

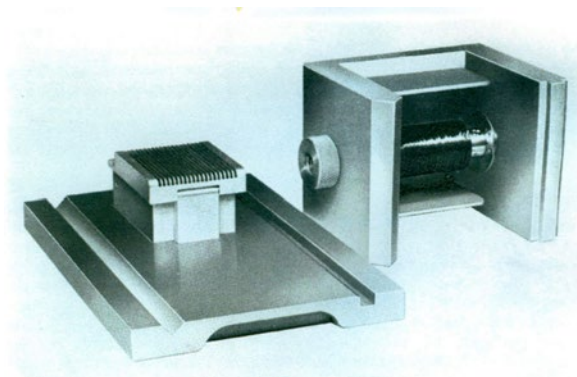
Meek-Technik

Christian Ottomann, Bernd Hartmann

1.1	Hintergrund – 2
1.2	Indikation – 3
1.3	Kombinierte Verfahren – 4
1.4	Material – 4
1.5	Prinzip der Expansionsmethode – 6
1.6	Operationstechnik – 7
1.7	Postoperative Maßnahmen – 19
1.7.1	Verbandswechsel – 19
1.7.2	Wundheilung – 19
1.7.3	Outcome – 20
	Literatur – 21

1.1 Hintergrund

Eine operative Möglichkeit, das Problem des limitierten Spenderareals zu umgehen, ist die größere Expansion der Spalthaut. Bei der sogenannten Alexandertechnik wird die expandierte Spalthaut mit Fremdhaut kombiniert. So sind Expansionsraten der gemesheten Spalthaut bis 1:9 möglich, wenn auch selten durchgeführt [1,2]. Eine alternative Technik, die Spalthaut zu expandieren, ist die Methode nach Meek. Diese bei großen Expansionsraten der Spalthaut sicher anzuwendende Methode ist wegen der einfacheren Transplantation und geringeren Fragilität gegenüber den großmaschigen Mesh-Transplantaten weltweit in vielen Verbrennungszentren etabliert und wird bei sehr großflächigen Verbrennungen der Meshgraft-Technik vorgezogen. Raff et al. konnten zudem nachweisen, dass bis zu einer verbrannten Körperoberfläche von 75 % die verbleibende nicht verbrannte Haut als Spenderareal ausreicht und nur einmal benutzt werden muss, um eine zusätzliche Anwendung von Kulturhaut zu umgehen [3]. Cicero Parker Meek (17.10.1914–19.04.1979) arbeitete als Allgemeinchirurg am Aiken County Hospital in South Carolina, USA, dessen besonderes Interesse der Behandlung schwerbrandverletzter Patienten galt. In seinem im Jahr 1958 im American Journal of Surgery publizierten Artikel „Successful Microdermagrafting using the Meek-Wall Microdermatome“ beschreibt er erstmals eine gerätebasierte Methode zur Herstellung „briefmarkenartiger“ kleiner Hauttransplantate [4]. Seine grundlegende Überlegung war, dass die Keratinozyten transplanterter Hautinseln vom Transplantatrand in die Peripherie konfluieren. Daraus folgte er, dass die Wundheilung transplanterter Areale umso schneller sein müsse, je länger die Ränder der Transplantate seien. Mittels einer mathematischen Annäherungsweise stellte er das Prinzip dar, dass die Summe der Ränder der quadratischen Transplantate umso größer wird, je kleiner die transplantierten Quadrate sind. Aus dieser Überlegung konstruierte er das in dem genannten Artikel erstmals vorgestellte Meek-Wall Gerät zur Mikrografttransplantation. Das in dem Originalartikel aus dem Jahr 1958 erstmals vorgestellte Gerät verfügte bereits über die 13 Schneidmesser, die von einem Elektromotor angetrieben wurden. Zudem wird das Korkplättchen als Träger des Transplantates beschrieben und die Funktionsweise des Gerätes. Anfänglich trankte Meek die kleinen ($1/16$ Inch = 4 mm) Hautinseln in Plasma und trug sie dann per Hand auf Fallschirmseide auf, die er direkt auf das Wundbett transplantierte. Im Februar 1963 meldete er zusammen mit S.P. Wall, dem Ingenieur, mit dem er das Gerät zusammen konstruiert hatte, das Meek-Wall Dermatom beim United States Patent Office als „Microdermatome“ an (■ Abb. 1.1; ■ Abb. 1.2).



■ Abb. 1.1 Original Meek-Wall Mikrodermatome aus dem Jahr 1964 (Mit freundlicher Genehmigung der Firma Humeca Enschede, The Netherlands)

Im Jahr 1965 publizierte Meek einen zweiten Artikel, in dem er über seine Erfahrungen mit der neuen Technik berichtete und die einzelnen Schritte der Meek-Transplantation erstmals detailliert beschreibt. Die Methode nach Meek geriet nach Einführung der Meshgraft-Technik im Jahr 1964 jedoch international in Vergessenheit, da die trägerlosen, gitterförmigen Mesh-Transplantate schneller und deutlich einfacher hergestellt werden konnten und sich damit zunächst durchsetzten [5]. Chinesische Erfahrungen, Spalthaut inselförmig zu transplantieren, wurden international nicht publiziert (■ Abb. 1.3).

Erst Anfang der 90er Jahre wurde die Meek-Technik durch holländische Chirurgen des Red Cross Hospital in Beverwijk wieder aufgegriffen und technisch verbessert. Ein speziell für die Haftung der Spalthaut auf den Korkplättchen entwickelter Sprühkleber und neue Nylonplissees wurden eingeführt. Die klinischen Ergebnisse dieser modifizierten Meek-Technik wurden erstmals von Kreis et al. im Jahr 1993 publiziert [6]. In dem Artikel empfehlen die Autoren erstmals eine Kombination aus Meek und Allograft (Fremdhaut) bei hohen Expansionsraten. Eine Woche nach der Meek-Transplantation werden die Nylonplissees vorsichtig abgezogen und über die adhärenz nicht konfluierenden Inseln Fremdhaut transplantiert. In einem weiteren Artikel von Kreis et al. über die Meek-Technik aus dem Jahr 1994 vergleichen die Autoren in einem in vitro Versuch die Expansionsraten von Mesh und Meek Transplantaten und kommen zu dem Schluss, dass eine Expansion von 1:6 mittels Mesh Technik einer Expansion von 1:4 mittels Meek Technik entspricht [7]. Eine weitere Modifikation wurde von Raff et al. im Jahr 1996 publiziert. Die Autoren konstatieren, dass bei Expansionsraten bis 1:6 auf eine zusätzliche Transplantation von Fremdhaut verzichtet werden kann [3]. Im Jahr 1997 wurden auf Vorschlag des Chirurgen Robert Kreis erstmals Plissees mit einer Expansionsrate von 1:3 hergestellt.

Feb. 5, 1963 C. P. MEEK ETAL 3,076,462
MICRODERMATOME
Filed Sept. 15, 1958 2 Sheets-Sheet 1

Fig. 1.

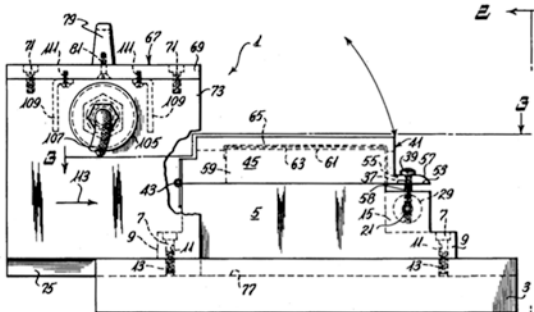
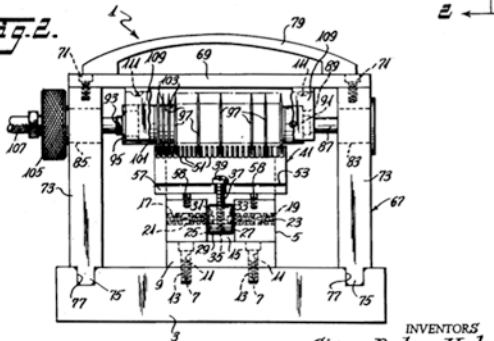


Fig. 2.



INVENTORS
Cicero Parker Meek
BY S.F. Wall, Jr.
Racal & Thomas
ATTORNEYS

a

Feb. 5, 1963 C. P. MEEK ETAL 3,076,462
MICRODERMATOME
Filed Sept. 15, 1958 2 Sheets-Sheet 2

Fig. 3.

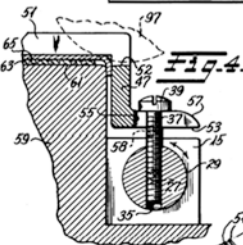
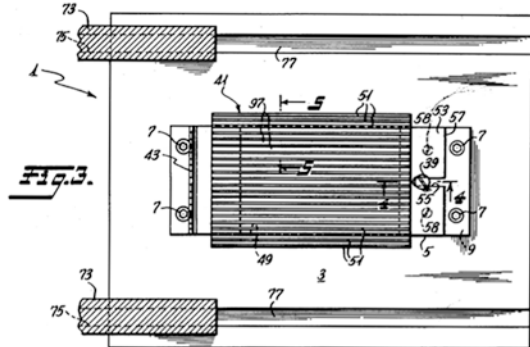


Fig. 5.

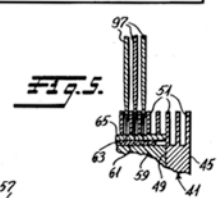
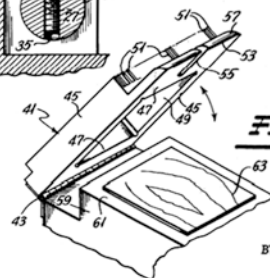


Fig. 6.



INVENTORS
Cicero Parker Meek
BY S.F. Wall, Jr.
Racal & Thomas
ATTORNEYS

b

■ Abb. 1.2 Patentanmeldung des Meek-Wall Gerätes aus dem Jahr 1963



■ Abb. 1.3 Chinesische Inseltechnik

Die letzte Modifikation erfolgte im Jahr 2001 durch Dr. Abdul Reda Lari aus dem Al Babbain Burn Center in Kuwait City. Er hatte die Idee, den pneumatischen Motor (der die 13 Klingen antreibt) durch eine Handkurbel zu

ersetzen, da in vielen Ländern keine Pressluft vorhanden ist und das Gerät so für Schwellen- und Entwicklungsländer günstiger wird.

1.2 Indikation

Durch die Meek-Technik ist eine definitive Wundversorgung durch Spalthauttransplantation bis zu einer verbrannten Körperoberfläche von 75 % ohne zusätzliche Transplantation von Kulturhaut möglich [3,9]. Die operative Versorgung kann aufgrund des intraoperativen Blutverlustes bei großflächigen Verbrennungen in mehreren Schritten notwendig sein. Je nach Konstitution und intensivmedizinischer Vorbereitung (Auftransfusion) des Patienten ist eine Deckung von bis zu 25 % VKOF bei gleichzeitig erfolgter Nekrorektomie in einer operativen Sitzung möglich. Höhere Deckungsraten können erzielt werden, wenn der Patient bereits nekrorektomiert, die Wunden entsprechend debridiert und durch eine tempo-



■ **Abb. 1.4** Ein Team fertigt die Meek-Transplantate an, während das zweite Team die Wunden zur Transplantation vorbereitet

räre Wundversorgung konditioniert wurden. Bei einem komplikationslosen Verlauf haften die Inseln spätestens sieben Tage nach Transplantation fest auf dem Wundbett. Die komplette Reepithelisierung der Lücken zwischen den transplantierten Inseln wird bei Expansionsraten bis 1:3 innerhalb von zwei Wochen erreicht. Kreiss et al. berichten von einer Reepithelisierungsdauer von fünf Wochen bei einer Expansion von 1:9 in Kombination mit Fremdhaut [6].

■ Vorteile

- Kleine und ungünstig liegende Spenderareale können zur Spalthautgewinnung verwendet werden
- Selbst minimale Spalthautreste, die auf das $4,2 \times 4,2$ cm große Korkplättchen gelegt werden, können zu Mikrograft-Inseln verarbeitet werden
- Ein weiteres Vorteil ist die leichtere Handhabung weit expandierter Spalthaut durch die Plissees gegenüber der Mesh-Technik
- Die tatsächliche Expansionsrate wird erreicht [10]

■ Nachteile

- Hoher Personalbedarf
- Hoher Zeitaufwand bei der Herstellung der Meek-Transplantate und daraus folgend höhere Kosten [11]
- Ein paralleles Operieren durch zwei Operationsteams ist notwendig (■ **Abb. 1.4**)

1.3 Kombinierte Verfahren

Kreiss et al. empfehlen in ihrer Modifikation der Meek Technik zum Schutz der Meek-Inseln die Kombination mit zusätzlicher Fremdhaut [6]. Raff et al. konnten dagegen im Jahr 1996 darstellen, dass bis zu einer Expansionsrate

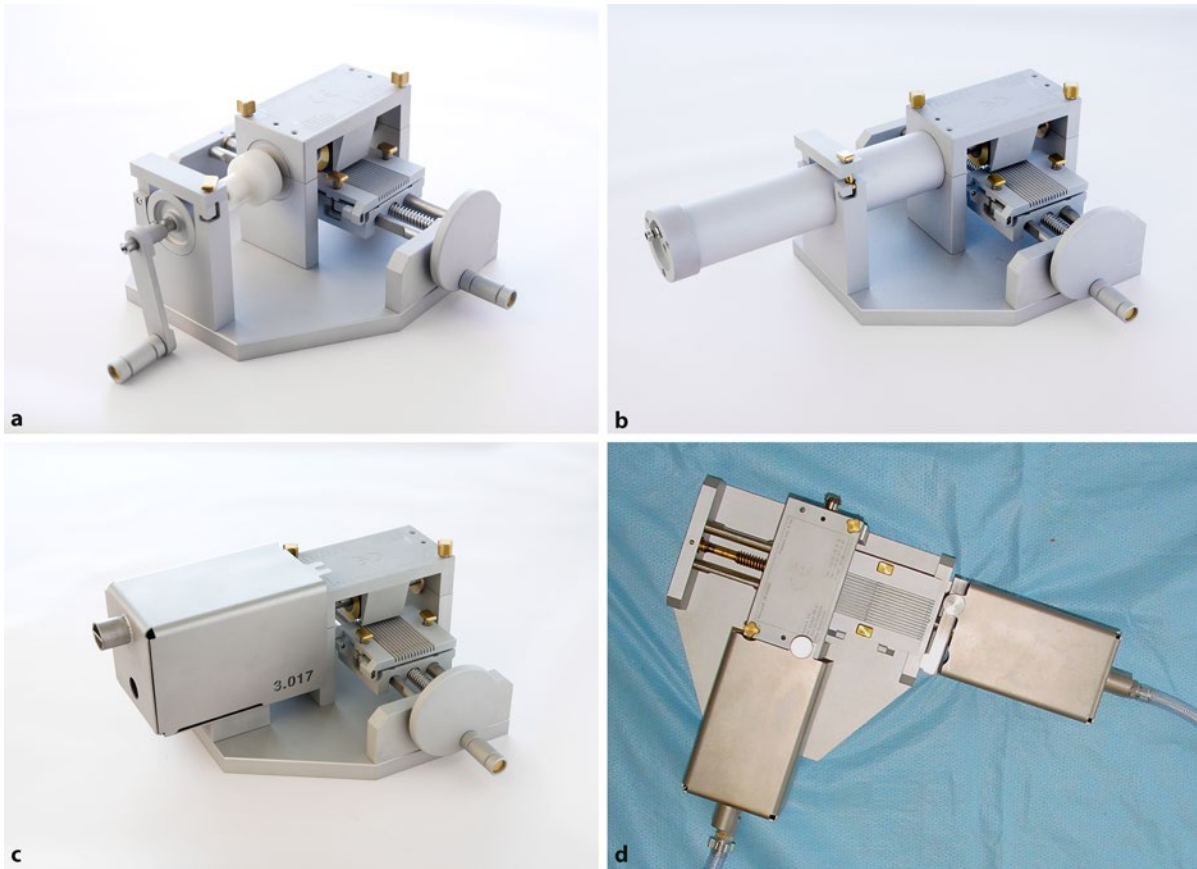
■ **Tab. 1.1:** Materialkosten Meek-Technik

Meek Gerät		
Handangetrieben	Motorantrieb zylindrisch	Motoran- trieb Block
7500 Euro	9950 Euro	14.000 Euro
Schneideblöcke		
Einfach	Doppelt	
2000 Euro	2300 Euro	
Korkplättchen + Plisse		
24–28 Euro, mengen- abhängige Staffelpreise		
Sprühkleber		
29,50 Euro		

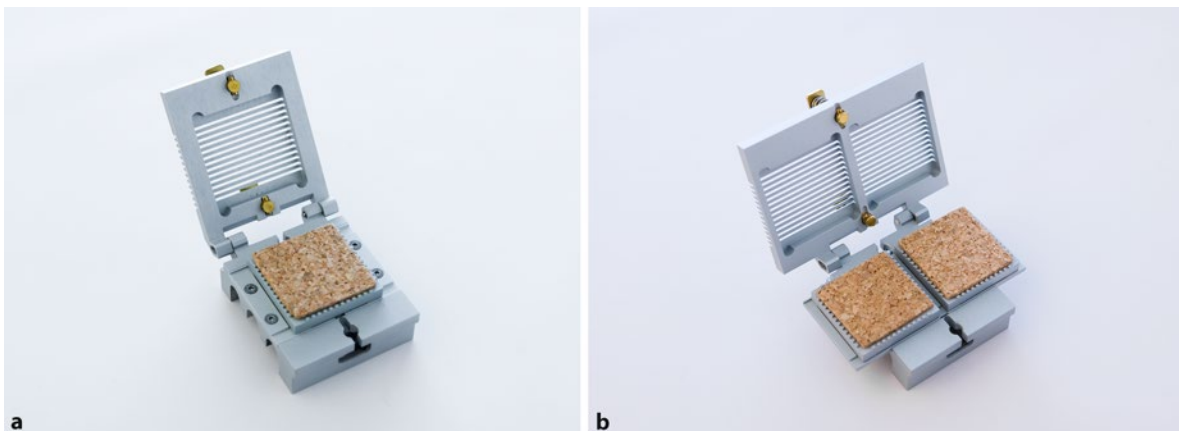
von 1:4 eine zusätzliche Deckung mit Allograft Transplantaten nicht notwendig ist [3]. Weitere kombinierte Verfahren wurden beschrieben. Im Jahr 1996 wurde von Raff et al. erstmals die mögliche Kombination von Meek-Transplantaten und Kulturhaut dargestellt [3]. Hierbei werden die Verbrennungswunden zunächst durch Meek-Transplantate mit einer hohen Expansionsrate versorgt. Innerhalb der ersten Woche werden die Plissees entfernt und CEA Sheets über die gesamte Wundfläche und über die adhärennten Meek-Inseln aufgetragen, was zu einer deutlich verkürzten Reepithelisierungsdauer führt. Dieses kombinierte Vorgehen aus CEA und Meek-Transplantation wurde von mehreren Autoren validiert [12–14]. Papp et al. berichteten im Jahr 2003 erstmals von der Transplantation kollagen-basierter Matrices in Kombination mit der Meek-Technik [15]. James et al. gelang im Jahr 2010 erstmals die erfolgreiche Kombination aus Meek und aufgespritzten kultivierten Keratinozyten [16].

1.4 Material

Das Meek-Gerät und das passende Meek-Dermatom sowie Korkplättchen und Plissees werden seit 1984 von der Firma Humeca in Enschede, Holland, produziert. Der Vertrieb läuft in Deutschland über die Asclepios Medizintechnik in Gutach (■ **Tab. 1.1**). Das Mee-Ggerät enthält 13 Rundmesser, die das $4,2 \times 4,2$ cm große Transplantat in 196 quadratische Inseln a 3×3 mm schneidet. Die Rundmesser werden durch Pressluft angetrieben. Das Vorschieben des Schneideblocks, auf dem das Transplantat mittels Korkplättchen deponiert wird, erfolgt per Hand (Drehkurbel) oder wird durch einen zweiten Elektromotor angetrieben (■ **Abb. 1.5**).



■ **Abb. 1.5a–d** Meek-Geräte **a** handangetrieben, **b** mit zylindrischem Motorantrieb, **c** mit Blockmotor und **d** vollautomatisch (Quelle: Humeca Enschede, The Netherlands)



■ **Abb. 1.6** **a** Einfacher und **b** doppelter Schneideblock (Quelle: Humeca Enschede, The Netherlands)

Das Meek-Gerät und die Schneideblöcke sind bis auf den Motor komplett sterilisierbar. Angeboten wird ein einfacher und ein doppelter Schneideblock (■ **Abb. 1.6**). Mit dem doppelten Block können zwei Meek Transplantate gleichzeitig hergestellt werden, um Operationszeit zu spa-

ren. Die Firma Humeca bietet die akkubetriebenen Elektrodermatome D42 und D80 an. Die Autoren empfehlen für die Meek-Transplantation das hierfür speziell entwickelte Dermatom D42, da mit ihm Transplantate der Breite 4,2 cm gewonnen werden, die exakt auf die korrespondie-

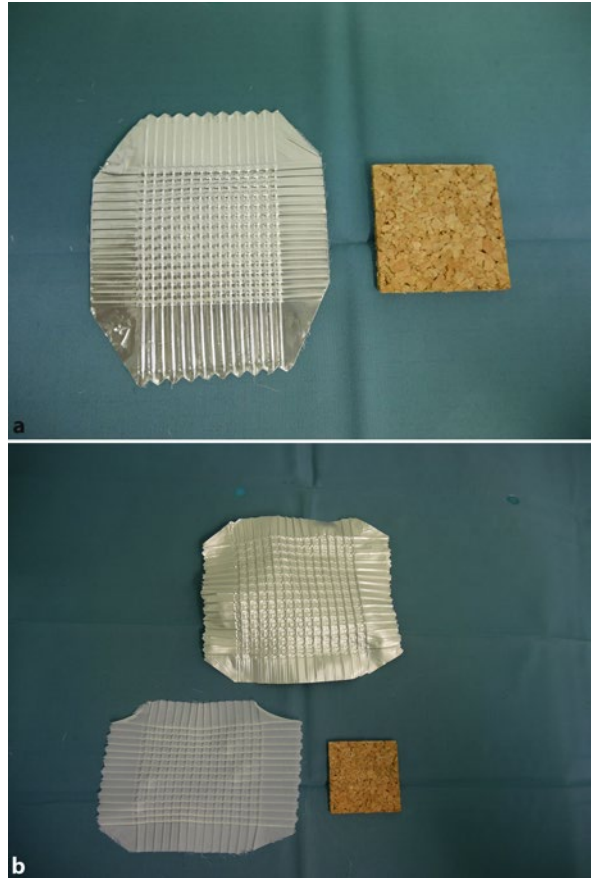


■ **Abb. 1.7** Meek Dermatome D42 und D80 (Quelle: Humeca Enschede, The Netherlands)

renden Korkplättchen passen. Die Dicke des Transplantates ist von 0,1 bis 1,2 mm in 0,1 mm Abständen variabel einstellbar (■ [Abb. 1.7](#)). Die sterilen Nylonplissees sind in 14×14 Quadrate vorgefalzt, woraus beim Auseinanderziehen die entsprechende Expansion der 196 Hautinseln resultiert (■ [Abb. 1.8](#)).

1.5 Prinzip der Expansionsmethode

Durch Ziehen an allen vier Seiten des vorgefalzten Plissees wird die durch das Meek-Gerät in 196 Inseln geschnittene Spalthaut expandiert. Die Expansionsrate hängt von der Vorfaltung des Plissees ab. Eine Expansion von 1:3 bis zu 1:9 ist möglich



■ **Abb. 1.8** Nylonplissee und Korkplättchen vor (a) und nach dem Auseinanderfalten (b)

1.6 Operationstechnik

■ Schritt 1- Wundkonditionierung (■ Abb. 1.9)

- Das zu transplantierende Areal muss radikal debridiert, d. h. frei von avitalen Gewebeanteilen und frei von Hypergranulation sein (■ Abb. 1.9a)
- Penible Blutstillung durch Elektrokauterisation, um ein Hämatom unter den Meek-Transplantaten zu verhindern (■ Abb. 1.9b)



■ **Abb. 1.9** **a** 58 jährige Patientin mit IIb-III° Verbrennungen von insgesamt 45 % VKOF. Die Wundflächen wurden in mehreren operativen Schritten debridiert und mittels Spenderhaut temporär gedeckt. Operativer Eingriff in Bauchlage zur Meek Transplantation am Rücken, linker Flanke und linkem Oberschenkel. **b** Penible Blutstillung mittels bipolarer Elektrokauterisation, um eine Hämatombildung unter den Meek-Transplantaten zu verhindern

■ Schritt 2 – Planung der benötigten Plissees

Die Anzahl der benötigten Plissees richtet sich nach der Expansionsrate und dem Ausmaß der verbrannten, zu transplantierenden Wundfläche in % VKOF. Eine genaue Abmessung der Wundfläche wird durch moderne Dokumentationssysteme wie das Burn Case 3D® auf den cm² genau errechnet. Verbrennungszentren, denen die Burn Case 3D® Software nicht zur Verfügung steht, können zunächst die Körperoberfläche in cm² des Patienten mittels der folgenden Tabelle grob abschätzen (■ Tab. 1.2; ■ Tab. 1.3; ■ Tab. 1.4; ■ Tab. 1.5; ■ Tab. 1.6).

Anhand der verbrannten Körperoberfläche (VKOF) in % und der Gesamtkörperoberfläche des Patienten in cm² kann nun die verbrannte Oberfläche in cm² errechnet werden. Ein 50 % verbrannter Beispiel-Patient mit 1,75 m und 80 kg hätte demnach eine verbrannte Gesamtfläche

von 9900 cm². Ein unexpandiertes Plissees hat eine Fläche von 17,64 cm² (4,2 × 4,2 cm). Der genannte Beispiel-Patient würde bei einer 1:1 Transplantation, d. h. ohne Expansion, demnach 569 Plissees benötigen. Für den Fall, dass eine Expansion von 1:3 erreicht werden sollte, würde sich die Plisseeanzahl durch drei dividieren, so dass bei einer Expansion von 1:2 insgesamt 190 Plissees benötigt würden. Aufgrund des Debridements verringert sich die Oberfläche des zu transplantierenden Areals durch den Gewebeverlust jedoch. Geht man von einer durchschnittlichen Verringerung der Oberfläche nach Debridement von 10 % aus (siehe ■ Abb. 1.9b), müsste man die 190 benötigten Plissees mal 0,9 multiplizieren und käme auf eine Gesamtanzahl von 171. Eine alternative Abschätzung der Plisseeanzahl kann anhand der folgenden Tabellen vorgenommen werden.

■ Tab. 1.2 Einschätzung der Körperoberfläche des Patienten

Körpergröße in cm	Körpergewicht in kg							
–	10	20	30	40	60	80	100	120
50	4000	5700	7100	–	–	–	–	–
75	4800	6800	8400	9700	–	–	–	–
100	–	7700	9500	11.000	13.500	–	–	–
125	–	8400	10.400	12.100	24.900	–	–	–
150	–	–	11.200	13.100	16.000	18.700	20.900	22.900
175	–	–	12.000	13.900	17.100	19.800	22.200	24.500
200	–	–	–	14.700	18.100	21.000	22.600	26.900
225	–	–	–	–	19.200	22.200	24.700	27.100

■ Tab. 1.3 Anzahl der Meek-Plissees pro % VKOF bei einer Expansionsrate von 1:3

Körpergröße in cm	Körpergewicht in kg							
–	10	20	30	40	60	80	100	120
50	0,7	1,0	1,2	–	–	–	–	–
75	0,8	1,2	1,4	1,6	–	–	–	–
100	–	1,3	1,6	1,9	2,2	–	–	–
125	–	1,4	1,8	2,1	2,5	–	–	–
150	–	–	1,9	2,2	2,7	3,2	3,5	3,9
175	–	–	2,1	2,3	2,9	3,3	3,8	4,1
200	–	–	–	2,5	3,1	3,6	3,9	4,4

■ **Tab. 1.4** Anzahl der Meek-Plissees pro % VKOF bei einer Expansionsrate von 1:4

Körpergröße in cm	Körpergewicht in kg							
–	10	20	30	40	60	80	100	120
50	0,5	0,7	0,9	–	–	–	–	–
75	0,6	0,9	1,1	1,3	–	–	–	–
100	–	1,0	1,3	1,5	1,7	–	–	–
125	–	1,1	1,4	1,5	1,9	–	–	–
150	–	–	1,5	1,7	2,1	2,3	2,7	2,9
175	–	–	1,6	1,8	2,2	2,5	2,8	3,1
200	–	–	–	1,9	2,3	2,7	2,9	3,3

■ **Tab. 1.5** Anzahl der Meek-Plissees pro % VKOF bei einer Expansionsrate von 1:6

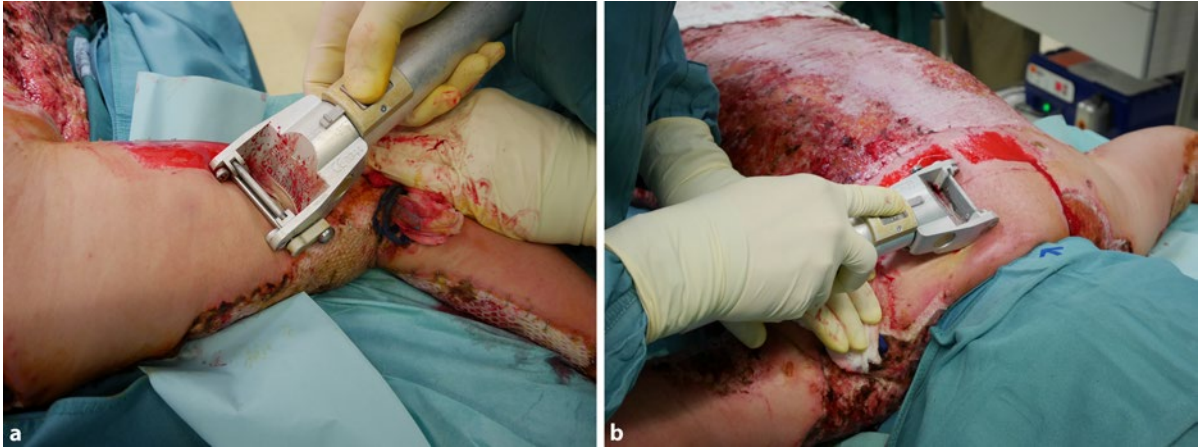
Körpergröße in cm	Körpergewicht in kg							
–	10	20	30	40	60	80	100	120
50	0,4	0,4	0,6	–	–	–	–	–
75	0,4	0,5	0,7	0,8	–	–	–	–
100	–	0,6	0,8	0,9	1,2	–	–	–
125	–	0,7	0,9	1,0	1,3	–	–	–
150	–	–	1,0	1,1	1,4	1,6	1,8	2,0
175	–	–	1,0	1,2	1,5	1,7	1,9	2,1
200	–	–	–	1,3	1,5	1,8	1,9	2,2

■ **Tab. 1.6** Anzahl der Meek-Plissees pro % VKOF bei einer Expansionsrate von 1:9

Körpergröße in cm	Körpergewicht in kg							
–	10	20	30	40	60	80	100	1,4
50	0,2	0,4	0,4	–	–	–	–	–
75	0,3	0,4	0,5	0,5	–	–	–	–
100	–	0,5	0,5	0,6	0,7	–	–	–
125	–	0,5	0,6	0,7	0,8	–	–	–
150	–	–	0,6	0,7	0,9	1,1	1,2	1,3
175	–	–	0,7	0,8	1,0	1,1	1,3	1,4
200	–	–	–	0,8	1,0	1,2	1,3	1,5

■ Schritt 3 – Abnahme der Spalthaut (■ Abb. 1.10)

- Maximale Dicke der abgenommenen Spalthaut 0,2 mm
- Abnahme der Spalthaut ohne dermale Anteile



■ Abb. 1.10 a Abnahme der Spalthaut mit dem Meek-Dermatom D42 am linken Oberarm, b Abnahme der Spalthaut am oberen Rücken

■ Schritt 4 – Auftragen der Spalthaut auf die Korkplättchen (■ Abb. 1.11)

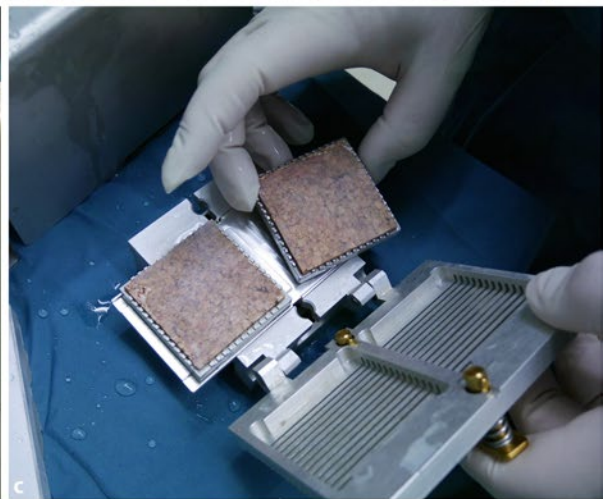
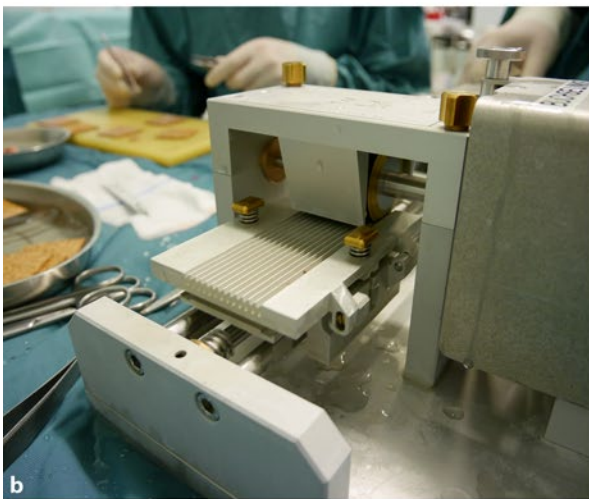
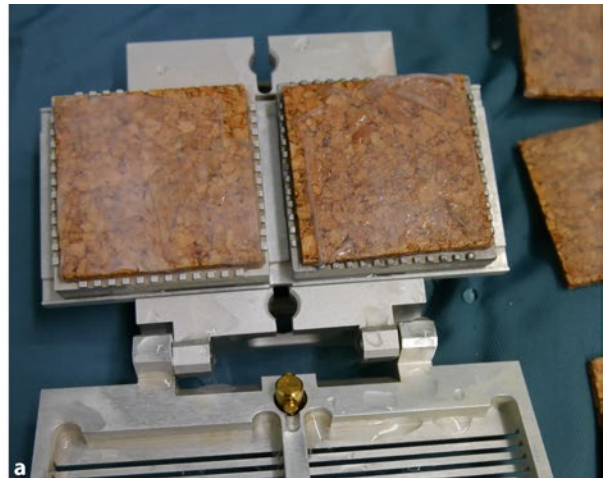
- Vorbereitung: Wässern der Korkplättchen in steriler Kochsalzlösung für 3–5 Minuten
- Ausbreiten der Spalthaut mit der Hautinnenseite nach oben
- Korkplättchen auf die Innenseite der Spalthaut legen
- Zuschneiden der Spalthaut entsprechend der Größe der Korkplättchen



■ Abb. 1.11 a Wässern der Korkplättchen mit steriler Kochsalzlösung, b Ausbreiten der Spalthaut auf Schneidebrettern, c Zuschneiden der Transplantate. d Die Innenseite der Spalthaut berührt das Korkplättchen

■ Schritt 5 – Zuschneiden der Transplantate durch das Meek-Gerät (▣ Abb. 1.12)

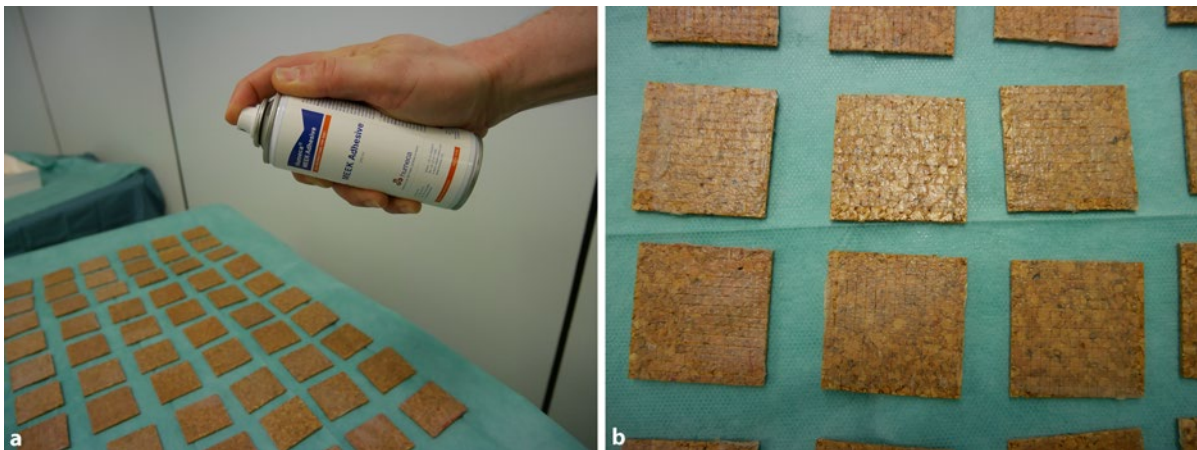
- Einlegen der mit der Haut präparierten Korkplättchen in den Schlitten
- Die Haut wird durch die 13 rotierenden Schneideblätter in Streifen geschnitten
- Drehen der Korkplättchen um 90° und erneutes Einlegen in den Schlitten
- Nach dem zweiten Schneidevorgang durch das Meek-Gerät resultieren die Spalthaut-Quadrate



▣ Abb. 1.12 a Einlegen der Korkplättchen in den Schlitten, b Das Meek-Dermatom schneidet die Spalthaut in Streifen, c Drehung um 90°, d, e Nach dem erneuten Schneiden resultieren die quadratischen Hautinseln

■ Schritt 6 – Auftragen des Sprühklebers (■ Abb. 1.13)

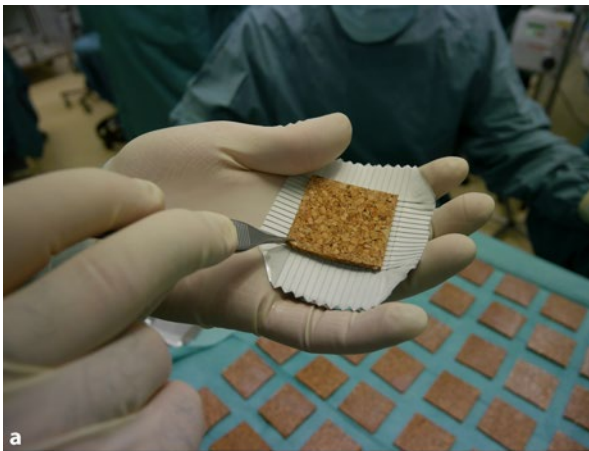
- Die Korkplättchen werden mit den Hautinseln nach oben auf einem sterilen Tisch drapiert
- Anschließend werden die Korkplättchen gleichmäßig mit dem Sprühkleber benetzt
- Nach ca. 8 Minuten hat der Kleber die richtige Viskosität erreicht (klebrig), was an der matten Oberfläche der Spalthaut erkennbar ist



■ Abb. 1.13 a Auftragen des Sprühklebers, b Sobald sich die Oberfläche von glänzend zu matt ändert, können die Plissees angedrückt werden

■ **Schritt 7 – Auftragen der Korkplättchen mit den Transplantaten auf die vorgefalteten Plissees**
(■ Abb. 1.14)

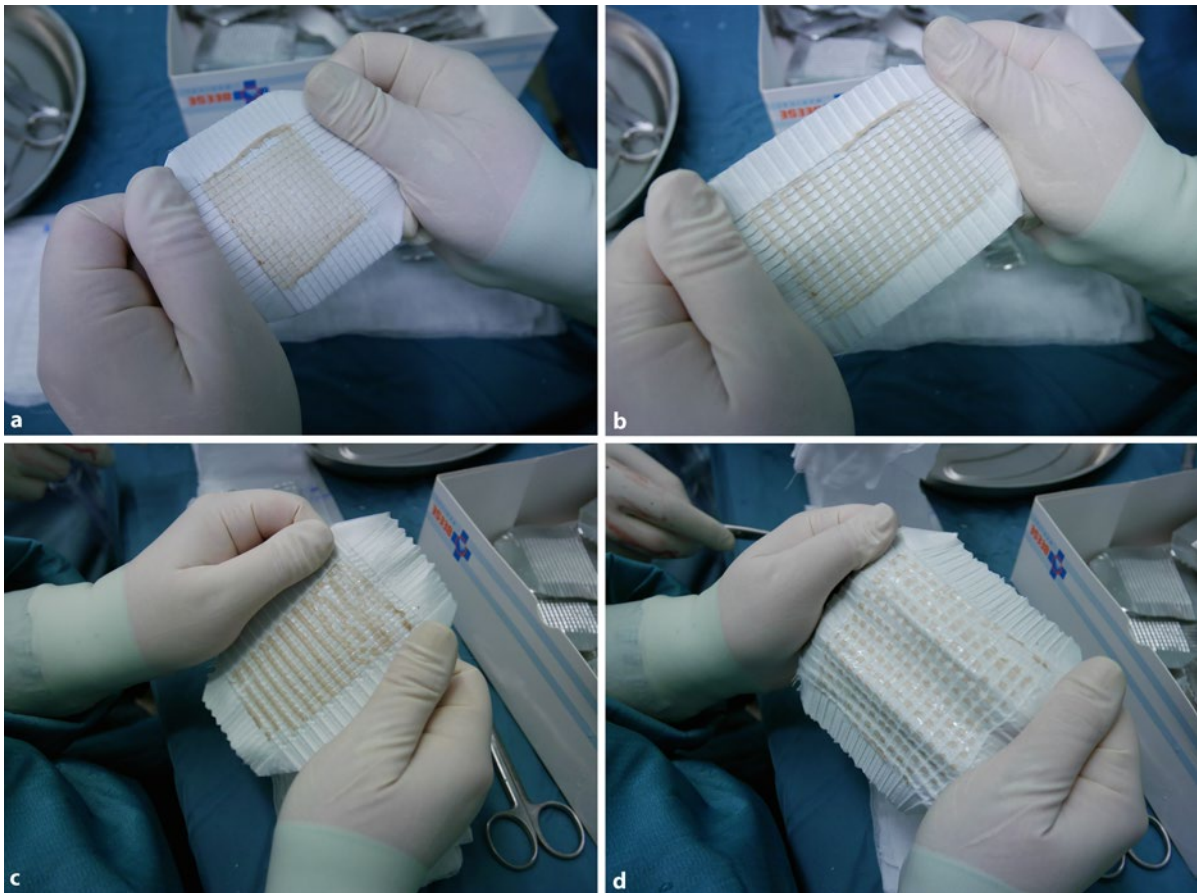
- Das klebrige Korkplättchen wird vorsichtig an einer Ecke mit einer Pinzette angehoben
- Anschließend wird das Korkplättchen auf das Plissee geklebt
- Plissee und das Korkplättchen werden mit beiden Daumen mehrmals für ca. 60 Sekunden fest zusammengedrückt
- Die Korkplättchen lassen sich nun vorsichtig abziehen, die Hautinseln sollen auf den Plissees kleben bleiben



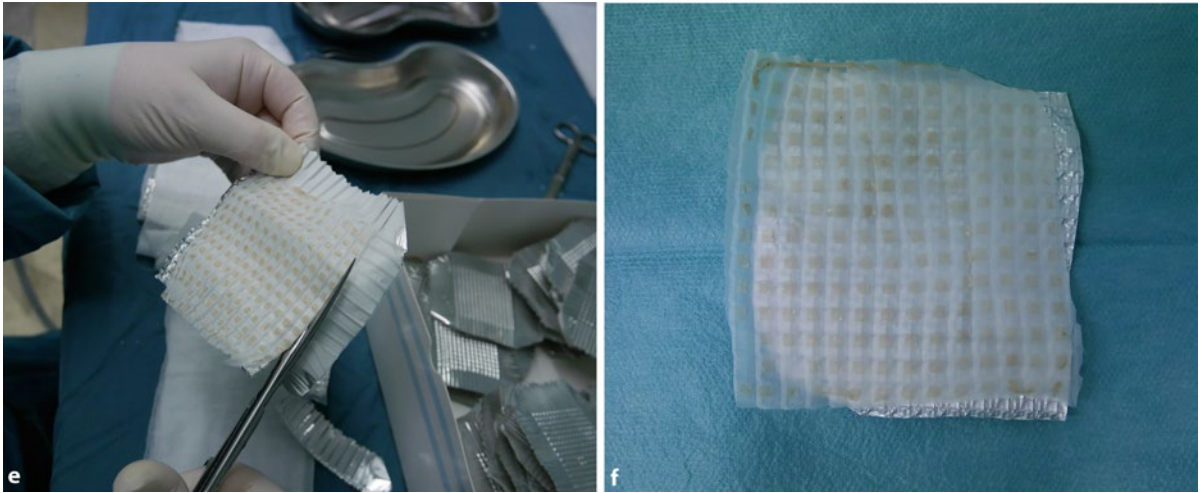
■ **Abb. 1.14** **a** Das Korkplättchen wird auf das Plissee passgenau aufgetragen, **b** Mehrmaliges festes Andrücken mit beiden Daumen, **c** Nach 1–2 Minuten vorsichtiges, langsames Abziehen des Korkplättchens, so dass die Hautinseln auf dem Plissee verbleiben

■ **Schritt 8 – Entfalten und Zuschneiden der Plissees**
(■ Abb. 1.15)

- Die Expansion wird durch das Auseinanderfalten des Plissees erreicht
- Auseinanderziehen des Plissees entlang der gezackten Ränder
- Danach Auseinanderziehen des Plissees in entgegengesetzter Richtung entlang der geraden Ränder
- Abschneiden der überstehenden Falzränder mit einer Materialschere
- Gegebenenfalls die Meek Transplantate bis zur Transplantation in feuchte Kompressen einwickeln, um ein Austrocknen der fragilen Hautinseln zu vermeiden



■ Abb. 1.15 a,b Entfalten des Plissees entlang der gezackten Ränder, c,d Entfalten des Plissees entlang der geraden Ränder



■ Abb. 1.15 (Fortsetzung) e Abschneiden der Ränder, f Fertig zugeschnittenes Meek-Transplantat

■ Schritt 9 – Meek-Transplantation (▣ Abb. 1.16)

- Auftragen der Meek-Transplantate auf die Wundflächen
- Fixation der Meek-Plissees mittels Deltaklammern
- Kontinuierliches Befeuchten der Transplantate mit steriler Kochsalzlösung, um ein Austrocknen der transplantierten Hautinseln zu vermeiden



▣ Abb. 1.16 a Transplantation der Meek-Plissees auf den Rücken, b Kontinuierliches Befeuchten der Transplantate, c Fixation der Plissees mittels Klammern. Pro Plissee werden 15–20 Klammern verwendet

■ Schritt 10 – Wundverband (■ Abb. 1.17)

Als primären Wundverband empfehlen die Autoren ausschließlich Fettgaze. Über der Fettgaze werden weiche Polsterverbände aus Kompressen und Mullstoff angelegt. Um Scherkräfte, die ein Einsprossen der Kapillaren in die transplantierten Hautinseln verhindern, zu vermeiden, sollten die Verbände mit leichtem Druck gewickelt werden.

■ Tipps und Tricks

Bei großflächiger Meek-Transplantation sollten zwei OP Teams parallel arbeiten. Ein Team entnimmt die Haut mit dem D42 Dermatom, frischt die zu transplantierenden Wundflächen an, sorgt für absolute Bluttrockenheit der Wunden und transplantiert die Meek-Transplantate. Das parallel arbeitende Team bereitet aus der abgenommenen Haut die Transplantate mittels des Meek-Gerätes zu. Über Gelenken sollte nicht expandierte Spalthaut (Mesh) transplantiert werden. Steht Meshgraft aufgrund des Verbrennungsausmaßes nicht zur Verfügung, sollten grundsätzlich ganze Meek-Transplantate aufgetragen werden, d.h. zwei Meek-Transplantate sollten nicht über den Gelenkflächen aneinander angrenzen, da es an den Rändern der Meek-Transplantate zu einer Wundheilungsstörung mit konsekutiver Narbenbildung kommen kann.



■ Abb. 1.17 Wundverband mittels Fettgaze



■ **Abb. 1.18** Sukzessive Entfernung der Deltaklammern innerhalb der Verbandswchsel

1.7 Postoperative Maßnahmen

1.7.1 Verbandswchsel

Erster postoperativer Verbandswchsel bei klinischer (lokaler) und laborparametrischer (systemischer) Absenz von Entzündungszeichen nach 5 Tagen. Bei Auftreten begrenzter lokaler Entzündungszeichen spärliches Auftragen von Betaisodona® oder Repithel® Salbe auf die Meek-Plissees. Im Falle einer beginnenden systemischen Infektion sofortige nach Abstrichergebnis entsprechende gezielte intravenöse Antibiotikatherapie. Täglicher Verbandswchsel im Verbrennungsbad zur Wundinspektion und ggf. Abtragung restlicher avitalen Haut oder Gewebeanteile. Bei massiver lokaler Pseudomonas-Infektion können als letzte Instanz die Meek-Transplantate mit Mafenidacetat spärlich benetzt und die Verbände damit getränkt werden. Die Substanz ist jedoch hochgradig nephrotoxisch und sollte aufgrund der systemischen Resorption generell zurückhaltend und bei eingeschränkter Nierenfunktion oder einer vorbestehenden Nierenerkrankung nicht appliziert werden. Bei komplikationslosem Verlauf Verbandswchsel je nach Zustand des Patienten im Verbrennungsbad alle fünf Tage. Die Klammern können sukzessive nach Adhärenz der transplantierten Meek-Inseln mittels Klammerentfer-



■ **Abb. 1.19** Adhärenzfreie Meek-Transplantate an Rücken, li. Oberarm und linker Flanke am Tag 14 post OP



■ **Abb. 1.20** Z.n. 1:3 Meek-Transplantation am ventralen Thorax und linker oberer Extremität am 21. postoperativen Tag beim Verbandswchsel in der Dusche

ner oder Klemmchen entfernt werden (■ **Abb. 1.18**). Nach Konfluation der Lücken zwischen den transplantierten Meek-Inseln lassen sich die Plissees ohne Gewalt abziehen oder fallen von alleine ab (■ **Abb. 1.19**).

1.7.2 Wundheilung

Bei Komplikationsabsenz verfügen die Meek-Inseln entsprechend anderweitig transplanterter epidermaler Haut nach ca. fünf Tagen durch die eingesprossenen Kapillaren über eine eigene Blutversorgung und können nun konfluieren. Innerhalb der ersten fünf postoperativen Tage sind die Inseln gegenüber Scherkräften besonders empfindlich. Die Dauer der Konfluation ist abhängig von der Expansionsrate. Bei einer Expansion von 1:3 ist die komplette Reepithelisierung (> 95 %) nach ca. 2–3 Wochen erreicht (■ **Abb. 1.20**; ■ **Abb. 1.21**; ■ **Abb. 1.22**). Bei einer Expansion von 1:9 dauert die Reepithelisierung bis zu 6 Wochen.



■ **Abb. 1.21** Verbandswechsel bei reizfreien Wundverhältnissen mit Fettgaze

1.7.3 Outcome

Wir empfehlen den stringenten Sonnenschutz und regelmäßiges Einfetten der transplantierten Areale für mindestens sechs Monate. Die Langzeitergebnisse nach Meek-Transplantation sind abhängig von der Narbentherapie und der Physiotherapie innerhalb der Rehabilitationsmaßnahmen. Trotz stringenter Kompressionstherapie und guter Compliance kann die Narbenbildung intraindividuell sehr unterschiedlich ausfallen [17, ■ [Abb. 1.23](#); ■ [Abb. 1.24](#)]. Die Beurteilung der Langzeitergebnisse nach Meek-Transplantation sind abhängig von dem verwendeten Scar Skale (Vancouver versus POSAS usw.) [18]. Texturunterschiede und Pigmentationsstörungen können nach der Meek Transplantation auftreten. Langzeitfolgen wie Juckreiz und Schweißfunktionsstörungen sind objektiv nur schwer erhebbar und stellen insbesondere im Rahmen der Einschätzung der MdE innerhalb der gutachterlichen Bewertung oftmals ein Problem dar.



■ **Abb. 1.22** a Z. bei Aufnahme nach Debridement. Es zeigt sich eine IIb-III° Verbrennung am Rücken und Nacken von insgesamt 35 % VKOF b Adhärenzte, reizfreie Meek-Transplantate drei Wochen nach Transplantation im Verhältnis 1:4



■ **Abb. 1.23** a,b Z.n. ein Jahr nach Meek-Transplantation an der rechten Flanke, rechten Rücken und rechter oberer Extremität



■ **Abb. 1.24** Ein Jahr nach Meek-Transplantation (1:3) an beiden unteren Extremitäten zeigen sich minimale Pigmentstörungen bei einem ausgezeichneten funktionalem Ergebnis

Literatur

- 1 Rogers AD. Indications for cadaver skin in burns and complex wound care. *Wound Healing Southern Africa* 2013,6.2:54–55
- 2 Alexander JW, MaeMillao BG, Law E, Kittur DS. Treatment of severe burns with widely meshed skin autograft and meshed skin allograft overlay. *J. Trauma* 1981; 21:433
- 3 Raff T, Hartmann B, Wagner H, German G. Experience with the modified Meek technique. *Acta chirurgiae plasticae* 1996, 38(4):142
- 4 Meek CP. Successful microdermagrafting using the Meek-Wall microdermatome. *Am J Surg* 1958, 96: 557–558
- 5 Meek CP. Microdermagrafting: The Meek technic. *Hospital Topics* 1965, (4):114–116
- 6 Kreis RW, Mackie DP, Vloemans AW, Hermans RP, Hoekstra MJ. Widely expanded postage stamp skin grafts using a modified Meek technique in combination with an allograft overlay. *Burns* 1993, 19:142–145
- 7 Kreis RW, Mackie DP, Hermans RP, Vloemans AR. Expansion techniques for skin grafts: comparison between mesh and Meek islands (sandwich) grafts. *Burns* 1994, 20(1):93–42
- 8 Lari AL, Gang RK. Expansion technique for skin grafts (Meek technique) in the treatment of severely burned patients. *Burns* 2001, 27:61–66
- 9 Tanner JC, Vandeput J, Olley JF. The mesh skin graft. *Plast Reconstr Surg* 1964, 34(287):92
- 10 Peeters R, Hubens A. The mesh skin graft – true expansion rate. *Burns* 1988, 14(3):239

- 11 Tempelman FRH, Vloemans AFPM, Middelkoop E, Kreis RW. The Meek-Wall Micrograft Technique. In: *Surgery in Wounds 2004*, Téot L, Banwell PE, Ziegler UE, Eds. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, pp. 427–434
- 12 Ottomann C, Kuentscher M, Hartmann B. The combination of cultured epidermal autograft (CEA) and split thickness skin graft technique (Meek) in therapy for severe burns. *Osteo Trauma Car* 2007; 15:29–33
- 13 Dorai AA, Lim CK, Cik Farcha A, Halim AS. Cultured epidermal autografts in combination with Meek micrografting technique in the treatment of major burn injuries. *The Medical Journal of Malaysia* 2008, 63(7), Supplement A
- 14 Menon S, Li Z, Harvay JG. The use of the Meek technique in conjunction with cultured epithelial autograft in the management of major paediatric burns. *Burns* 2013; 39(4):674–679
- 15 Papp A, Härmä M, Case report: A collagen based dermal substitute and the modified Meek technique in extensive burns – Report of three cases. *Burns* 2003, 29:167–171
- 16 James SE, Booth S, Gilbert PM et al., Sprayed cultured autologous keratinocytes used alone or in combination with meshed autografts to accelerate wound closure in difficult-to-heal burn patients. *Burns* 2010, (36):0–20
- 17 Hsieh, CS, Schuong JY, Huang WS. Five years' experience of the modified Meek technique in the management of extensive burns. *Burns* 2008, 34(3):350–354
- 18 Wal M, Vloemans JFPM et al. Outcome after burns: An observational study on burn scar maturation and predictors for severe scarring. *Wound Repair and Regeneration* 2012, 20(5):676–687