

Zukünftige Herausforderungen in der operativen Therapie des Mammakarzinoms – von der Onkoplastik, risikoreduzierenden Verfahren und rekonstruktiven Chancen

Future challenges in the surgical treatment of breast cancer – Oncoplastic, prophylactic procedures and reconstructive surgery



Autorinnen/Autoren

Markus Hahn¹, Bettina Böer², Selin Gürkan², Mario Marx^{3, 2}

Institute

- 1 Department für Frauengesundheit, Universitätsklinikum Tübingen, Tübingen, Deutschland
- 2 Department für Frauengesundheit, Universitätsklinikum Tübingen, Tübingen, Deutschland
- 3 Klinik für Plastische, Rekonstruktive und Brustchirurgie, Elblandklinikum Radebeul, Radebeul, Deutschland

Schlüsselwörter

Brustkrebs, Onkoplastik, Rekonstruktion, prophylaktisch, risikoreduzierend

Keywords

Breast cancer, oncoplastic, reconstruction, prophylactic, risk-reducing

Bibliografie

Senologie 2024; 21: 227–237

DOI 10.1055/a-2284-7661

ISSN 1611-6453

© 2024. 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 KG, Rüdigerstraße 14,
70469 Stuttgart, Germany

Korrespondenzadresse

Prof. Dr. med. Markus Hahn
Department für Frauengesundheit, Universitätsklinikum
Tübingen, Calwerstraße 7, 72076 Tübingen, Deutschland
markus.hahn@med.uni-tuebingen.de
101268@online.de



English version at: <https://doi.org/10.1055/a-2284-7661>.

ZUSAMMENFASSUNG

Das medizinische Wissen verdoppelt sich immer schneller. Operateure arbeiten hochspezialisiert und müssen nicht nur chirurgisch, sondern auch bildgebend und onkologisch ausgebildet sein, um den modernen Anforderungen eines Brustzentrums zu entsprechen. Der Beitrag beschreibt, was sich in den vergangenen 20 Jahren, seit Einführung der zertifizierten Brustzentren in Deutschland, in der operativen Therapie des Brustkrebses verändert hat und zukünftig verändern könnte. Dabei sind die prä- und postoperativen Konferenzen zentraler Bestandteil des interdisziplinären Informationsaustausches geworden. Jede brusterhaltende Operation muss exakt geplant, markiert und kontrolliert ausgeführt werden. Anatomische Grundkenntnisse sind nicht ausreichend, um eine prophylaktische Glandektomie durchzuführen. Implantatbasierte Rekonstruktionen verändern ihre Form und Festigkeit über die Zeit und führen meist zu Folgeoperationen. Durch Tissue Engineering gibt es interessante Ansätze, die Nachteile herkömmlicher Implantate zu ersetzen, um in den Bereich ähnlich der Lebensdauer und -qualität von Eigengewebs-Rekonstruktionen zu gelangen.

ABSTRACT

Medical knowledge is doubling faster and faster. Surgeons are highly specialized and must be trained not only in surgery, but also in imaging and oncology to meet the modern requirements of a breast center. This article describes what has changed in the surgical treatment of breast cancer over the past 20 years since the introduction of certified breast centers in Germany, and what could change in the future. Pre- and post-operative conferences have become a central component of the interdisciplinary exchange of information. Every breast-conserving operation must be precisely planned, marked and carried out in a controlled manner. Basic anatomical knowledge is not sufficient enough to perform a pro-

phylactic mastectomy. Implant-based reconstructions change their shape and strength over time and usually lead to follow-up operations. Tissue engineering offers interesting approa-

ches to replace the disadvantages of conventional implants in order to achieve the durability and quality similar to autologous tissue reconstructions.

„Wir sind Senologie“ – Dieser Satz von Herrn Prof. Dr. Rüdiger Schulz-Wendtland, den er als Präsident der Deutschen Gesellschaft für Senologie 2013 formulierte, ist aktueller denn je. Denn auch wenn in diesem Beitrag der Fokus auf die operative Therapie des Mammakarzinoms gerichtet wird, so wird durch diesen Satz zum Ausdruck gebracht, dass „Wir“, egal welcher Fachdisziplin wir angehören, nur gemeinsam und interdisziplinär den Kampf gegen Brustkrebs gewinnen können. Der erfolgreiche Senologe sieht über den Tellerrand seines Fachgebietes hinaus, um das Wissen anderer Fachdisziplinen in das Behandlungskonzept mit einzubinden. Denn wie könnte man eine Brust operieren, ohne die Zusammenhänge zwischen Genetik, Bildgebung, Strahlen- und Systemtherapie zu verstehen? Moderne Strategien in Diagnostik und Therapie verschmelzen zu einer Einheit, um nicht nur das Überleben, sondern auch eine hohe Lebensqualität der Betroffenen zu sichern. Die Deutsche Gesellschaft für Senologie (DGS) trägt mit ihrem Publikationsorgan, der Zeitschrift *Senologie*, seit 20 Jahren dazu bei, dass Senologen, egal welcher Fachdisziplin sie angehören, eine gemeinsame Sprache sprechen. Herzlichen Glückwunsch zu diesem Erfolg!

Und viel, sehr viel, hat sich in diesen 20 Jahren getan. An der Erkrankung selbst hat sich in dieser Zeit nichts verändert, nur unser Verständnis für das Mammakarzinom ist stetig gewachsen und Senologen haben ihr Handeln modifiziert. „Man muss das Rad nicht immer wieder neu erfinden“, aber um einen Blick in die Zukunft zu wagen, sollte man seine Vergangenheit kennen – insbesondere als Senologe.

Blicken wir also zunächst zurück, um später einen Ausblick in die Zukunft zu wagen.

Senologie vor 20 Jahren

Zur Jahrtausendwende gab es in Deutschland keine zertifizierten Brustzentren, kein Mammografie-Screening-Programm, Stanzbiopsien waren die Ausnahme, „Knoten“ in der Brust wurden durch eine offene Exzisionsbiopsie entfernt, per Schnellschnitt untersucht und ggf. wurde daraus eine Ablatio mit kompletter Axilla-dissektion abgeleitet. Die Systemtherapie bestand aus CMF und Tamoxifen und wurde z. T. unselektiv empfohlen. Das Lymphknoten-Mapping, das zunächst beim Melanom eingeführt wurde [1], wurde auch beim Mammakarzinom in ersten Studien untersucht und später etabliert [2]. Dies war die Grundlage für die operative De-Eskalation der axillären Lymphonodektomie [3, 4]. Die BrCa1-Mutation wurde 1994 erstmals beschrieben [5]. Von einem Gentest in der klinischen Routine war man noch weit entfernt. Brustrekonstruktionen waren in der flächendeckenden Versorgung keine Selbstverständlichkeit. Zum Einsatz kamen dabei hauptsächlich Techniken wie Implantat-, Latissimus-dorsi- oder TRAM-Rekonstruktionen [6, 7, 8]. Einen selbstverständlichen Einschluss von Patientinnen in Studien, verbunden mit evidenz-

basierter leitlinienorientierter Medizin, gab es flächendeckend noch nicht. Qualitätssicherung nach heutigem Verständnis, verbunden mit Qualitätsindikatoren, existierte nur als Idee. Wenigen Kliniken war die Ergebnisqualität ihres Handels bekannt. Das Bewusstsein dafür, dass Versorgungsqualität durch Spezialisierung, Zentralisation und interdisziplinäre Zusammenarbeit in deutschen Brustzentren flächendeckend erzielt werden könnte, wurde erstmals von Brucker et al. 2008 beschrieben [9, 10]. Allerdings gibt es Qualität nicht umsonst, und sie ist mit hohen personellen und bürokratischen Anstrengungen und Kosten, die das Gesundheitssystem aufbringen muss, verbunden. Und dass es diesen Aufwand wert war und weiter ist, zeigen die Daten aus dem Mammografie-Screening-Programm, die eine Mortalitätsreduktion in den teilnehmenden Altersdekaden beschreiben [11].

Welche Erkenntnisse wurden in den vergangenen 2 Dekaden gewonnen und welche Fragen leiten sich für die zukünftige Strategie ab?

Senologie heute

Brusterhaltende Therapie und onkoplastische Operationen

Gehen wir zunächst auf die brusterhaltende Therapie beim primären Mammakarzinom ein. Einer brusterhaltenden Mammakarzinom-Operation (BEO) folgt eine strahlentherapeutische Behandlung. Nur diese Kombination nennt man dann brusterhaltende Therapie (BET). Und diese ist, sofern die beschriebene Tumorlast histopathologisch komplett entfernt wurde [12], bezüglich des Gesamtüberlebens mindestens gleichwertig zum ablativen Vorgehen. Im Vergleich zur Mastektomie ist die Operationsplanung bei einer brusterhaltenden Therapie immer eine interdisziplinäre Herausforderung. Gleichzeitig ist Teamarbeit gefordert. Allrounder werden seltener. Das Wissen in der Medizin verdoppelt sich immer schneller. Schlussfolgernd werden die Konferenzen komplexer.

Welche Fragen werden in einer prätherapeutischen Konferenz geklärt?

- **Medizinische Genetik:** Ist eine genetische Mutation wahrscheinlich und macht dies eine Testung notwendig? Wenn ja, hätte dann ein positives Ergebnis Einfluss auf das operative Vorgehen?
- **Radiologie:** Handelt es sich um ein unifokales Geschehen oder gibt es weitere Herde? Falls weitere Herde vorhanden sein sollten, müssen diese histologisch gesichert und markiert werden? Liegt ein Befall der axillären Lymphknoten vor und wenn ja, sind diese histologisch zu sichern und zu markieren? Muss die Tumorlast vor einer Systemtherapie bei geplanter brusterhaltender Therapie markiert werden? Wie viele Markierungen sollen gesetzt werden und an welchen Lokalisationen sind sie zu platzieren? Wie verhält sich der Tumor unter der Systemtherapie?

- **Onkologie:** Welche präoperative Systemtherapie ist indiziert, um zu erkennen, wie der Tumor sich unter der medikamentösen Therapie reagiert?
- **Chirurgie:** Ist eine brusterhaltende Operation möglich und sinnvoll? Wie viele Läsionen müssen dabei entfernt werden? Wie sollen die Herde präoperativ markiert werden? Mit welcher Technik soll die Präparate-Bildgebung erfolgen? Welche Schnittführung ist geeignet, um eine R0-Resektion zu erzielen, als auch die Symmetrie weitgehendst zu erhalten? Wäre die geplante Schnittführung auch im Falle einer R1-Resektion für eine sekundäre Rekonstruktion geeignet?
- **Pathologie:** Welche tumorbiologischen Parameter sind am Operationspräparat im Vergleich zu der präoperativen Histologie erneut zu erheben, um das Ansprechen der Systemtherapie zu überprüfen?

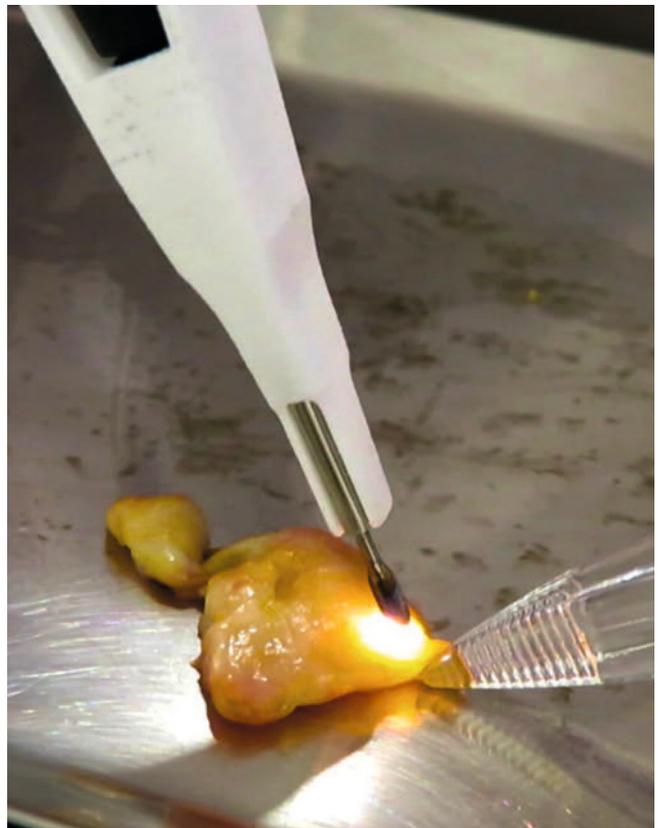
Die oben aufgeführten Fragen stellen nur eine kleine Auswahl präoperativer Überlegungen dar, zeigen aber die Komplexität der modernen senologischen Konferenz. Senior-Brustoperateure sind heutzutage hochspezialisiert und sollten immer über aktuelles Wissen verfügen.

Ist dieser Aufwand gerechtfertigt? Für die Zielparame-ter „Lebensqualität“ und „Rezidivrate“ auf jeden Fall [13]. Die Planung einer brusterhaltenden Therapie innerhalb einer interdisziplinären Konferenz wirkt sich unmittelbar auf die Qualität eines Brustzen-trums aus. Laut dem Onkozert-Jahresbericht von 2023 über Brust-zentren wurde in 100% der Fälle eine postoperative Konferenz ab-gehalten. Bei den prätherapeutischen Konferenzen sind die 100% noch nicht erreicht. Man kann aber einen Trend erkennen. Wäh-rend 2017 prätherapeutisch 79% der Fälle vorgestellt wurden, wa-ren es 2021 bereits 90%. Es ist zu wünschen, dass sich dieser Trend, wie auch bei den postoperativen Fallbesprechungen, auf 100% steigern lassen wird.

Welche Innovationen könnten in der Zukunft bei brusterhaltenden, onkoplastischen Operationen zu erwarten sein?

Ob robotergestützte Operationen den senologischen OP-Saal revolutionieren werden, gilt es abzuwarten. Bisher ist diese Tech-nik vom Outcome den nicht robotergestützten Operationen gleichwertig, wobei die Operationen mit Roboter eine längere Operationszeit benötigen, wie Nessa et al. in einer Metaanalyse (7 Studien/1674 Patienten) zeigen konnten [14].

Aber auch **Medizingeräte** werden immer intelligenter. Als Beispiel sei die optische Emissions-Spektroskopie (OES) erwähnt [15]. Dabei wird der Lichtfunken des Elektrokauters im Opera-tionssitus während des Schneidens in Echtzeit analysiert (► **Abb. 1** und ► **Abb. 2**). Dieses „intelligente Messer“ zeigt durch OES dem Operateur an, ob durch benignes oder malignes Gewebe geschnitten wird. Im Universitätsklinikum Tübingen wurden die präklinischen Versuche zu OES durchgeführt [16]. Mit dem Ab-schluss der ersten translationalen klinischen Studie wird in Tübin-gen Ende 2024 gerechnet. Das primäre Ziel dieser Technik ist es, Zweitoperationen wegen befallener Schnittränder zu verhindern. Eine weitere Hypothese ist, dass solche Techniken den Workflow in Brustzentren der Zukunft deutlich beschleunigen könnten und



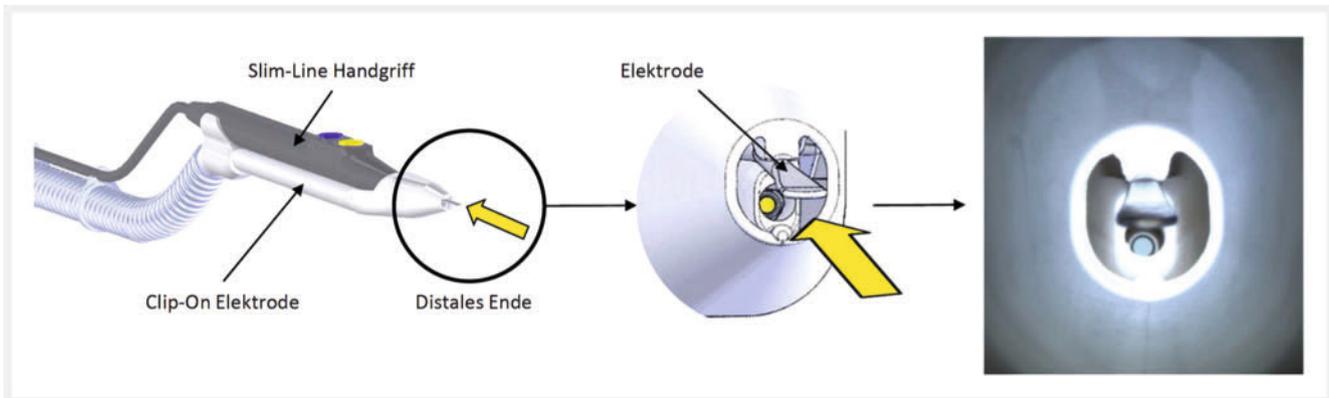
► **Abb. 1** Prototyp eines OES-fähigen Elektrokauters während der Gewebeanalyse im Laborversuch [reriff].

bereits während der Stanzbiopsie suspekter Befunde das Ergebnis in Echtzeit vorhersagen könnten.

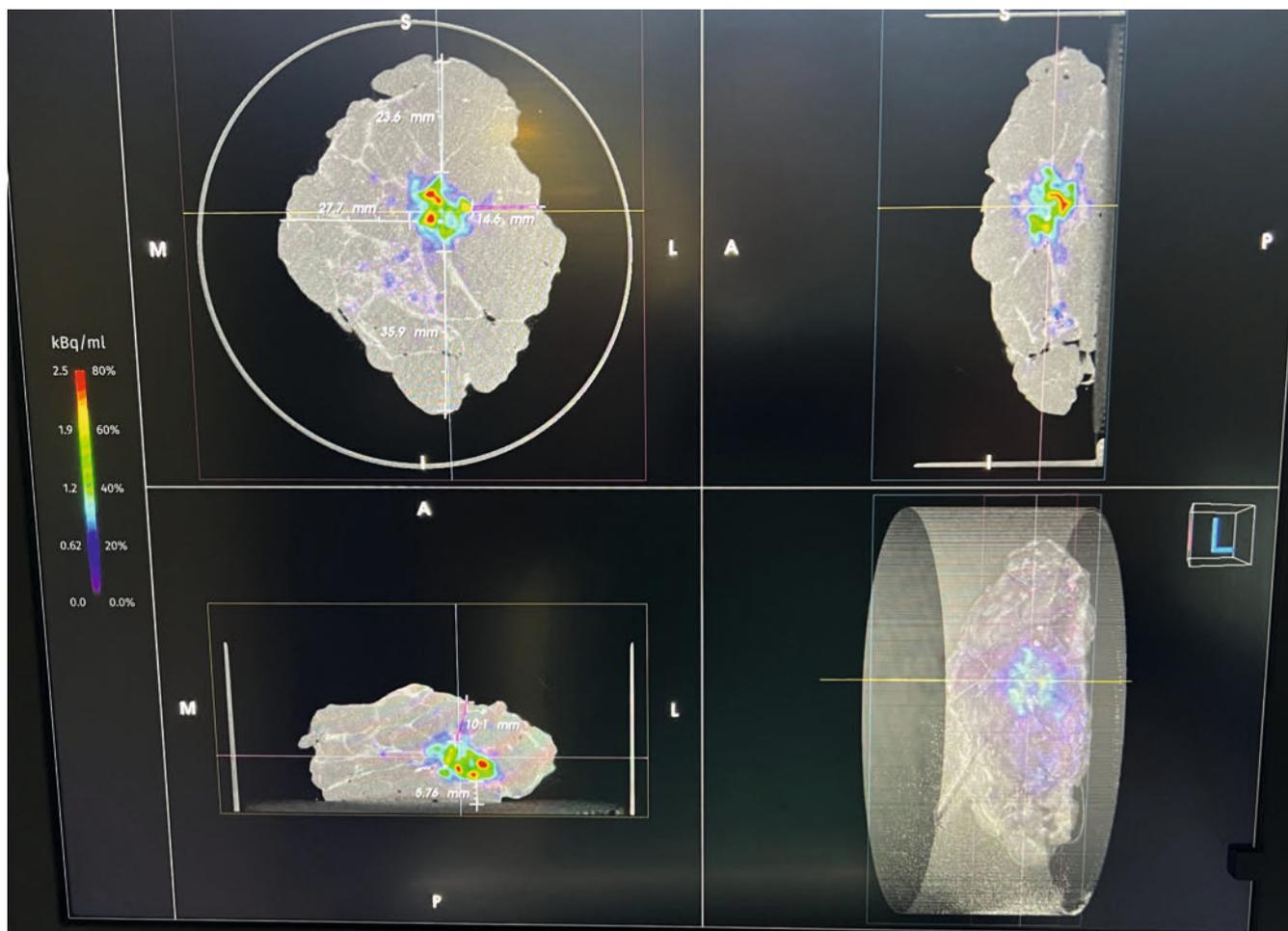
Aber auch **intraoperative bildgebende Verfahren** halten immer mehr Einzug in den senologischen OP-Saal. Spätestens nach der Metaanalyse von Banys-Paluchowski et al. [17] zur Reduktion der R1-Rate bei Nutzung der intraoperativen sonografischen Ziel-steuerung (IOUS) ist klar, dass ein hochauflösendes Sonografiege-rät zukünftig zur Standardausstattung eines jeden Operations-saals im Brustzentrum gehören sollte [18].

Auch nuklearmedizinische Techniken werden an OP-Präpara-ten der Zukunft erforscht. ¹⁸F-Fluordesoxyglucose (FDG) ist ein ra-dioaktiver Tracer, der sich vermehrt in Tumorzellen anreichert. Dieser Tracer wird bei der Positronen-Emissionstomografie (PET) angewendet. Aktuell beschäftigen sich Arbeitsgruppen damit, ob dieses Verfahren im Operationsaal genutzt werden könnte, um durch eine verbesserte Darstellung der Tumoren im Resektat eine Reduktion der R1-Rate erzielen zu können [19, 20]. Dabei steht ein miniaturisiertes PET-CT direkt im OP-Saal, und der Ope-rateur kann das Präparat vom Tisch aus befunden (► **Abb. 3**).

Ein Vorteil dieser Methode ist aber nicht nur, dass das Tumorgewebe durch den Tracer im – Vergleich zur herkömmlichen Radiografie – von benignem Drüsengewebe abgegrenzt werden kann, sondern auch, dass eine Schnittbildbetrachtung mit 3D-Rekonstruktion ermöglicht wird. Insbesondere bei extensiver DCIS-Komponente bietet die 3D-Schnittbilddarstellung bei der Beurteilung von Mikrokalk deutliche Vorteile. Zu diesem Verfah-



► **Abb. 2** Schematische Zeichnung eines OES-fähigen Elektrokauters. Die Spitze zeigt den komplexen miniaturisierten Aufbau, um das Licht des Funkens spektroskopisch zu analysieren [rerif].

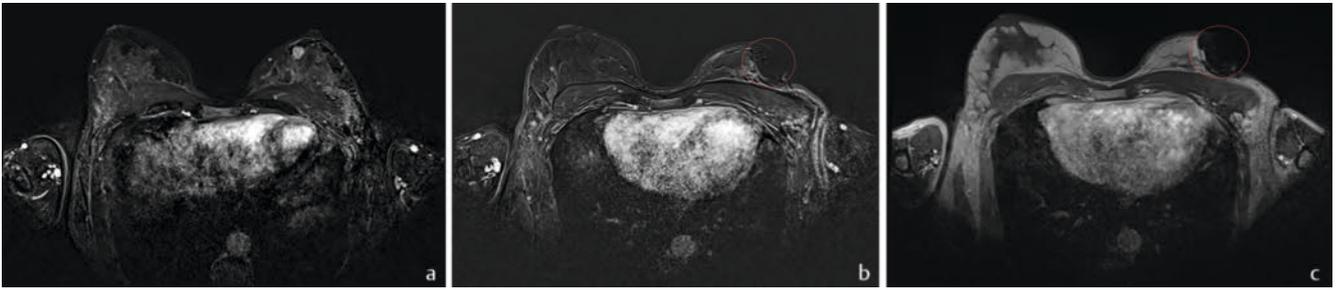


► **Abb. 3** Präparate PET-CT bei invasiv duktalem Mammakarzinom (3-Ebenen-Darstellung sowie dynamische 3D-Rekonstruktion) [rerif].

ren läuft aktuell eine internationale Studie (BrIMA), an der aus Deutschland das Universitätsbrustzentrum Tübingen und die Evangelischen Kliniken Essen teilnehmen. Das Rekrutierungsende wird Anfang 2025 erwartet.

Der Umgang mit neuen Medizinprodukten muss aber auch verantwortungsvoll und unter Kenntnis aller Risiken durchgeführt

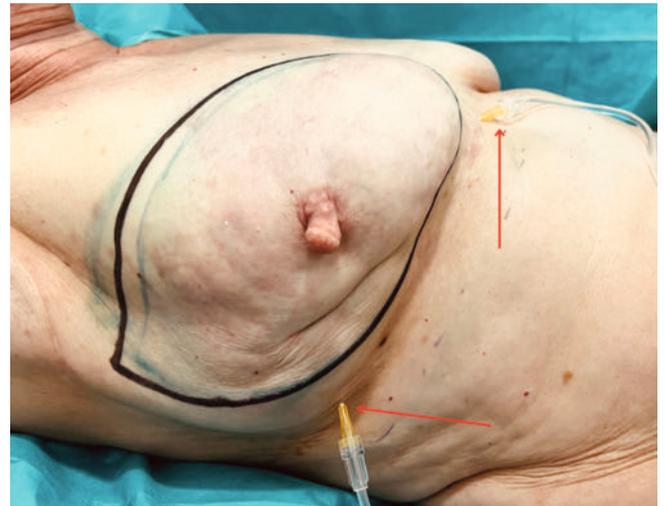
werden. Insbesondere in der Einführungsphase neuer Medizinprodukte ist der interdisziplinäre Austausch von Bedeutung. Am Beispiel eisenhaltiger Tracer für die Sentinel-Lymphknotenbiopsie kann dies erklärt werden. Eisenhaltige Tracer eignen sich, um die Sentinel-Lymphknoten mithilfe einer Magnetsonde zu detektieren. Diese Technik hat gegenüber dem Technetium den Vorteil,



► **Abb. 4** Prä- und postoperative MRT-Bilder bei Mammakarzinom links (T1 Post Sub und T1). Der Sentinel-Node wurde durch eisenhaltigen Tracer markiert (a = präoperativ, b und c = postoperativ). Durch die Artefakte (rot markiert), die durch abgelagertes Eisen entstehen, ist eine Diagnostik der äußeren Quadranten über lange Zeit unmöglich [rerif].



► **Abb. 5** Sentinel-Node-Biopsie mit ICG und Infrarotkamera. Der Sentinel hebt sich durch die Rotfärbung von der Umgebung ab [rerif].



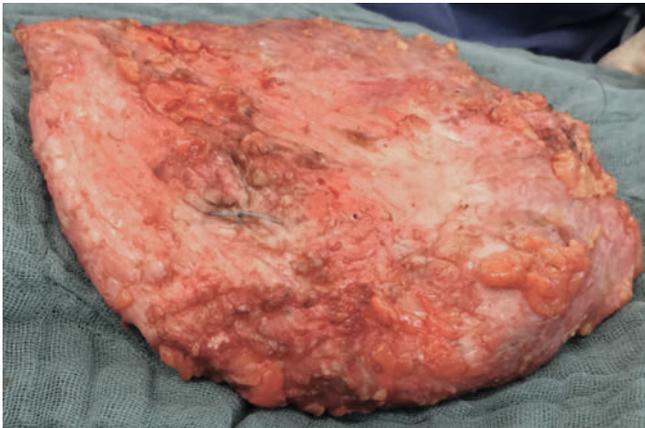
► **Abb. 6** Präoperative Infiltration der Tumescenzlösung mittels Rollerpumpe. Die Pfeile zeigen die Infiltrationsstellen [rerif].

dass keine Radioaktivität freigesetzt wird und dass die präoperative Vorbereitung an Standorten ohne nuklearmedizinische Abteilung erleichtert wird. Aber diese Tracer lagern sich über einen langen Zeitraum im Gewebe ab [21, 22, 23]. Sie verursachen MRT-Artefakte, die eine Interpretation der MRT-Bilder erschweren oder sogar unmöglich machen (► **Abb. 4**). Patientinnen müssen über diese Artefakte präoperativ aufgeklärt werden und der Anwendung zustimmen.

Ein Tracer, der bislang noch nicht flächendeckend den Einzug in die senologischen OP-Säle fand, ist Indocyaningrün (ICG). Dieser

Tracer arbeitet über eine Infrarot-Kamera mit einem fluoreszierenden Farbstoff. Diese Technik verzichtet auf radioaktive Strahlung, produziert keine Artefakte und ist außerordentlich budget-schonend. Die in der Literatur zu findenden Daten für ICG zeigen im Vergleich zu anderen Techniken (Patentblau, eisenhaltigem Tracer und Technetium) mindestens gleichwertige Detektions- und niedrigere Falsch-negativ-Raten [24, 25, 26, 27] (► **Abb. 5**).

Weitere Innovationen sind auch im Bereich des **perioperativen anästhesiologischen Managements** zu erwarten. Anästhesiologisches Personal stand während der Corona-Pandemie nur eingeschränkt zur Verfügung. Alte schmerztherapeutische Konzepte erfuhren somit eine Renaissance. Retrospektiv zeigte sich, dass der Einsatz der Tumescenz-Lokalanästhesie (TLA) oder auch der subkutanen Infiltrationsanästhesie (SIA) als Alternative zur Vollnarkose, eine hohe Akzeptanz bei den Patientinnen zeigte. Erste Studien zeigen eine hohe Patientenzufriedenheit und suffiziente Schmerzausschaltung (► **Abb. 6**). Ein zu beobachtender, aber nicht zu erwartender Effekt, war dabei die Auslastung der Operationssäle. Durch das einfach zu erlernende, wenn auch mit nicht weniger Personalaufwand im Vergleich zur ITN durchzuführende Verfahren, lassen sich Wechselzeiten, abhängig von der Logistik vor Ort, deutlich verkürzen. Allein durch diesen Aspekt und durch



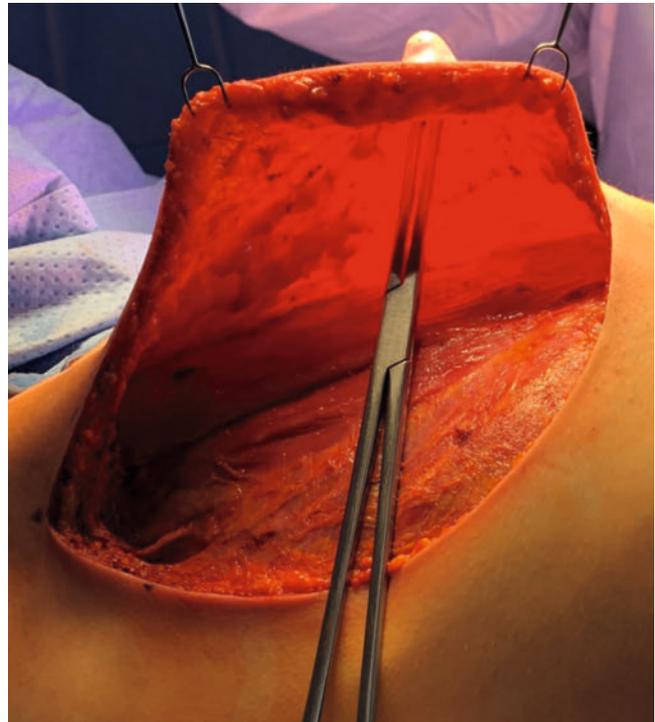
► **Abb. 7** Anatomisch korrekt durchgeführte Glandektomie. Die Drüse liegt eingebettet zwischen der Lamina superficialis (Camper) und der Lamina profunda (Scapa). Der Faden markiert den retroareolären Bereich [rerif].

die hohe Patientenakzeptanz wird dieses Verfahren sicherlich zukünftig mehr angeboten werden (müssen) [28].

Risikoreduzierende Verfahren bei familiärem Hochrisiko

Wie bereits oben beschrieben, ist in zertifizierten Brustzentren die genetische Testung mittlerweile indikationsbezogen Standard geworden und stellt dabei besondere Anforderungen an die operierenden Ärzte. Insbesondere in Zentren für Familiären Brust- und Eierstockkrebs (FBREK), müssen Operateure in risikoreduzierenden Operationstechniken und rekonstruktiven Verfahren ausgebildet sein.

Der Anspruch an eine risikoreduzierende Operation ist, dass die Glandula mammaria so vollständig wie möglich entfernt wird, ohne dabei Komplikationen zu provozieren. Um dies zu erzielen, reichen anatomische Grundkenntnisse nicht aus. Wie von Rehnke 2018 [29] beschrieben, müssen dem Operateur die Strukturen des superficialem Fasziensystems der Brust, einschließlich der Lamina superficialis (Camper) sowie der Lamina profunda (Scapa), zwischen denen die eigentliche Drüse liegt, bekannt sein. Warum ist dies von Bedeutung? Aus der Literatur ist bekannt, dass eine Brustdrüse nicht in allen Fällen komplett entfernt wird [30, 31, 32], und dass – nach der Studie von Rebbeck et al. – im Zeitraum von durchschnittlich 6,4 Jahren nach einer risikoreduzierenden Operation (BrCa1- und -2-Mutationen) in 1,9% der Fälle Brustkrebs auftrat [33]. Da sich die Brustdrüse zwischen der Lamina superficialis und der Lamina profunda entwickelt und beide Schichten am inframammären Ligament nach caudal und am Ligamentum suspensorium, das in das Platysma übergeht, zusammenlaufen, sind schlussfolgernd dies die Schichten, die eine anatomisch korrekte Glandektomie erlauben [29] (► **Abb. 7**). Diese Gewebeschichten sind nicht nur wichtig, weil durch ihre Beachtung das Risikogewebe maximal entfernt werden kann, sondern auch, weil schichtgerechtes Operieren eine ausreichende Durchblutung der Haut sicherstellt und so Flap-Nekrosen verhindert werden (► **Abb. 8**). Die Herausforderung besteht dabei darin, diese Schichten intraoperativ zu finden, was für Lehrer und Schüler



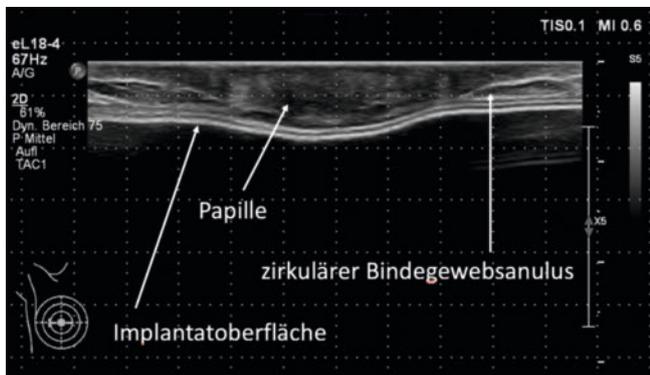
► **Abb. 8** Situs nach Glandektomie unter Erhalt der subkutanen Gefäßversorgung der Haut [rerif].

gleichermaßen eine wichtige Aufgabe im Rahmen der operativen Ausbildung darstellt.

Welche Rolle spielt Restdrüsengewebe nach risikoreduzierenden Operationen und wie kann es gefunden werden?

Zunächst muss festgehalten werden, dass die bildgebende Beurteilung von Restdrüsengewebe in der Literatur nicht ausreichend durch die Korrelation mit der histologischen Untersuchung validiert worden ist, und dass zum anderen dessen Bedeutung in Bezug auf die Entstehung eines Karzinoms noch nicht ausreichend geklärt ist. Die Frage, wann und bei welchem Volumen Restdrüsengewebe sekundär entfernt werden sollte, muss sicherlich weiter untersucht werden. Interessant scheint dabei die Arbeit von Andersson et al. [32], bei der zur Messung von Restdrüsengewebe sowohl der Ultraschall als auch das MRT eingesetzt wurden. Restdrüsengewebe wurde im MRT in 39,3% der Fälle und im Ultraschall in 44,1% der Fälle beschrieben. Die Studie beschreibt, dass mit signifikant mehr residuellem Drüsengewebe zu rechnen war, sobald die ventrale Schichtdicke 7 mm überstieg. Eine Empfehlung zu möglichen Konsequenzen sprechen die Autoren jedoch nicht aus.

Das weitere Prozedere bei residuellem Brustdrüsengewebe in der Bildgebung nach einer risikoreduzierenden Glandektomie bleibt eine individuelle Abwägung, die mit der Patientin besprochen werden muss. Vor dem Hintergrund, dass die Bedeutung minimalen Restdrüsengewebes im Bild noch unklar ist, sollte die Patientin nicht beunruhigt werden. Schließlich ist es auch ein Ziel der primären Operation, die Lebensqualität der Betroffenen zu verbessern. Falls wenige Drüsenreste weiterhin im MRT sichtbar sein sollten, dann sollte dies nicht dazu führen, bei der Patientin erneut Angst auszulösen. Man kann davon ausgehen, dass das



► **Abb.9** Ultraschallbild nach risikoreduzierender Glandektomie im Bereich der Papille. Die Milchgänge wurden anatomisch korrekt ausgeräumt [rerif].

präoperative Hochrisiko für die Entstehung eines Mammakarzinoms nach risikoreduzierender Operation statistisch deutlich geringer als bei der Allgemeinbevölkerung ist [33]. Vor diesem Hintergrund ist es verständlich, dass übermäßige und falsche Ergebnisse liefernde bildgebende Kontrollen im Verlauf nach einer risikoreduzierenden Operation bei der Patientin Angst auslösen können – und dies nicht sinnvoll sein kann. Wurde anatomisch korrekt operiert, dann ist eine Ultraschalluntersuchung in jährlichen Abständen ausreichend (► **Abb.9**).

Findet man bildgebend aber tatsächlich reichlich makroskopisches Restdrüsengewebe, und das operative Ziel wurde offensichtlich nicht erreicht, dann sollte die Patientin über die Möglichkeiten einer sekundären Restdrüsenentfernung informiert werden.

Wiederherstellende Operationen der Brust

Die Brustrekonstruktion wird in primäre oder sekundäre Rekonstruktionsverfahren unterteilt. Dabei kann sowohl Eigen- als auch Fremdgewebe eingesetzt werden.

Die Verfahren unterscheiden sich deutlich voneinander. Eine Indikationsstellung sowie eine individuelle, unabhängige und vollumfassende Beratung der Patientin sind bei der Auswahl der Rekonstruktionsverfahren notwendig, aber leider immer noch nicht flächendeckend im klinischen Alltag etabliert. Auch ist die Datenlage zu den unterschiedlichen rekonstruktiven Techniken, insbesondere durch vergleichende Studien mit ausreichender Nachbeobachtungszeit, noch nicht ausreichend vorhanden. Wertvolle prospektive Studien zu dieser Thematik werden leider nur von wenigen Zentren durchgeführt.

Während vor 2 Dekaden, als die zertifizierten Brustzentren im Aufbau waren, Implantate meist retropektoral und Eigengewebsrekonstruktionen vorwiegend gestielt operiert wurden, hat sich das Bild heute deutlich verändert. Die präpektoriale Implantologie sowie die freie Transplantationschirurgie dominieren heute im OP-Saal, und die Beiträge auf nationalen und internationalen Kongressen zeigen, dass sich die rekonstruktiven Techniken rasant weiterentwickelt haben. Es gibt nicht die eine richtige Technik, und dabei ist die Anzahl der Zentren, die alle Formen der rekonstruktiven Mammachirurgie anbieten können, begrenzt. Die

► **Tab.1** Art und Anzahl der im Jahr 2023 durchgeführten Brustrekonstruktionen. Daten nach dem Report der American Society of Plastic Surgeons (<https://www.plasticsurgery.org/documents/news/statistics/2023/plastic-surgery-statistics-report-2023.pdf>).

Rekonstruktionstechnik	Anzahl der Eingriffe
Brustrekonstruktionen insgesamt	157 740
Expander, gefolgt von Implantat	85 970
Sofortrekonstruktion mit Implantat	36 557
Pedicle TRAM	1 109
Free TRAM	2 344
DIEP flap	20 703
Lattissimus dorsi flap	5 386
sonstige flap	5 671
Sofortrekonstruktion	117 512
Sekundärrekonstruktion	40 228
Präpektoriale Lage	106 380
Subpektoriale Lage	51 360
Acellular dermal matrix	79 747
Implantatentfernung	25 221

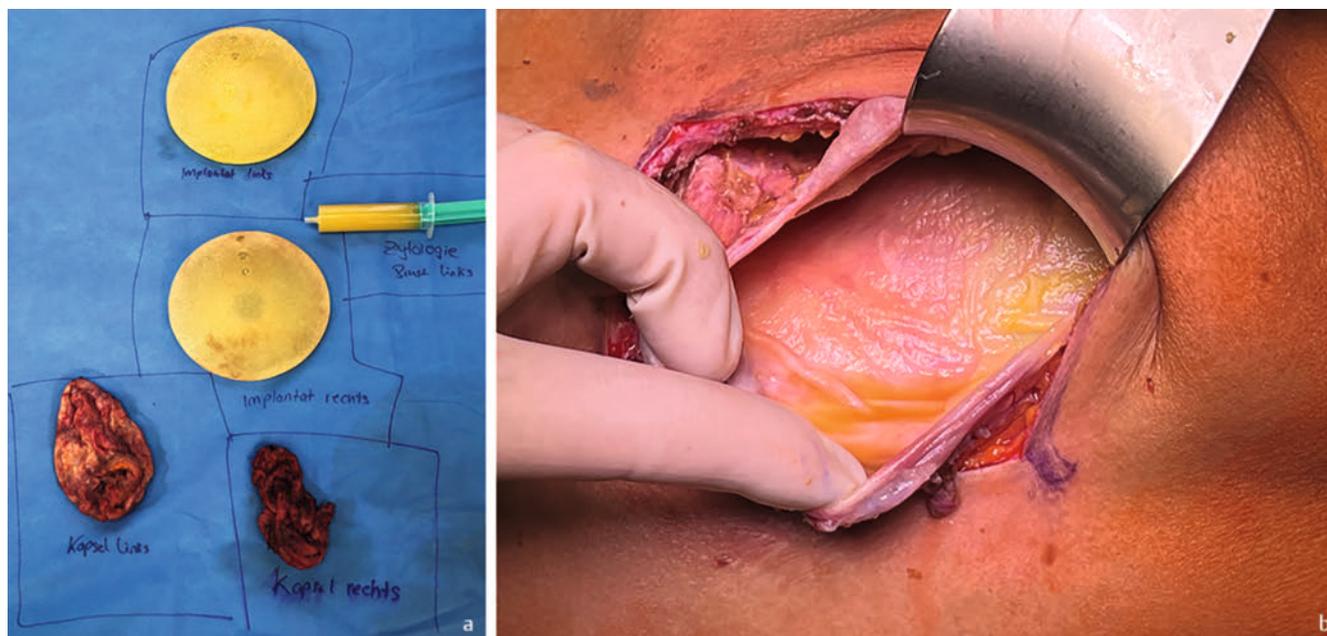
Techniken unterscheiden sich im operativen Aufwand, der Traumatisierung, ihrer Lernkurve, der Anzahl der Folgeoperationen, in der Indikationsstellung und auch bezüglich der Vergütung.

Eine Übersicht über die im Jahr 2023 durchgeführten Brustrekonstruktionen in den USA ist in ► **Tab.1** dargestellt.

Im Folgenden werden kurz die Vor- und Nachteile der Techniken beschrieben, ohne Anspruch auf Vollständigkeit zu erheben:

Implantatbasierte Rekonstruktion

Die Lernkurve für den Operateur ist, abhängig von seinem Ausbilder, bei der Implantatrekonstruktion im Vergleich zur autologen Rekonstruktion schnell durchlaufen. Implantate haben eine begrenzte Haltbarkeit und unterliegen im Laufe der Zeit Formveränderungen aufgrund von Kapselbildung. Zum Teil kann dies im Verlauf von Hautveränderungen (Ausdünnung), Nahtdehnsenzen und Schmerzen begleitet sein. Der Körper versucht dabei, den Fremdkörper „ab- oder auszustoßen“. Eine umfassende Übersicht über die Langzeiteffekte bietet die Arbeit von Coroneos et al. an 99993 Fällen [34]. Es ist von entscheidender Bedeutung, dass alle Ärzte, die in der rekonstruktiven Mammachirurgie tätig sind, diese Arbeit gelesen haben. Bei der primären Implantatrekonstruktion und einer Nachbeobachtungszeit von 7 Jahren wurde in 53,4% der Fälle eine Folgeoperation und/oder Symptomatik festgestellt. Diese teilten sich in Implantat-Rupturen (12,5%), symptomatische Kapselbildungen (12,7%), Schmerzen (29,6%) und Implantat-Entfernungen (15,9%) auf. Warum ist genau dieses Paper so sehr von Bedeutung? Vor einer Brustrekonstruktion ist eine umfassende Aufklärung der Patientinnen notwendig, inklusive realistischer Erwartungen hinsichtlich der Veränderungen des Implantats im Laufe der Zeit. Darüber hinaus müssen alle Patientinnen über die



► **Abb. 10** Brustimplantatassoziiertes anaplastisches Großzell-Lymphom linksseitig nach kosmetischer Augmentationsplastik: **a** Implantate, Zytologie, Kapsel und **b** intraoperativer Situs [rerif].

mit Implantaten in Zusammenhang stehenden Erkrankungen – wie Systemerkrankungen, Breast Implant Illness sowie das brustimplantatassoziierte großzellige Lymphom (BIA-ALCL) – aufgeklärt werden [35, 36, 37] (► **Abb. 10**). Betroffene, die Symptome zeigen, müssen nach Ausschluss der Differenzialdiagnosen über die Möglichkeiten der Implantat-Entfernung informiert werden.

In der onkologischen Situation sind Implantate für den ersten rekonstruktiven Eingriff eine gute Wahl. Im Falle einer R1-Situation ist das Implantat einfach und sicher entfernbar und die onkologische Resektion kann abgeschlossen werden. Ein Implantat eignet sich in den Fällen, in denen eine Radiatio folgen muss, sehr gut als Platzhalter für die Haut.

Jedoch sollte man sich bewusst sein, dass nach den oben genannten Daten bei Implantaten nicht von einer dauerhaften Rekonstruktion ohne weitere Eingriffe ausgegangen werden kann. Egal, ob runde oder anatomische Implantate verwendet werden, ob man Netze oder Matrices verwendet oder nicht, als Operateur sollte man immer an die Folgeeingriffe denken, und dabei Probleme durch eingesetzte Medizinprodukte bereits beim Primäreingriff vermeiden.

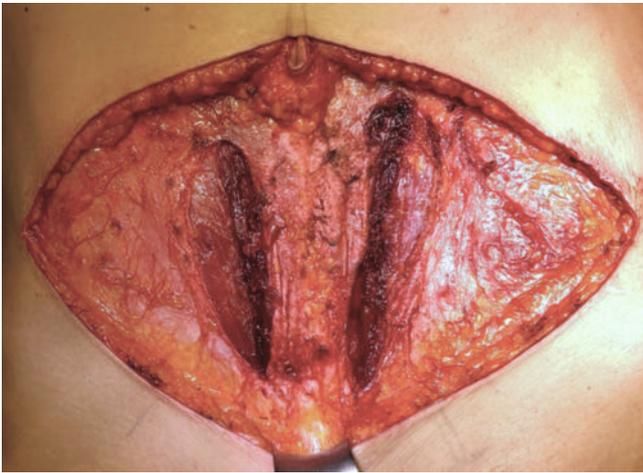
Auch in der risikoreduzierenden Situation, bei Patientinnen mit familiärem Hochrisiko, sind Implantate als primäre Rekonstruktionsform sinnvoll. Denn trotz präoperativer intensiver Bildgebung kann es vorkommen, dass man durch okkulte Karzinome in der histologischen Aufarbeitung überrascht wird. In der Arbeit von Yamauchi et al. wurde dies in 11,3% der Fälle beobachtet [38].

Eigengewebrekonstruktion

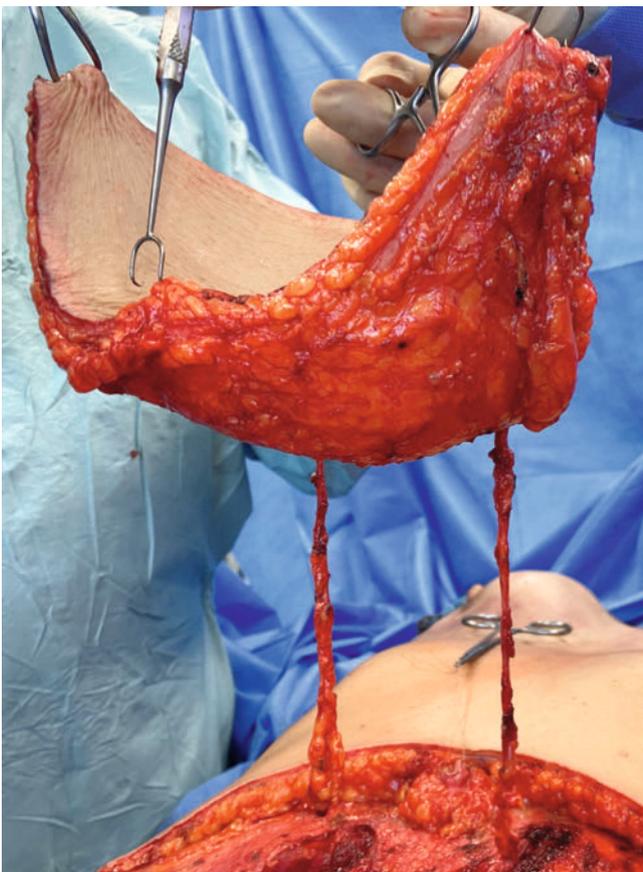
Idealerweise stellt die Eigengewebrekonstruktion den Abschluss einer Brustkrebsbehandlung nach ablativem Vorgehen oder bei familiärem Hochrisiko zur Wiederherstellung der Lebensqualität dar. Wie in ► **Tab. 1** zu sehen ist, werden gestielte Rekonstruktionen

mittlerweile deutlich seltener als freie, mikrochirurgisch anastomosierte Transplantate operiert. Freie Transplantate sind gestielten Lappen bezüglich der Traumatisierung der Heberregion und bezüglich der Brustformung überlegen. Freie lipokutane Transplantate sind Teil des Standardportfolios jeder plastisch-rekonstruktiven Abteilung. Im Vergleich zur Implantatrekonstruktion ist die Lernkurve länger, die Eingriffe benötigen eine längere Operationszeit, die Transplantate sollten nicht bestrahlt werden und die onkologische Situation sollte zuvor idealerweise abgeschlossen sein. Der Hauptvorteil gegenüber einem Brustimplantat ist, dass ein Transplantat eine lebenslange Permanentrekonstruktion darstellt. Es verhält sich ähnlich einer natürlichen Brust, fühlt sich warm an und das Volumen passt sich bei Veränderung des Körpergewichts an. Grundsätzlich kann das Donorgewebe aus den unterschiedlichsten Körperstellen gewonnen werden. Für die Brustrekonstruktion wird meist die Gluteal-, Oberschenkel- oder Bauchregion genutzt. Die häufigste Form ist der DIEP-Flap (DIEP: deep inferior epigastric perforator). Dabei wird das periumbilikale lipokutane Gewebe als Donor genutzt. Operativ wird die A. und V. epigastrica inferior aus dem Musculus rectus abdominis gelöst und im Bereich der A. und V. iliaca externa abgesetzt (► **Abb. 11**). Die Länge des Gefäßstiels (► **Abb. 12**) ist ausreichend, um das Transplantat entweder im Bereich der Mammaria-interna-Gefäße oder der axillären Gefäße, meist A. und V. thoracodorsalis oder A. und V. circumflexa scapulae, zu anastomosieren.

Der DIEP eignet sich auch sehr gut, um nach risikoreduzierender Glandektomie beidseits eine Wiederherstellung in nur einem Eingriff zu ermöglichen. Das Komplikationsspektrum der Eigengewebrekonstruktion unterscheidet sich von dem der implantatbasierten Wiederherstellung. Beim DIEP-Flap muss in 0,5–5,1% der Fälle mit einem Totalverlust durch Gewebsuntergang gerechnet werden. In 5,9–19,8% kommt es zu revisionspflichtigen Gewebs-



► **Abb. 11** Bauchdecke nach Heben eines DIEP-Flaps. Die Gefäße wurden nach Eröffnung der Muskelfaszie freigelegt, ohne dabei die Funktion des Muskels einzuschränken [rerif].



► **Abb. 12** Bipedikulärer DIEP-Flap. Zur Gewebeversorgung erfolgt die Anastomosierung im Bereich der A. und V. thoracodorsalis [rerif].

nekrosen. Hernien im Bereich der Heberregion treten in 4% auf. Mit funktionellen Bauchwandchwächen muss in 0,8–13,6% der Fälle gerechnet werden [39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48]. Für das Behandlungsteam bedeutet die Transplantationschirurgie



► **Abb. 13** Polycaprolacton-Gerüst (Scaffold), das im Rahmen von Studien zur Rekonstruktion von Brust-/Thoraxdefekten bereits eingesetzt und sekundär mit Eigenfett nach Liposuktion gefüllt wird [rerif].

im Vergleich zur Implantatchirurgie immer einen erhöhten personellen Aufwand und einen verlängerten Krankenhausaufenthalt. Für die Patientin ist zudem ein längerer Krankheitsausfall zu erwarten. In den allermeisten Fällen wird den Patientinnen, nach erfolgreicher Transplantation und Einheilungsphase von ca. 6–12 Monaten, eine Symmetrierungsoperation angeboten. Dabei wird neben der Anpassung des Volumens und dem Ausgleich einer kontralateralen Ptosis auch ein fehlender Mamillen-Areola-Komplex wiederhergestellt. Ebenso sind kleine Anpassungen an der Heberregion möglich.

Wie könnte die Zukunft der Brustwiederherstellung aussehen?

Arbeitsgruppen weltweit forschen daran, die Eigenschaften von Implantat- und Eigengewebswiederherstellung mit Techniken des Tissue Engineerings zu kombinieren und dabei die Nachteile beider Methoden zu umgehen. Ein vielversprechender Ansatz zeigt sich durch die Herstellung des im 3D-Drucker produzierten Polycaprolacton-Gerüsts (Scaffold), das von der Form her einem Brustimplantat ähnlich ist (► **Abb. 13**).

Das Material ist resorbierbar und wird nach Implantation und Einwachsen der ersten Gefäße mit autologem Fett das durch Liposuktion gewonnen wird, gefüllt. Im Anschluss resorbiert sich das Scaffold und das Fettgewebe bleibt stehen. Sowohl im Tierversuch als auch in ersten Studien am Menschen, hier bei Pectus excavatum, konnte die Verträglichkeit des Produktes gezeigt werden [49, 50]. Ähnliche Ansätze gibt es auch im Bereich der Papillenrekonstruktion [51].

Fazit

Die Diagnostik und Therapie des Mammakarzinoms haben sich seit Einführung des Mammografie-Screening-Programms und durch die Zertifizierung von Brustzentren, unter Einhaltung leitlinienorientierten Handelns, kontinuierlich verbessert. Onkochirurgische und rekonstruktive Therapietechniken und -strategien

haben sich erweitert. Nur durch die Spezialisierung und interdisziplinäre Zusammenarbeit kann auf höchstem Niveau gearbeitet werden. Dies erfordert einen enormen Ressourcenaufwand. Um diese Entwicklung, insbesondere vor dem Hintergrund der immer weniger werdenden personellen Ressourcen, mitgehen zu können, sollten Arbeitsprozesse überdacht und unnötige, zum Teil unsinnige Prozesse entbürokratisiert werden. Ressourcen werden dann frei, wenn nicht ärztliche Arbeit auf Nichtärzte übertragen wird. Auf die zukünftigen Ärzte kommen noch größere Herausforderungen zu als bisher. Damit Brustzentren in der Zukunft auch weiterhin ihre wichtige und gute Arbeit leisten können, muss es eine *conditio sine qua non* sein, dass ausreichend Zeit für Aus- und Weiterbildung zur Verfügung steht. Ärzte in Weiterbildung sollten die Möglichkeit haben, sich aktiv zu engagieren und dabei ihre gute Ausbildung zu schätzen wissen. Eine kontinuierliche Teilnahme an Hospitationen, Kongressen und externen Kursen sollte bereits bei der Personalplanung der Krankenhäuser, wie es auch in anderen Berufsgruppen üblich ist, berücksichtigt werden.

Interessenkonflikt

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

Literatur

- [1] Morton DL, Wen DR, Wong JH et al. Technical details of intraoperative lymphatic mapping for early stage melanoma. *Arch Surg* 1992; 127 (4): 392–399. doi:10.1001/archsurg.1992.01420040034005
- [2] Giuliano AE, Kirgan DM, Guenther JM et al. Lymphatic mapping and sentinel lymphadenectomy for breast cancer [see comments]. *Ann Surg* 1994; 220 (3): 391–398
- [3] Giuliano AE, Ballman KV, McCall L et al. Effect of Axillary Dissection vs No Axillary Dissection on 10-Year Overall Survival Among Women With Invasive Breast Cancer and Sentinel Node Metastasis: The ACOSOG Z0011 (Alliance) Randomized Clinical Trial. *Jama* 2017; 318 (10): 918–926
- [4] Caudle AS, Yang WT, Krishnamurthy S et al. Improved Axillary Evaluation Following Neoadjuvant Therapy for Patients With Node-Positive Breast Cancer Using Selective Evaluation of Clipped Nodes: Implementation of Targeted Axillary Dissection. *J Clin Oncol* 2016; 34 (10): 1072–1078
- [5] Miki Y, Swensen J, Shattuck-Eidens D et al. A strong candidate for the breast and ovarian cancer susceptibility gene BRCA1. *Science* 1994; 266: 66–71. doi:10.1126/science.7545954
- [6] Snyderman RK, Starzynski TE. Breast reconstruction. *Surg Clin North Am* 1969; 49 (2): 303–311. doi:10.1016/s0039-6109(16)38789-8
- [7] Schneider WJ, Hill HL, Brown RG. Latissimus dorsi myocutaneous flap for breast reconstruction. *Br J Plast Surg* 1977; 30 (4): 277–281. doi:10.1016/0007-1226(77)90117-5
- [8] Hartrampf CR, Schefflan M, Black PW. Breast reconstruction with a transverse abdominal island flap. *Plast Reconstr Surg* 1982; 69 (2): 216–225
- [9] Brucker SY, Bamberg M, Jonat W et al. Certification of breast centres in Germany: proof of concept for a prototypical example of quality assurance in multidisciplinary cancer care. *BMC cancer* 2009; 9: 228. doi:10.1186/1471-2407-9-228
- [10] Brucker SY, Schumacher C, Sohn C et al. Benchmarking the quality of breast cancer care in a nationwide voluntary system: the first five-year results (2003–2007) from Germany as a proof of concept. *BMC cancer* 2008; 8: 358
- [11] Katalinic A, Eisemann N, Kraywinkel K et al. Breast cancer incidence and mortality before and after implementation of the German mammography screening program. *Int J Cancer* 2020; 147 (3): 709–718
- [12] Veronesi U, Cascinelli N, Mariani L et al. Twenty-year follow-up of a randomized study comparing breast-conserving surgery with radical mastectomy for early breast cancer. *N Engl J Med* 2002; 347 (16): 1227–1232
- [13] Hennigs A, Fuchs V, Sinn HP et al. Do Patients After Reexcision Due to Involved or Close Margins Have the Same Risk of Local Recurrence as Those After One-Step Breast-Conserving Surgery? *Ann Surg Oncol* 2016; 23 (6): 1831–1837. doi:10.1245/s10434-015-5067-1
- [14] Nessa A, Shaikh S, Fuller M et al. Postoperative complications and surgical outcomes of robotic versus conventional nipple-sparing mastectomy in breast cancer: meta-analysis. *Br J Surg* 2024; 111 (1): znad336. doi:10.1093/bjs/znad336.
- [15] Hermanns S, Dammeier S, Neugebauer A et al. Methods, applications, and future perspectives of intraoperative tissue identification. *Pathologie (Heidelb)* 2023; 44 (Suppl. 3): 183–187. doi:10.1007/s00292-023-01257-7
- [16] Guergan S, Boeer B, Fugunt R et al. Optical Emission Spectroscopy for the Real-Time Identification of Malignant Breast Tissue. *Diagnostics (Basel)* 2024; 14 (3): 338. doi:10.3390/diagnostics14030338.
- [17] Banys-Paluchowski M, Rubio IT, Karadeniz Cakmak G et al. Intraoperative Ultrasound-Guided Excision of Non-Palpable and Palpable Breast Cancer: Systematic Review and Meta-Analysis. *Ultraschall Med* 2022; 43 (4): 367–379
- [18] Boeer B, Obermoser J, Marx M et al. Ultrasound-guided breast-conserving surgery compared to conventional breast-conserving surgery. *Ultraschall Med* 2024. doi:10.1055/a-2290-1543
- [19] Goker M, Marcinkowski R, Van Bockstal M et al. 18F-FDG micro-PET/CT for intra-operative margin assessment during breast-conserving surgery. *Acta Chir Belg* 2020; 120 (5): 366–374
- [20] Darr C, Costa PF, Kahl T et al. Intraoperative Molecular Positron Emission Tomography Imaging for Intraoperative Assessment of Radical Prostatectomy Specimens. *Eur Urol Open Sci* 2023; 54: 28–32. doi:10.1016/j.euros.2023.05.017
- [21] Christenhusz A, Pouw JJ, Simonis FFJ et al. Breast MRI in patients after breast conserving surgery with sentinel node procedure using a superparamagnetic tracer. *Eur Radiol Exp* 2022; 6 (1): 3
- [22] Aribal E, Celik L, Yilmaz C et al. Effects of iron oxide particles on MRI and mammography in breast cancer patients after a sentinel lymph node biopsy with paramagnetic tracers. *Clin Imaging* 2021; 75: 22–26
- [23] van Haaren ERM, Spiekerman van Weezenburg MA, van Bastelaar J et al. Impact of low dose superparamagnetic iron oxide tracer for sentinel node biopsy in breast conserving treatment on susceptibility artefacts on magnetic resonance imaging and contrast enhanced mammography. *Surg Oncol* 2024; 53: 102045
- [24] Bove S, Fragomeni SM, Romito A et al. Techniques for sentinel node biopsy in breast cancer. *Minerva Surg* 2021; 76 (6): 550–563. doi:10.23736/S2724-5691.21.09002-X
- [25] Kedrzycki MS, Leiloglou M, Ashrafian H et al. Meta-analysis Comparing Fluorescence Imaging with Radioisotope and Blue Dye-Guided Sentinel Node Identification for Breast Cancer Surgery. *Ann Surg Oncol* 2021; 28 (7): 3738–3748
- [26] Mathelin C, Lodi M. Narrative review of sentinel lymph node biopsy in breast cancer: a technique in constant evolution with still numerous unresolved questions. *Chin Clin Oncol* 2021; 10 (2): 20. doi:10.21037/cco-20-207
- [27] Grischke EM, Rohm C, Hahn M et al. ICG Fluorescence Technique for the Detection of Sentinel Lymph Nodes in Breast Cancer: Results of a Prospective Open-label Clinical Trial. *Geburtshilfe Frauenheilkd* 2015; 75 (9): 935–940. doi:10.1055/s-0035-1557905

- [28] Boeer B, Helms G, Pasternak J et al. Back to the future: breast surgery with tumescent local anesthesia (TLA)? Archives of gynecology and obstetrics 2023; 308 (3): 935–940
- [29] Rehnke RD, Groening RM, Van Buskirk ER et al. Anatomy of the Superficial Fascia System of the Breast: A Comprehensive Theory of Breast Fascial Anatomy. Plast Reconstr Surg 2018; 142 (5): 1135–1144. doi:10.1097/PRS.0000000000004948
- [30] Griepsma M, de Roy van Zuidewijn DB, Grond AJ et al. Residual breast tissue after mastectomy: how often and where is it located? Ann Surg Oncol 2014; 21 (4): 1260–1266
- [31] Kaidar-Person O, Boersma LJ, Poortmans P et al. Residual Glandular Breast Tissue After Mastectomy: A Systematic Review. Ann Surg Oncol 2020; 27 (7): 2288–2296. doi:10.1245/s10434-020-08516-4
- [32] Andersson MN, Sund M, Svensson J et al. Prophylactic mastectomy – Correlation between skin flap thickness and residual glandular tissue evaluated postoperatively by imaging. Journal of plastic, reconstructive & aesthetic surgery : JPRAS 2022; 75 (6): 1813–1819
- [33] Rebbeck TR, Friebel T, Lynch HT et al. Bilateral prophylactic mastectomy reduces breast cancer risk in BRCA1 and BRCA2 mutation carriers: the PROSE Study Group. J Clin Oncol 2004; 22 (6): 1055–1062. doi:10.1200/JCO.2004.04.188
- [34] Coroneos CJ, Selber JC, Offodile AC 2nd et al. US FDA Breast Implant Postapproval Studies: Long-term Outcomes in 99,993 Patients. Ann Surg 2019; 269 (1): 30–36. doi:10.1097/SLA.0000000000002990
- [35] Kabir R, Stanton E, Sorenson TJ et al. Breast Implant Illness as a Clinical Entity: A Systematic Review of the Literature. Aesthetic surgery journal 2024; 44 (9): NP629–NP636. doi:10.1093/asj/sjae095.
- [36] Rohrich RJ, Bellamy JL, Alleyne B. Assessing Long-Term Outcomes in Breast Implant Illness: The Missing Link? A Systematic Review. Plast Reconstr Surg 2022; 149 (4): 638e–45e. doi:10.1097/PRS.0000000000009067
- [37] Elameen AM, AlMarakby MA, Atta TI et al. The Risk of Breast Implant-Associated Anaplastic Large Cell Lymphoma; A Systematic Review and Meta-Analysis. Aesthetic plastic surgery 2024. doi:10.1007/s00266-024-03956-9.
- [38] Yamauchi H, Okawa M, Yokoyama S et al. High rate of occult cancer found in prophylactic mastectomy specimens despite thorough presurgical assessment with MRI and ultrasound: findings from the Hereditary Breast and Ovarian Cancer Registration 2016 in Japan. Breast Cancer Res Treat 2018; 172 (3): 679–687
- [39] Lee JW, Lee YC, Chang TW. Microvasculature augmented transverse rectus abdominis myocutaneous flap for breast reconstruction—reappraisal of its value through clinical outcome assessment and intraoperative blood gas analysis. Microsurgery 2008; 28 (8): 656–662. doi:10.1002/micr.20555
- [40] Chen C, Nguyen MD, Bar-Meir E et al. Effects of vasopressor administration on the outcomes of microsurgical breast reconstruction. Ann Plast Surg 2010; 65 (1): 28–31. doi:10.1097/SAP.0b013e3181bda312
- [41] Acosta R, Enajat M, Rozen WM et al. Performing two DIEP flaps in a working day: an achievable and reproducible practice. Journal of plastic, reconstructive & aesthetic surgery : JPRAS 2010; 63 (4): 648–654
- [42] Baumann DP, Lin HY, Chevray PM. Perforator number predicts fat necrosis in a prospective analysis of breast reconstruction with free TRAM, DIEP, and SIEA flaps. Plast Reconstr Surg 2010; 125 (5): 1335–1341
- [43] Chen CM, Halvorson EG, Disa JJ et al. Immediate postoperative complications in DIEP versus free/muscle-sparing TRAM flaps. Plast Reconstr Surg 2007; 120 (6): 1477–1482. doi:10.1097/01.prs.0000288014.76151.f7
- [44] Gill PS, Hunt JP, Guerra AB et al. A 10-year retrospective review of 758 DIEP flaps for breast reconstruction. Plast Reconstr Surg 2004; 113 (4): 1153–1160. doi:10.1097/01.prs.0000110328.47206.50
- [45] Nelson JA, Guo Y, Sonnad SS et al. A Comparison between DIEP and muscle-sparing free TRAM flaps in breast reconstruction: a single surgeon's recent experience. Plast Reconstr Surg 2010; 126 (5): 1428–1435
- [46] Parrett BM, Catterson SA, Tobias AM et al. DIEP flaps in women with abdominal scars: are complication rates affected? Plast Reconstr Surg 2008; 121 (5): 1527–1531
- [47] Rao SS, Parikh PM, Goldstein JA et al. Unilateral failures in bilateral microvascular breast reconstruction. Plast Reconstr Surg 2010; 126 (1): 17–25. doi:10.1097/PRS.0b013e3181da8812
- [48] Casey WJ 3rd, Chew RT, Rebecca AM et al. Advantages of preoperative computed tomography in deep inferior epigastric artery perforator flap breast reconstruction. Plast Reconstr Surg 2009; 123 (4): 1148–1155. doi:10.1097/PRS.0b013e31819e23e1
- [49] Cheng M, Janzekovic J, Finze R et al. Conceptualizing Scaffold Guided Breast Tissue Regeneration in a Preclinical Large Animal Model. Bioengineering (Basel) 2024; 11 (6): 593. doi:10.3390/bioengineering11060593..
- [50] Cheng M, Janzekovic J, Mohseni M et al. A Preclinical Animal Model for the Study of Scaffold-Guided Breast Tissue Engineering. Tissue Eng Part C Methods 2021; 27 (6): 366–377. doi:10.1089/ten.TEC.2020.0387
- [51] Ding J, Wei C, Xu Y et al. 3D printing of Cefte-infused scaffolds for tailored nipple-like cartilage development. BMC Biotechnol 2024; 24 (1): 25. doi:10.1186/s12896-024-00848-3

Hinweis

Dieser Artikel wurde gemäß des Erratums vom 02.10.2024 geändert.

Erratum

Im oben genannten Artikel wurde auf den Seiten 229 und 230 im Absatz „Welche Innovationen könnten in der Zukunft bei brusterhaltenden, onkoplastischen Operationen zu erwarten sein?“ die Abkürzung „OEM“ korrigiert. Richtig ist: „OES“.