dem Jahr 2000 um 40 % und seit 2015 um etwa nochmals 3 % gestiegen. Außerdem ist aufgrund der zunehmenden genetischen Testung, der Früherkennungsprogramme, dem kollektiven Bewusstsein für Brustkrebs und der Medienpräsenz die Anfrage nach einer bilateralen prophylaktischen Mastektomie bei genetischer Prädisposition gestiegen. Hierbei ist durch die bilaterale prophylaktische Mastektomie eine reduzierte Brustkrebsinzidenz gesichert, während die Reduktion der Gesamtmortalität nicht ausreichend untersucht ist [4–6].

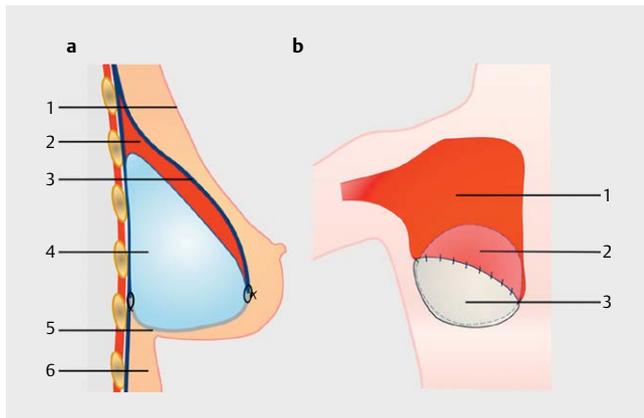
Die rekonstruktiven Methoden umfassen Implantatrekonstruktion, der autologen Rekonstruktionen mit lokalen und freien Lappenplastiken, sowie dem Fettgrafting. Obwohl die implantatbasierte Rekonstruktion nach einer Mastektomie nach wie vor das am häufigsten angewandte Rekonstruktionsverfahren ist, hat die autologe Brustrekonstruktion in den letzten Jahren zugenommen [7]. Anhand einer nationalen Stichprobe der *American College of Surgeons National Surgical Quality Improvement Program Database* von 2012 bis 2018 haben Holoyda et al. einen signifikanten Rückgang der Verweildauer von Patienten gezeigt, die sich einer mikrovaskulären Brustrekonstruktion unterzogen, ohne gleichzeitigen Anstieg der Komplikations- und Wiedereinweisungsraten, sowie eine Zunahme der Anwendung dieser Technik [8].

In einer britischen Studie betrug die Komplikationsrate mit Wiedereinweisung oder Revisionsoperation bei der implantatbasierten Rekonstruktion 42 % im Vergleich zu 32 % in der Gruppe der autologen Geweberekonstruktion. In der Gruppe mit Implantatrekonstruktion mussten die Implantate in 37 % der Fälle wieder entfernt werden [9].

Insgesamt ist die Durchführbarkeit von randomisierten kontrollierten Studien zum Vergleich der einzelnen Rekonstruktionstechniken bei diversem Patientinnenkollektiv deutlich limitiert, da die Operationswahl von individuellen Risikofaktoren, wie Krebsdignitäten, notwendiger Strahlentherapie, Komorbiditäten, Habitus, Patientinnenwunsch und Erfahrung der Chirurg\*innen abhängt [3].



► **Abb. 1** Schematische Implantatlage bei Mamillen-aussparender Mastektomie: 1: Hautmantel, 2: M. pectoralis major et minor 3: Expander/Implantat, 4: Muskelfaszie, 5: Subcutis, A: Präpektoriale Implantatlage (subkutan), B: Subpektoriale Implantatlage (komplett Submuskulär), C: Dual plane Implantatlage.



► **Abb. 2** Einsatz von azellulärer dermaler Matrix in der dual-plane Implantat-Rekonstruktion: A: sagittale Ansicht: 1: Hautmantel, 2: M. pectoralis major 3: Muskelfaszie, 4: Implantat, 5: azelluläre dermale Matrix 6: Subcutis; B: frontale Ansicht: 1: M. pectoralis major, 2: Implantat, 3: azelluläre dermale Matrix.

## Implantat-Rekonstruktion: Prä-, subpektoriale Lage oder „dual plane“ – was ist aktuell?

In den frühen 1980er Jahren wurde die präpektoriale Implantatlage (siehe ► **Abb. 1**) aufgrund der hohen Komplikationsraten mit Hautnekrosen, Kapselkontraktur und der anschließenden Notwendigkeit einer Explantation kritisch gesehen [10]. Infolgedessen und aufgrund der fehlenden Gewebeabdeckung wurde die submuskuläre Implantation für zwei Jahrzehnte zum Goldstandard [11, 12]. Die Implantation von submuskulären Expandern nach Mastektomie geht häufig mit Bewegungsdeformität, Migration und Schmerzen einher, welches, insbesondere nach einer anschließenden Strahlentherapie, zu schlechten ästhetischen Ergebnissen führt [13, 14].

Die Fortschritte in Bezug auf die Mastektomieverfahren, sind die hautsparende (Skin-sparing Mastektomie, SSM) und die mamillensparende Mastektomie (Nipple-sparing Mastektomie, NSM), begleitet von verbesserter Implantatqualität (Texturierung, lightweight, etc.) und chirurgischen Techniken, führen heutzutage dazu, dass die subglanduläre, bzw. präpektoriale Implantation erneut populär werden [15]. Die NSM mit implantatbasierter Primärrekonstruktion der Brust (immediate breast reconstruction - IBR) ist heute eine weit verbreitete Technik, die es ermöglicht, die ästhetischen Ergebnisse und die Lebensqualität der Patientinnen zu verbessern. Eine retrospektiven Überprüfung von 209 Patientinnen (269 Mammæ), die sich von Januar 2018 bis April 2021 einer NSM gefolgt von einer präpektoraler implantatbasierter IBR unterzogen, konnten geringe Raten von Implantatverlusten (1,44%) und Nekrosen des Nippel-Areola-Komplexes (0,96%), beobachtet werden [16].

## Implantatbasierte Rekonstruktion mit azellulärer dermaler Matrix

Die Anwendung von azellulären dermalen Matrices (ADM) ist ein vielversprechendes Verfahren und hat sich zu einer häufig verwendeten Technik bei der IBR entwickelt (siehe ► **Abb. 2**). Im Jahr 2020 berichtete die American Society of Plastic Surgeons, dass 75% der Brustrekonstruktionen implantatbasiert waren und wobei dann bei 59,427 von 137,808 Brustrekonstruktionen ADM verwendet wurde. Dies entspricht einer ADM-Anwendung in 43% der Fälle. Bei den meisten Brustrekonstruktionen in den USA wird seit der Einführung 2005 humane azelluläre dermale Matrix verwendet [17–19]. Alternativ sind auch dermale Matrices tierischen Ursprungs als Xenografts (Rinder- oder Schweine-) erhältlich.

ADM werden bei primärer oder sekundärer implantatbasierter Rekonstruktion zur Abdeckung des inferolateralen Pols in subpektoralen als auch in dual-plane liegenden Implantaten zur Abdeckung des caudalen Pols verwendet, können jedoch auch additiv zur Verstärkung bei subkutanen Brustrekonstruktionen eingesetzt

werden [20, 21]. Zu den Vorteilen der ADM gehören bessere Kontrolle der Position des Implantates und Formung der Inframärfalte, eine zusätzliche Schutzschicht zur Haut [22].

Die Nachteile umfassen die relevanten, hohen Materialkosten. Weiters wurde die Anwendung von ADM mit erhöhten Seromraten und postoperativen Infektionsraten in Verbindung gebracht [21, 23]. In einer systematischen Übersichtsarbeit und Metaanalyse aus dem Jahr 2018 konnte jedoch, bei niedrigem Evidenzlevel, keine erhöhte Infektionsrate und allgemeine Komplikationsrate festgestellt werden [24]. In 194 Patientinnen (262 Mammae) konnte gezeigt werden, dass der Einsatz von „gemeshter“ ADM zu einer deutlichen Reduktion der Hämatom-, Serom-, und Infektionsrate führt [25]. Hinsichtlich des Implantatverlustes, konnte in einer randomisierten, multizentrischen Studie mit 6-Monaten Nachbeobachtung gezeigt werden, dass ADM bei IBR ein gleiches Risiko für einen Implantatverlust aufweist wie die IBR ohne ADM, jedoch erforderte der Einsatz von ADM häufigere Folgeeingriffe [26].

Positiv ist, dass die Anwendung ADMs mit einer geringeren Rate an Kapselkontrakturen verbunden war [27]. Allerdings steigt hingegen das Risiko für eine Kapselkontraktur bei schlecht durchblutetem Hautmantel, erhöhtem Totraum und mit konsekutiv früheren Revisionsoperationen [28]. Dies betont die Notwendigkeit der exakten Indikationsstellung für die Anwendung von ADMs bei IBR und der vorsichtigen Patientinnenselektion unter Berücksichtigung von Risikofaktoren. Als signifikante Risikofaktoren für postoperative Komplikationen, Reoperationsraten und Implantatverluste konnte bei sofortiger implantatbasierter Rekonstruktion mit ADM ein BMI von über 30, ein Mastektomiegewicht von über 600 g, positiver Raucherstatus und präoperative Strahlentherapie festgestellt werden [29]. Weiters konnte eine signifikant höhere Komplikationsrate bei einzeitiger IBR mit ADM festgestellt werden [29–31]. Manche Patienten entwickeln nach Anwendung von ADM und Implantaten temporär postoperativ ein Erythem im Bereich der Haut direkt über dem ADM. Als Ursache werden Verletzungen der Lymphgefäße in der Haut vermutet. Es ist selbstlimitierend und bei Neogenese von Lymphgefäßen bildet es sich restlos zurück [32].

Insgesamt werden azelluläre dermale Matrices bei der implantatbasierten Brustrekonstruktion in großem Umfang eingesetzt. Allerdings, ist die strikte Einhaltung der technischen und aseptischen Prinzipien, sowie die präoperative Selektion der Patientinnen von Bedeutung, um zu entscheiden, ob anhand der Risikofaktoren eine autologe Rekonstruktion mehr anzuraten sei [23, 29].

## Primäre versus sekundäre autologe Brustrekonstruktion

Der optimale Zeitpunkt der autologen Rekonstruktion ist aufgrund der unterschiedlichen onkologischen Ausgangslagen und ggf. Notwendigkeit von adjuvanter Strahlentherapie bzw. neoadjuvanter Chemotherapie/Immuntherapie eine individualisierte Indikation. Zahlreiche Studien haben jedenfalls gezeigt, dass eine sofortige Brustrekonstruktion keinen negativen Einfluss auf das Wiederauftreten von Krebs oder auf die Überlebensraten hat [33, 34].

Bei freien Tumorrändern und keiner bestehenden Indikation zur Strahlentherapie besteht prinzipiell die Möglichkeit zur primären Rekonstruktion, welche die Anzahl an Operationen reduziert. [6, 35] Die primäre Rekonstruktion ermöglicht bei hautsparender oder

sogar mamillensparender Mastektomie den Erhalt der Brusthaut und ihrer natürlichen Form, welches das mit der Mastektomie verbundene psychologische Trauma deutlich verringert. Laut Studien führt dies zu höherer Patientinnenzufriedenheit und einem besseren psychosozialen und sexuellen Wohlbefinden [36, 37]. Allerdings wird dies mit der Möglichkeit der Brust nachzutruern gegenübergestellt. Die Belastung durch das Fehlen der Brust wird unterschiedlich wahrgenommen und eine sofortige Rekonstruktion ist auch nicht immer von den Patientinnen erwünscht. Sekundäre Rekonstruktionen sind neben der onkologischen Indikation oder den Verfügbarkeiten rekonstruktiver Chirurg\*innen oftmals auch ein Patientinnenwunsch. Hierbei stellen Patientinnen ihre rekonstruierte Brust zumeist nicht mit der Brust vor Mastektomie gegenüber und weisen oft eine hohe Zufriedenheit auf, da hier keine Restitutio ad integrum angenommen wird.

In früheren Studien wurde eine erhöhte Komplikationsrate mit Fettgewebsnekrosen, unvorhersehbarem Volumenverlust, Wundkontrakturen und eine höhere Rate von Revisionseingriffen bei sofortiger Brustrekonstruktion (immediate breast reconstruction - IBR) nach Strahlentherapie festgestellt [38–43]. Gleichzeitig ist bei früher sekundärer Brustrekonstruktion (delayed breast reconstruction – DBR) auch mit erhöhter Häufigkeit von intraoperativen vaskulären Komplikationen und postoperativen Wundinfektionen belegt [37, 44]. Eine reduzierte Komplikationsrate kann erst nach mindestens 12 Monaten nach Radiatio festgestellt werden [37].

In einer Meta-Analyse bei insgesamt 3,473 Patienten zeigten sich in der DBR-Kohorte eine höhere Seromrate und in der IBR-Kohorte höhere Raten von Fettgewebsnekrosen, Hämatomen und Infektionen. Die relativen Komplikationsraten waren zwischen IBR und DBR jedoch insgesamt vergleichbar und statistisch nicht signifikant. [45].

Insgesamt ist der Zeitpunkt der Rekonstruktion anhand der onkologischen Indikation mit freien Resektionsrändern, der Notwendigkeit der Bestrahlung, Begleiterkrankungen, der Möglichkeit zur brusterhaltenden Mastektomie, der Lebenserwartung, dem Lokustatus, Habitus und erwartetem ästhetischem Ergebnis abzuwägen und bedarf ausführlicher Aufklärungsgespräche unter Einbeziehung des Patientinnenwunsches.

## Autologe Rekonstruktion und Auswahl der Lappenplastik

Die autologe Brustrekonstruktion umfasst eine Vielzahl von möglichen Lappenplastiken. Die Spenderregionen für die zu verwendeten Lappenplastiken umfassen die Bauchregion (DIEP, TRAM, SIEA), die Gesäßregion (LGAP, SGAP, IGAP), die Oberschenkelregion (TMG, PAP, PMTP) und den Rücken (Latissimus dorsi) (siehe ► **Abb. 3**). Übliche Anschlussgefäße für freie Lappenplastiken sind die A. thoracica interna oder lateralis und die A. thoracodorsalis oder die A. circumflexa scapulae. Die häufigste freie Lappenplastik ist der DIEP [46]. Der Vorteil der autologen Rekonstruktionstechnik gegenüber der Implantat-basierten Rekonstruktion besteht darin, dass gut durchblutetes Gewebe in die Brust übertragen wird, wodurch Wundheilungsstörungen minimiert und implantatbedingte Komplikationen verringert werden, während die Nachteile, die Morbidität auf der Spenderseite und die längere Operationszeit im Gegensatz zur direkten Rekonstruktion mit Implantat sind. Die häufigsten postope-

rativen Komplikationen der autologen Brustrekonstruktion sind Hämatome, Serome, Infektionen und Thrombosen der Mikroanastomosen, während es langfristig bei abdomineller Spenderseite zu Bauchdeckenschwäche kommen kann, welche jedoch in diesem Ausmaß nur geringe funktionale Einschränkungen im Alltag bringt und bei der DIEP-Lappenplastik nur noch 0–4% der Fälle betrifft bzw. eine Netzimplantation diese an der Hebestelle verhindert. [35]

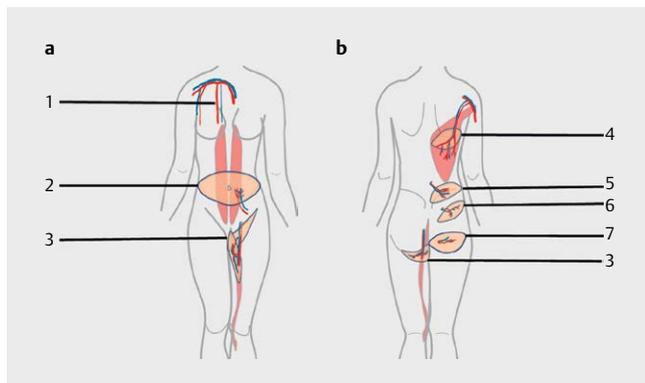
Fujimoto und Kollegen[47] empfehlen folgend ihrer klinischen Studie die Verwendung von DIEP-Lappenplastik zur autologen Brustrekonstruktion bei älteren Patientinnen und Patientinnen mit einem höheren Body-Mass-Index, SGAP-Lappenplastik bei jüngeren Patientinnen, sowie DIEP- und SGAP-Lappenplastiken für größere und PMTP-Lappenplastik für kleinere Mammae. In Übereinstimmung mit der genannten Studie stellten Patel und Ramakrishnan [48] fest, dass die DIEP-Lappenplastik in 85% und die transversale obere Gracilis- und PAP-Perforator-Lappenplastik in 10% der Fälle für die freie lappenplastische-Rekonstruktion verwendet wird. Als Alternative bei normalgewichtigen oder schlanken Patientinnen, beschrieben Papp et al.[49] die Brustrekonstruktion mit dem fasciokutanen infraglutalealen freien Lappenplastik (FCI).

Im Jahr 2012 wurde die PAP-Lappenplastik von Robert J. Allen eingeführt [50]. Mehrere andere haben erklärt, dass die PAP-Lappenplastik eine zuverlässige zweite Wahl für die Brustrekonstruktion ist, insbesondere bei Patienten, bei denen eine DIEP-Lappenplastik nicht in Frage kommt. Einige Chirurg\*innen bevorzugen jedoch die PAP-Lappenplastik und bezeichnen sie in Patientinnen mit normalen bis niedrigem BMI als der DIEP-Lappenplastik überlegen [51].

Eine weitere Ergänzung zur onkoplastischen Brustchirurgie ist die Brustwand-Perforator-Lappenplastik bei partieller Brustrekonstruktion. Diese ist insbesondere bei Frauen mit kleinen Mammae, ohne Ptose, aber selbst bei Risikopatientinnen (aktive Raucherinnen, hoher BMI) möglich [52].

## Stacked flaps

Um das Volumen der autologen Brustrekonstruktion zu erhöhen, wurde die gestapelte Lappenrekonstruktion mit Anschluss zweier



► **Abb. 3** Schematische Darstellung der Lappenplastiken der autologen Brustrekonstruktion: A) Ansicht von ventral: 1) Anschlussgefäße: medial A.&V.thoracica interna, lateral: A.thoracica lateralis; 2)DIEP-, TRAM-, SIEA - Lappenplastik; 3) TMG- & PAP-Lappenplastik; 3) Lissimus dorsi Lappenplastik; 5) LAP-Lappenplastik; 6) SGAP-Lappenplastik; 7) IGAP-Lappenplastik.

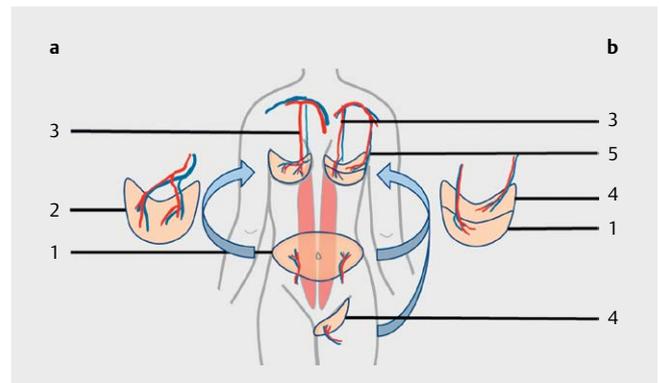
Lappenplastiken als sicher und effizient beschrieben [53, 54]. Die Autoren demonstrieren die zuverlässige Anwendung bei Frauen, bei denen mehr Volumen generiert werden muss, als es mit einer alleinigen Lappenplastik oder multiplem Fett-Grafting möglich wäre.

Methodisch gibt es hier die Möglichkeit die Pedikel seriell zu anastomosieren und somit Y-förmig an das Empfängergefäß anzuschließen, oder die Lappenplastiken separat an zwei Gefäßen anzubringen (siehe ► **Abb. 4**) [53, 54]. Hierbei sollten zur präoperativ Methoden zum Perforatoren-Mapping (Dopplersonographie, CT-Angiographie, etc.) eingesetzt werden [54]. Die gefaltete doppel-DIEP-Lappenplastik hat bei radikaler Mastektomie ohne Hautschonung den Vorteil, dass keine zusätzliche Narbe zwischen den Lappenplastiken erzeugt wird [54]. Währenddessen kann eine kombinierte Lappenplastik wie eine DIEP/PAP-Lappenplastik im Sinne einer vierfachen Lappenplastik für eine einzeitige bilaterale Brustrekonstruktion verwendet werden [53].

Eine weitere zuverlässige Option für eine gestapelte Brustrekonstruktion ist die doppelte Oberschenkelperforator-Lappenplastik (lateral thigh perforator – LTP), welche bei minimaler Hebemorbidity einfach zu entnehmen ist [55]. Bei sehr ausgewählten Patientinnen kann auch die beidseitige Brustrekonstruktion mit gestapelter abdomineller Lappenplastik kombiniert mit freier posteriorer Oberschenkellappenplastik erfolgreich durchgeführt werden [56]. Zusammenfassend bieten gestapelte Lappenplastiken bei Frauen mit großem Volumsdefizit und mikrochirurgischem Know-how, die Möglichkeit uni- aber auch bilaterale Rekonstruktionen sicher durchzuführen.

## Nervenkoaptation zur Wiederherstellung der Brustsensibilität

Neben der Rekonstruktion der anatomischen Form, der Ästhetik der Brust und der Hebestelle ist die funktionelle Rekonstruktion des Brustgefühls zunehmend von Bedeutung. In dieser Hinsicht ist eine verminderte oder fehlende Sensibilität nach wie vor eine nicht zu unterschätzende Nebenwirkung, die die Lebensqualität nach der Brustrekonstruktion beeinträchtigt. Die Neurotisation des autologen Gewebetransfers wurde für die Brustrekonstruktion ein-



► **Abb. 4** Stacked flaps: A) Doppel-DIEP: 1) DIEP-Lappenplastik in-situ, 2) gefalteter Doppel-DIEP mit aneinander anastomosierten Perforatoren, 3) A. mammaria interna; B) stacked PAP-DIEP-Lappenplastik: 4) PAP-Lappenplastik in-situ, 5) A. thoracodorsalis.

geführt und wurde inzwischen bei Hunderten von Patienten durchgeführt [57–60]. Methodisch wird hier bei abdominellem Spenderareal ein Interkostalnerv inkludiert, welcher zumeist an den anterioren Ast des Ramus cutaneus lateralis nervi intercostalis IV End-zu-End koaptiert wird [60].

In einer systematischen Übersichtsarbeit führte die Nervenkoaptation zu einer überlegenen sensorischen Erholung der rekonstruierten Brust mit klinischer Relevanz, da die protektive Sensibilität im Vergleich zur Lappenplastik mit nur spontaner Reinnervation wiederhergestellt wurde [61]. In einer Pilotstudie wurden 18 Patientinnen mit, und 14 ohne Nervenkoaptation hinsichtlich ihrer Lebensqualität untersucht. Die Nervenkoaptation führte zu einer statistischen Verbesserung der Lebensqualität, anhand des Breast-Q [62]. Im Vergleich zwischen Mastektomietechniken konnte gezeigt werden, dass bei konventioneller Mastektomie der größte Sensibilitätsgewinn erzielt werden konnte, während der Effekt in der SSM und NSM noch unklar ist [63].

In toto führt die Neurotisation bei der autologen Brustrekonstruktion nicht nur zu einer protektiven Sensibilität mit der Chance ein reguläres Gefühl zu erreichen, sondern erhöht auch die Identifikation mit und die emotionale Integration der rekonstruierten Brust [62].

## Patientenzufriedenheit & gesundheitsbezogene Lebensqualität

Die gesundheitsbezogene Lebensqualität und die Patientenzufriedenheit nach einer Brustrekonstruktion sind entscheidende Aspekte der Patientenversorgung [64]. In einer multizentrischen Studie wurden 523 Patientinnen nach einer autologen und 1490 nach Implantat-basierter Brustrekonstruktion 2 Jahre postoperativ untersucht, worunter die Patientinnen nach autologer Rekonstruktion signifikant zufriedener mit ihren Brüsten waren und ein größeres psychosoziales und sexuelles Wohlbefinden als die Patientinnen nach einer Implantatrekonstruktion zeigten [7]. In Bezug auf sofortige oder verzögerte Brustrekonstruktion, konnte eine retrospektive Multicenterstudie mit 1957 eingeschlossenen Patientinnen feststellen, dass die DBR zu einer geringeren Komplikationsrate führte, ohne dass es Unterschiede bei der Patientenzufriedenheit und der Lebensqualität gab [65].

Wie bereits erwähnt, ist die DIEP-Lappenplastik die am häufigsten verwendete Lappenplastik für die autologe Brustrekonstruktion und ist mit einem höheren abdominellem physischen Wohlbefinden verbunden als gestielte oder freie TRAM-Lappenplastik [66]. Jedoch können, wie bei der SIEA-Lappenplastik mit intakter Faszie, Komplikationen an der Entnahmestelle die Patientenzufriedenheit verringern [66]. In Bezug auf das Patientinnenalter konnte in einer multizentrischen prospektiven Studie gezeigt werden, dass das Alter keinen signifikanten Einfluss auf die Komplikationsraten hatte. Jedoch zeigten ältere Frauen bei Implantat- und autologer Brustrekonstruktion ein höheres sexuelles Wohlbefinden, eine bessere Zufriedenheit und auch ein besseres körperliches und psychosoziales Wohlbefinden als jüngere Frauen bei autologen Verfahren [7]. Bei brusterhaltender Mastektomie ergab es keinen signifikanten Unterschied im körperlichen Wohlbefinden oder in der Zufriedenheit über die Brust im Vergleich zwischen NSM oder SSM. Allerdings wurde ein höheres psychosoziales und sexuelles Wohl-

befinden nach NSM im Vergleich zu SSM mit Brustwarzenrekonstruktion beobachtet [67]. Nach autologer Rekonstruktion führt die Brustwarzenrekonstruktion nach Egan et al. zu einer höheren Patientenzufriedenheit [68].

In einer kürzlich durchgeführten Metaanalyse analysierten Toyserkani et al. die BREAST-Q-Scores von Patientinnen mit autologer gegenüber implantatbasierter Brustrekonstruktion und stellten höhere Werte nach autologer Brustrekonstruktion fest. Die Autoren stellten jedoch fest, dass prospektive, randomisierte, kontrollierte Studien, die Patientinnen einschließen, die für beide Arten der Rekonstruktion in Frage kommen, erforderlich sind, um diese Ergebnisse weiter empirisch zu verifizieren [69]. Dies könnte auf das langfristig stabilere ästhetische Ergebnis, verbesserte Haptik, sowie die fehlende Kapselbildung und einhergehende *breast implant based illness* zurückzuführen sein. Bei den implantatbasierten Verfahren fanden Le und Kollegen bei 101 Frauen (182 Mammae) vergleichbare Zufriedenheitswerte für die meisten BREAST-Q-Module zwischen prä- und subpektoralen prothetischen IBR. Die subpektorale Implantatgruppe erzielte höhere Werte für das sexuelle Wohlbefinden als die präpektorale Gruppe [70].

Als weiterer Faktor wurde die präoperative Zufriedenheit mit ihrer Brust bei Patientinnen mit sofortiger Rekonstruktion nach Mastektomie identifiziert und anhand des BREAST-Q analysiert. Hierbei wurde die Bedeutung der präoperativen Beratung und der Erwartungshaltung bei Patientinnen hervorgehoben [71].

## Autologes Fettgrafting & Composite Rekonstruktion

Ein aufstrebendes Gebiet welches trotz längerer klinischer Implementierung laufend verfeinert wird, ist die autologe Fetttransplantation (autologous fat grafting - AFG) zur Volumenkorrektur und kleinerer Brustvergrößerungen [72]. AFG kann zur Korrektur von Kontur- oder Volumendefiziten nach einer Rekonstruktion oder Bestrahlung eingesetzt werden. Bei der Verwendung von AFG konnte die onkologische Sicherheit ohne lokalen oder systemischen Rezidiven, bei niedriger Komplikationsrate innerhalb eines Jahres, gezeigt werden [73–75].

AFG wird hybrid mit Implantatrekonstruktion eingesetzt, zeigt ästhetisch gute Resultate, muss jedoch noch hinsichtlich der Take-Rate optimiert werden [76]. Weitere Trends ist AFG bei der Anwendung von Loops und Dehnungslappenplastiken zur geschlossenen Brustformung [77].

## Zukunftsträchtige Forschungsbereiche

Die ständige Verfeinerung von chirurgischen Techniken und Materialien, Forschung und retrospektive Meta-Analysen werden die Ergebnisse, in Bezug auf die Gewebestabilität nach onkologischer Nachbehandlung oder Bestrahlung, das ästhetische Erscheinungsbild und die allgemeine Lebensqualität kontinuierlich verbessern. Im Jahr 2013 wurden in der Übersichtsarbeit der Breast Cancer Campaign Prioritäten für die Brustkrebsforschung festgelegt [78]. Als Ergänzung dazu wurden in einer kürzlich durchgeführten Studie Möglichkeiten und Prioritäten für die Forschung im Bereich der Brustkrebschirurgie ermittelt. Im Hinblick auf die chirurgische Behandlung wurden mehrere wichtige Lücken definiert, z. B. Strategien zur Ver-

ringerung der Revisionsoperation bei Patientinnen, die sich einer brusterhaltenden Operation unterziehen, und Alternativen zur chirurgischen Exzision [79]. Insgesamt besteht jedoch nach wie vor deutlicher Bedarf zur Diskussion der Rolle der rekonstruktiven Chirurg\*innen und der Forschung für die Brustrekonstruktion.

Ein zunehmendes Forschungsgebiet ist das Tissue Engineering von aus dem Fettgewebe gewonnenen Stammzellen (ADSCs) zur Erzeugung von Fettgewebe durch Differenzierung [80]. Bisherige in-vitro-Studien zeigten widersprüchliche Ergebnisse hinsichtlich der Wirkung von ADSCs auf Brustkrebszellen. Während sie ein proangiogenes und immunmodulatorisches Potenzial besitzen, proliferative und antiapoptotische Stimuli liefern, zeigen sie in einer Hochdichtekultur eine Unterdrückung von Brustkrebszellen [81, 82]. In-vivo-Daten an Mäusen zeigten nach Entfernung von Brustkrebs jedoch eine höhere Metastasierungsrate bei ADSCs Injektion im Vergleich zu CD34-negativen Zellen [83]. Für 3-dimensionale Anwendung sind in-vitro gezüchtete Zellen abhängig von Strukturen, wobei 3d-scaffolds und bioprinting sich als erfolgreiche Umsetzungen zeigen. Hierbei sind die Hürden zur breiten klinischen Anwendung neben ethischen und rechtlichen Aspekten, noch die Vaskularisation und Nährstoff-Diffusion, weshalb an Bioinks mit Möglichkeit zur Gefäßinsprossung erforscht wird, um nachhaltiges Volumen zur ermöglichen [84].

## Schlussfolgerung

Die Brustrekonstruktion bedarf einer sehr individuellen Therapie, und aufgrund den verschiedenen Rekonstruktionsmöglichkeiten sind randomisiert kontrollierte Studien schwierig durchführbar. Die Entscheidung für eine implantatbasierte oder autologe Rekonstruktion hängt von den individuellen Gegebenheiten, den Risikofaktoren, der notwendigen Nachbehandlung sowie den Wünschen und Erwartungen der Patientin ab. Es gibt klar identifizierbare Risikofaktoren, die zur Wahl der jeweiligen Methode zu berücksichtigen sind. Neue Techniken haben sowohl die IBR-Rekonstruktion zu einer signifikanten Reduktion der Komplikationsrate geführt als auch neue Techniken in der Mikrochirurgie haben zu einem besseren und sicheren Ergebnis mit Erhöhung der Patientenzufriedenheit geführt.

## Interessenkonflikt

Die Autorinnen/Autoren geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

## Literatur

- [1] Sung H, Ferlay J, Siegel RL et al. Global Cancer Statistics 2020: GLOBOCAN Estimates of Incidence and Mortality Worldwide for 36 Cancers in 185 Countries. *CA Cancer J Clin* 2021; 71: 209–249. DOI: 10.3322/caac.21660
- [2] European cancer information system.ECIS. Breast cancer burden in EU-27 2020. *Jt Res Cent* 2020; 44–45. Im Internet: [https://www.encreu/sites/default/files/factsheets/Breast\\_cancer\\_factsheet\\_December\\_2020.pdf](https://www.encreu/sites/default/files/factsheets/Breast_cancer_factsheet_December_2020.pdf)
- [3] Gerber B, Marx M, Untch M et al. Breast Reconstruction Following Cancer Treatment. *Dtsch Arztebl Int* 2015; 112: 593–600. DOI: 10.3238/arztebl.2015.0593
- [4] Wong SM, Freedman RA, Sagara Y et al. Growing use of contralateral prophylactic mastectomy despite no improvement in long-term survival for invasive breast cancer. *Ann Surg* 2017; 265: 581–589. DOI: 10.1097/SLA.0000000000001698
- [5] Kummerow KL, Du L, Penson DF et al. Nationwide trends in mastectomy for early-stage breast cancer. *JAMA Surg* 2015; 150: 9–16. DOI: 10.1001/jamasurg.2014.2895
- [6] AWMF Leitlinienprogramm, Mammakarzinom. Interdisziplinäre S3-Leitlinie für die Früherkennung, Nachsorge des Mammakarzinoms 2019
- [7] Santosa KB, Qi J, Kim HM et al. Long-term Patient-Reported Outcomes in Postmastectomy Breast Reconstruction. *JAMA Surg* 2018; 153: 891–899. DOI: 10.1001/jamasurg.2018.1677
- [8] Holoyda KA, Magno-Padron DA, Carter GC et al. National Trends in Length of Stay for Microvascular Breast Reconstruction: An Evaluation of 10,465 Cases Using the American College of Surgeons National Surgical Quality Improvement Program Database. *Plast Reconstr Surg* 2022; 149: 306–313. DOI: 10.1097/PRS.00000000000008706
- [9] Tanos G, Prousskaia E, Chow W et al. Locally Advanced Breast Cancer: Autologous Versus Implant-based Reconstruction. *Plast Reconstr surgery Glob open* 2016; 4: e622. DOI: 10.1097/GOX.0000000000000598
- [10] Cordeiro PG, Jazayeri L. Two-Stage Implant-Based Breast Reconstruction: An Evolution of the Conceptual and Technical Approach over a Two-Decade Period. *Plast Reconstr Surg* 2016; 138: 1–11. DOI: 10.1097/PRS.0000000000002243
- [11] Walia GS, Aston J, Bello R et al. Prepectoral versus subpectoral tissue expander placement: A clinical and quality of life outcomes study. *Plast Reconstr Surg - Glob Open* 2018; 6: 1–6. DOI: 10.1097/GOX.0000000000001731
- [12] Schlenker JD, Bueno RA, Ricketson G et al. Loss of silicone implants after subcutaneous mastectomy and reconstruction. *Plast Reconstr Surg* 1978; 62:
- [13] Sigalove S, Maxwell GP, Sigalove NM et al. Prepectoral implant-based breast reconstruction and postmastectomy radiotherapy: Short-term outcomes. *Plast Reconstr Surg - Glob Open* 2017; 5: 1–7. DOI: 10.1097/GOX.0000000000001631
- [14] Alnaif N, Safran T, Viezel-Mathieu A et al. Treatment of breast animation deformity: A systematic review. *J Plast Reconstr Aesthetic Surg* 2019; 72: 781–788. DOI: 10.1016/j.jbips.2019.02.025
- [15] Rebowe RE, Allred LJ, Nahabedian MY. The evolution from subcutaneous to prepectoral prosthetic breast reconstruction. *Plast Reconstr Surg - Glob Open* 2018; 6: 1–8. DOI: 10.1097/GOX.0000000000001797
- [16] Salgarello M, Visconti G, Barone-Adesi L. Current trends in breast reconstruction. *Minerva Surg* 2021; 76: 526–537. DOI: 10.23736/S2724-5691.21.08987-5
- [17] ASPS National Clearinghouse of Plastic Surgery Procedural Statistics; Plastic Surgery Statistics Report 2020. 2021. Im Internet: <https://www.plasticsurgery.org/documents/News/Statistics/2020/plastic-surgery-statistics-full-report-2020.pdf>
- [18] Broyles JM, Liao EC, Kim J et al. Acellular Dermal Matrix-Associated Complications in Implant-Based Breast Reconstruction: A Multicenter, Prospective, Randomized Controlled Clinical Trial Comparing Two Human Tissues. *Plast Reconstr Surg* 2021; 493–500. DOI: 10.1097/PRS.00000000000008194
- [19] Breuing KH, Warren SM. Immediate bilateral breast reconstruction with implants and inferolateral AlloDerm slings. *Ann Plast Surg* 2005; 55: 232–239. DOI: 10.1097/01.sap.0000168527.52472.3c

- [20] Campbell CA, Losken A. Understanding the Evidence and Improving Outcomes with Implant-Based Prepectoral Breast Reconstruction. *Plast Reconstr Surg* 2021; 437E–450E. DOI: 10.1097/PRS.0000000000008229
- [21] Colwell AS, Taylor EM. Recent Advances in Implant-Based Breast Reconstruction. *Plast Reconstr Surg* 2020; 145: 421e–432e. DOI: 10.1097/PRS.00000000000006510
- [22] Sbitany H, Serletti JM. Acellular dermis-assisted prosthetic breast reconstruction: A systematic and critical review of efficacy and associated morbidity. *Plast Reconstr Surg* 2011; 128: 1162–1169. DOI: 10.1097/PRS.0b013e318230c29e
- [23] Parikh RP, Brown GM, Sharma K et al. Immediate implant-based breast reconstruction with acellular dermal matrix: A comparison of sterile and aseptic aloderm in 2039 consecutive cases. *Plast Reconstr Surg* 2018; 142: 1401–1409. DOI: 10.1097/PRS.00000000000004968
- [24] Hallberg H, Rafnoddottir S, Selvaggi G et al. Benefits and risks with acellular dermal matrix (ADM) and mesh support in immediate breast reconstruction: a systematic review and meta-analysis. *J Plast Surg Hand Surg* 2018; 52: 130–147. DOI: 10.1080/2000656X.2017.1419141
- [25] Maisel Lotan A, Ben Yehuda D, Allweis TM et al. Comparative Study of Meshed and Nonmeshed Acellular Dermal Matrix in Immediate Breast Reconstruction. *Plast Reconstr Surg* 2019; 144: 1045–1053. DOI: 10.1097/PRS.00000000000006116
- [26] Lohmander F, Lagergren J, Roy PG et al. Implant Based Breast Reconstruction with Acellular Dermal Matrix: Safety Data from an Open-label, Multicenter, Randomized, Controlled Trial in the Setting of Breast Cancer Treatment. *Ann Surg* 2019; 269: 836–841. DOI: 10.1097/SLA.00000000000003054
- [27] Ho G, Nguyen TJ, Shahabi A et al. A systematic review and meta-analysis of complications associated with acellular dermal matrix-assisted breast reconstruction. *Ann Plast Surg* 2012; 68: 346–356. DOI: 10.1097/SAP.0b013e31823f3cd9
- [28] Kearney AMM, Yan Y, Bricker JT et al. Acellular Dermal Matrix-Associated Contracture: A Clinical and Histologic Analysis of Patients Undergoing Prosthetic Breast Reconstruction. *Plast Reconstr Surg* 2021; 968–977. DOI: 10.1097/PRS.00000000000008485
- [29] Lardi AM, Ho-Asjoe M, Mohanna P-N et al. Immediate breast reconstruction with acellular dermal matrix: factors affecting outcome. *J Plast Reconstr Aesthetic Surg* 2014; 67: 1098–1105
- [30] Hillberg NS, Ferdinandus PI, Dikmans REG et al. Is single-stage implant-based breast reconstruction (SSBR) with an acellular matrix safe?: Strattice™ or Meso Biomatrix® in SSBR. *Eur J Plast Surg* 2018; 41: 429–438. DOI: 10.1007/s00238-018-1415-2
- [31] Gdalevitch P, Ho A, Genoway K et al. Direct-to-implant single-stage immediate breast reconstruction with acellular dermal matrix: Predictors of failure. *Plast Reconstr Surg* 2014; 133: 738–747. DOI: 10.1097/PRS.0000000000000171
- [32] Nahabedian MY. Prosthetic Breast Reconstruction and Red Breast Syndrome: Demystification and a Review of the Literature. *Plast Reconstr Surg - Glob Open* 2019; 7: E2108. DOI: 10.1097/GOX.00000000000002108
- [33] Crisera CA, Chang EI, Da Lio AL et al. Immediate free flap reconstruction for advanced-stage breast cancer: is it safe? *Plast Reconstr Surg* 2011; 128: 32–41. DOI: 10.1097/PRS.0b013e3182174119
- [34] Nedumpara T, Jonker L, Williams MR. Impact of immediate breast reconstruction on breast cancer recurrence and survival. *Breast* 2011; 20: 437–443. DOI: 10.1016/j.breast.2011.04.006
- [35] DGGG. Deutsche Gesellschaft für Gynäkologie und Geburtshilfe; AWMF-Leitlinie S3 015/075; Brustrekonstruktion mit Eigengewebe 2015; 1–253
- [36] Billig J, Jagsi R, Qi J et al. Should immediate autologous breast reconstruction be considered in women who require post-mastectomy radiation therapy? A prospective analysis of outcomes. *Plast Reconstr Surg* 2017; 139: 1279
- [37] Baumann DP, Crosby MA, Selber JC et al. Optimal timing of delayed free lower abdominal flap breast reconstruction after postmastectomy radiation therapy. *Plast Reconstr Surg* 2011; 127: 1100–1106
- [38] Lee BT A, Adesiyun T, Colakoglu S et al. Postmastectomy Radiation Therapy and Breast Reconstruction: An Analysis of Complications and Patient Satisfaction. *Ann Plast Surg* 2010; 64:
- [39] Sekiguchi K, Kawamori J, Yamauchi H. Breast reconstruction and postmastectomy radiotherapy: complications by type and timing and other problems in radiation oncology. *Breast Cancer* 2017; 24: 511–520
- [40] Claßen J, Nitzsche S, Wallwiener D et al. Fibrotic changes after postmastectomy radiotherapy and reconstructive surgery in breast cancer. *Strahlentherapie und Onkol* 2010; 186: 630–636
- [41] Patel KM, Albino F, Fan KL et al. Microvascular autologous breast reconstruction in the context of radiation therapy: comparing two reconstructive algorithms. *Plast Reconstr Surg* 2013; 132: 251–257. DOI: 10.1097/PRS.0b013e31829586e2
- [42] Carlson GW, Page AL, Peters K et al. Effects of radiation therapy on pedicled transverse rectus abdominis myocutaneous flap breast reconstruction. *Ann Plast Surg* 2008; 60: 568–572. DOI: 10.1097/SAP.0b013e31815b6ced
- [43] Tran NV, Chang DW, Gupta A et al. Comparison of immediate and delayed free TRAM flap breast reconstruction in patients receiving postmastectomy radiation therapy. *Plast Reconstr Surg* 2001; 108: 78–82. DOI: 10.1097/00006534-200107000-00013
- [44] Fracol ME, Basta MN, Nelson JA et al. Bilateral Free Flap Breast Reconstruction After Unilateral Radiation: Comparing Intraoperative Vascular Complications and Postoperative Outcomes in Radiated Versus Nonradiated Breasts. *Ann Plast Surg* 2016; 76: 311–314. DOI: 10.1097/SAP.0000000000000545
- [45] Hershenhouse KS, Bick K, Shauly O et al. “Systematic review and meta-analysis of immediate versus delayed autologous breast reconstruction in the setting of post-mastectomy adjuvant radiation therapy”. *J Plast Reconstr Aesthetic Surg* 2021; 74: 931–944. DOI: 10.1016/j.bjps.2020.11.027
- [46] Gurunluoglu R, Gurunluoglu A, Williams SA et al. Current trends in breast reconstruction: survey of American Society of Plastic Surgeons 2010. *Ann Plast Surg* 2013; 70: 103–110
- [47] Fujimoto H, Ishikawa T, Satake T et al. Donor site selection and clinical outcomes of nipple-areola skin-sparing mastectomy with immediate autologous free flap reconstruction: A single-institution experience. *Eur J Surg Oncol* 2016; 42: 369–375
- [48] Patel NG, Ramakrishnan V. Microsurgical tissue transfer in breast reconstruction. *Clin Plast Surg* 2020; 47: 595–609
- [49] Papp C, Windhofer C, Gruber S. Breast reconstruction with the fasciocutaneous infragluteal free flap (FCI). *Ann Plast Surg* 2007; 58: 131–136. DOI: 10.1097/01.sap.0000237635.05337.a1
- [50] Saad A, Sadeghi A, Allen RJ. The anatomic basis of the profunda femoris artery perforator flap: a new option for autologous breast reconstruction—a cadaveric and computer tomography angiogram study. *J Reconstr Microsurg* 2012; 28: 381–386
- [51] Jo T, Jeon DN, Han HH. The PAP Flap Breast Reconstruction: A Practical Option for Slim Patients. *J Reconstr Microsurg* 2021; 38: 27–33. DOI: 10.1055/s-0041-1727200
- [52] Roy PG, Mustata L, Hu J et al. Partial Breast Reconstruction with Lateral Chest Wall Perforator Flap to Facilitate Breast Conservation in Breast Cancer: First 100 Cases with Cancer Outcomes at 8 Years Follow-Up and the Lessons Learned. *Cancer Manag Res* 2021; 13: 9453–9466. DOI: 10.2147/CMAR.S321192
- [53] Mayo JL, Allen RJ, Sadeghi A. Four-flap Breast Reconstruction: Bilateral Stacked DIEP and PAP Flaps. *Plast Reconstr Surg Glob open* 2015; 3: e383. DOI: 10.1097/GOX.0000000000000353
- [54] Murray A, Wasiak J, Rozen WM et al. Stacked abdominal flap for unilateral breast reconstruction. *J Reconstr Microsurg* 2015; 31: 179–186. DOI: 10.1055/s-0034-1390165

- [55] Tessler O, Guste J, Bartow MJ et al. Stacked Lateral Thigh Perforator Flap as a Novel Option for Autologous Breast Reconstruction. *Plast Reconstr Surg* 2019; 143: 1601–1604. DOI: 10.1097/PRS.00000000000005670
- [56] Haddock NT, Suszynski TM, Teotia SS. Consecutive Bilateral Breast Reconstruction Using Stacked Abdominally Based and Posterior Thigh Free Flaps. *Plast Reconstr Surg* 2021; 147: 294–303. DOI: 10.1097/PRS.00000000000007548
- [57] Blondeel PN, Demuyneck M, Mete D et al. Sensory nerve repair in perforator flaps for autologous breast reconstruction: sensational or senseless? *Br J Plast Surg* 1999; 52: 37–44. DOI: 10.1054/bjps.1998.3011
- [58] Tindholdt TT, Tønseth KA. Spontaneous reinnervation of deep inferior epigastric artery perforator flaps after secondary breast reconstruction. *Scand J Plast Reconstr Surg hand Surg* 2008; 42: 28–31. DOI: 10.1080/02844310701694381
- [59] Spiegel AJ, Menn ZK, Eldor L et al. Breast reinnervation: DIEP neurotization using the third anterior intercostal nerve. *Plast Reconstr Surg* 2013; 1: 1–9. DOI: 10.1097/GOX.0000000000000008
- [60] Zhou A, Ducic I, Momeni A. Sensory restoration of breast reconstruction – The search for the ideal approach continues. *J Surg Oncol* 2018; 118: 780–792. DOI: 10.1002/jso.25223
- [61] Beugels J, Cornelissen AJM, van Kuijk SMJ et al. Sensory Recovery of the Breast following Innervated and Noninnervated DIEP Flap Breast Reconstruction. *Plast Reconstr Surg* 2019; 144: 178e–188e. DOI: 10.1097/PRS.00000000000005802
- [62] Cornelissen AJM, Beugels J, van Kuijk SMJ et al. Sensation of the autologous reconstructed breast improves quality of life: A pilot study. *Breast Cancer Res Treat* 2018; 167: 687–695. DOI: 10.1007/s10549-017-4547-3
- [63] Mori H, Okazaki M. Is the sensitivity of skin-sparing mastectomy or nipple-sparing mastectomy superior to conventional mastectomy with innervated flap? *Microsurgery* 2011; 31: 428–433. DOI: 10.1002/micr.20898
- [64] Browne JP, Jeevan R, Gulliver-Clarke C et al. The association between complications and quality of life after mastectomy and breast reconstruction for breast cancer. *Cancer* 2017; 123: 3460–3467. DOI: 10.1002/cncr.30788
- [65] Yoon AP, Qi J, Brown DL et al. Outcomes of immediate versus delayed breast reconstruction: results of a multicenter prospective study. *The Breast* 2018; 37: 72–79
- [66] Erdmann-Sager J, Wilkins EG, Pusic AL et al. Complications and patient-reported outcomes after abdominal-based breast reconstruction: results of the Mastectomy Reconstruction Outcomes Consortium (MROC) study. *Plast Reconstr Surg* 2018; 141: 271
- [67] Wei CH, Scott AM, Price AN et al. Psychosocial and sexual well-being following nipple-sparing mastectomy and reconstruction. *Breast J* 2016; 22: 10–17
- [68] Egan KG, Cullom M, Nazir N et al. Patient Satisfaction Increases with Nipple Reconstruction following Autologous Breast Reconstruction. *Plast Reconstr Surg* 2021; 177E–184E. DOI: 10.1097/PRS.00000000000008180
- [69] Toyserkani NM, Jørgensen MG, Tabatabaeifar S et al. Autologous versus implant-based breast reconstruction: A systematic review and meta-analysis of Breast-Q patient-reported outcomes. *J Plast Reconstr Aesthetic Surg* 2020; 73: 278–285. DOI: 10.1016/j.bjps.2019.09.040
- [70] Le NK, Persing S, Dinis J et al. A Comparison of BREAST-Q Scores between Prepectoral and Subpectoral Direct-to-Implant Breast Reconstruction. *Plast Reconstr Surg* 2021; 148: 708e–714e
- [71] Shamsunder MG, Polanco TO, McCarthy CM et al. Understanding preoperative breast satisfaction among patients undergoing mastectomy and immediate reconstruction: BREAST-Q insights. *Plast Reconstr Surg* 2021; 148: 891E–902E. DOI: 10.1097/PRS.00000000000008521
- [72] Hanson SE, Kapur SK, Hwang RF et al. Autologous fat grafting in breast reconstruction: implications for follow-up and surveillance. *Gland Surg* 2021; 10: 487–493. DOI: 10.21037/ggs.2020.04.04
- [73] De Decker M, De Schrijver L, Thiessen F et al. Breast cancer and fat grafting: efficacy, safety and complications—a systematic review. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol* 2016; 207: 100–108. DOI: 10.1016/j.ejogrb.2016.10.032
- [74] Groen JW, Negenborn VL, Twisk DJWR et al. Autologous fat grafting in onco-plastic breast reconstruction: A systematic review on oncological and radiological safety, complications, volume retention and patient/surgeon satisfaction. *J Plast Reconstr Aesthetic Surg* 2016; 69: 742–764. DOI: 10.1016/j.bjps.2016.03.019
- [75] Kaoutzanis C, Xin M, Ballard TNS et al. Autologous fat grafting after breast reconstruction in postmastectomy patients complications, biopsy rates, and locoregional cancer recurrence rates. *Ann Plast Surg* 2016; 76: 270–275. DOI: 10.1097/SAP.0000000000000561
- [76] Sommeling CE, Van Landuyt K, Depypere H et al. Composite breast reconstruction: Implant-based breast reconstruction with adjunctive lipofilling. *J Plast Reconstr Aesthetic Surg* 2017; 70: 1051–1058. DOI: 10.1016/j.bjps.2017.05.019
- [77] Abboud MH, El Hajj H, Kapila AK et al. Scarless Composite Breast Reconstruction Utilizing an Advancement Skin Flap, Loops, and Lipofilling. *Aesthetic Surg J* 2022; 42: 38–53. DOI: 10.1093/asj/sjab049
- [78] Eccles SA, Aboagye EO, Ali S et al. Critical research gaps and translational priorities for the successful prevention and treatment of breast cancer. *Breast Cancer Res* 2013; 15: 1–37. DOI: 10.1186/bcr3493
- [79] Cutress RI, McIntosh SA, Potter S et al. Opportunities and priorities for breast surgical research. *Lancet Oncol* 2018; 19: e521–e533. DOI: 10.1016/S1470-2045(18)30511-4
- [80] O'Halloran N, Potter S, Kerin M et al. Recent Advances and Future Directions in Postmastectomy Breast Reconstruction. *Clin Breast Cancer* 2018; 18: e571–e585. DOI: 10.1016/j.clbc.2018.02.004
- [81] O'Halloran N, Courtney D, Kerin M et al. Adipose-Derived Stem Cells in Novel Approaches to Breast Reconstruction: Their Suitability for Tissue Engineering and Oncological Safety. *Breast Cancer Basic Clin Res* 2017; 11: DOI: 10.1177/1178223417726777
- [82] Ryu H, Oh JE, Rhee KJ et al. Adipose tissue-derived mesenchymal stem cells cultured at high density express IFN- $\beta$  and suppress the growth of MCF-7 human breast cancer cells. *Cancer Lett* 2014; 352: 220–227. DOI: 10.1016/j.canlet.2014.06.018
- [83] Martin-Padura I, Gregato G, Marighetti P et al. The white adipose tissue used in lipotransfer procedures is a rich reservoir of CD34+ progenitors able to promote cancer progression. *Cancer Res* 2012; 72: 325–334. DOI: 10.1158/0008-5472.CAN-11-1739
- [84] Mu X, Zhang J, Jiang Y. 3D Printing in Breast Reconstruction: From Bench to Bed. *Front Surg* 2021; 8: 1–11. DOI: 10.3389/fsurg.2021.641370