

Ein „vergessener“ Pionier der Knochenchirurgie: Prof. Dr. Hans Brun (1874–1946)

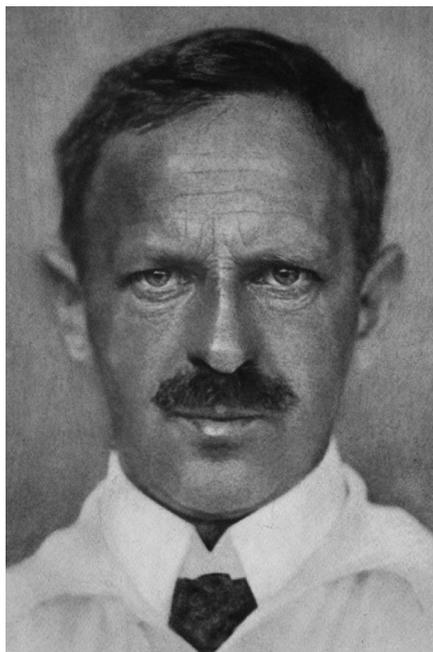


Abb. 1 Hans Brun (1874–1946).

Die Entwicklung der operativen Knochenbruchbehandlung war ein jahrzehntelanger, klinisch wie wissenschaftlich komplexer Erfahrungsprozess, zu dem zahlreiche Chirurgen als Pioniere wesentliche und entscheidende klinische wie experimentelle Erkenntnisse beigetragen haben [2, 37]. Die Anfänge der operativen Frakturbehandlung waren nicht selten geprägt von Konsolidierungsstörungen, Fehlstellungen und Funktionsstörungen. Die wissenschaftliche Bearbeitung der biologischen und biomechanischen Probleme der Knochenbruchheilung und die Erprobung neuer biomechanischer Konzepte bei der Frakturversorgung führte in den folgenden Jahrzehnten zu einer nachhaltigen Veränderung der operativen Knochenbruchbehandlung [2, 35, 41]. Viele der zwischen 1930 und 1955 aus der klinischen Erfahrung gewonnenen wissenschaftlichen Erkenntnisse und operationstechnischen Entwicklungen sind später in das Konzept und die Systematik der funktionsstabilen Frakturbehandlung eingeflossen [2, 41].

Als einer der Pioniere, die die operative Frakturbehandlung durch seine klinisch-

wissenschaftliche Tätigkeit in der Epoche zwischen 1920 und 1940 mitgeprägt hat, sollte auch der Schweizer Chirurg Prof. Dr. Hans Brun (1874–1946) Erwähnung finden [14, 21, 38, 40] (Abb. 1).

Seine zwischen 1920 und 1940 entwickelten Methoden der osteoplastischen Versorgung von fehlerheilten Frakturen und Pseudarthrosen fanden, obwohl zukunftsweisend, zu seiner Zeit nur wenig Resonanz [38, 40]. Ausgewählte operative Techniken Bruns wurden von späteren Pionieren der operativen Frakturbehandlung übernommen und fanden weiterentwickelt Eingang in das Konzept der modernen Frakturbehandlung [40, 46].

Die Würdigung dieses „vergessenen Pioniers“ der operativen Frakturbehandlung darf auch als Ausdruck dafür gewertet werden, dass leidenschaftlich und nachhaltig gelebte klinisch-wissenschaftliche Tätigkeit zum geeigneten Zeitpunkt die adäquate Würdigung findet.

Berufliche Laufbahn

Hans Brun galt als hochbegabter, selbstkritischer Chirurg mit einem exzellenten wissenschaftlichen Leistungsausweis. Seine chirurgische Fachausbildung absolvierte er bei *Ulrich Krönlein* (1847–1910) am Universitätsspital in Zürich und habilitierte sich 1913 bei seinem Nachfolger *Ferdinand Sauerbruch* (1875–1951). *Sauerbruch* schätzte die gründliche Ausbildung, die breite klinisch-chirurgische Erfahrung sowie das außerordentliche wissenschaftliche Interesse von Hans Brun [40] (Abb. 2).

Als leitender Militäarchirurg wurde *Hans Brun* während des 1. Balkankriegs (1912–1913) und des Ersten Weltkriegs (1914–1918) in verschiedenen Einsätzen mit den massenhaft komplexen Problemen der Knochenbruchbehandlung als Folge der verheerenden Schuss-, Splitter- und Explosionsverletzungen konfrontiert.

Unter Vermittlung von *Ferdinand Sauerbruch* – leitete Brun von Februar bis Mai 1913 eine Chirurgen-Mission des Schwei-



Abb. 2 Ferdinand Sauerbruch (1875–1951) um 1915. Direktor der Chirurgischen Universitätsklinik Zürich (1910–1918).

zer Roten Kreuzes im ersten türkisch-bulgarischen Balkankrieg (1912–1913) im *Armee-Kriegslazarett der 2. bulgarischen Armee* in Dimotika (Westthracien) nahe Adrianopel [1, 36, 40]. Innerhalb dieser Zeit reorganisierte er die deletäre sanitätsdienstliche Organisation des bulgarischen Kriegslazarets und versorgte mit seinem Team, das 7 Chirurgen umfasste, insgesamt 2341 Kriegsverletzungen, die das gesamte damalige kriegschirurgische Spektrum umfassten [1, 36, 40] (Abb. 3).

Mit Ausbruch des Ersten Weltkriegs übernahm Brun 1914/1915 – durch Vermittlung des Oberfeldarztes der Schweizer Armee – als Chefarzt die Leitung des *Deutschen Festungslazarets 28* in Straßburg [24, 40]. Er steht damit in der Reihe bedeutender Schweizer Chirurgen, die während des Ersten Weltkriegs kriegschirurgisch im Ausland tätig waren, wie *Hermann Matti*, *Friedrich Steinmann*, *Fritz Zollinger*, *Friedrich de Quervain*, *Cèsar Roux*, *Carl Schlatter*, *Hans Hoessly*, *Charles Julliard* und *Eugen Bircher* [24].

Hier wandte er sich besonders dem Problem der Infektionsgefährdung bei Durchschüssen mit Kavitationsdefekten

Historie

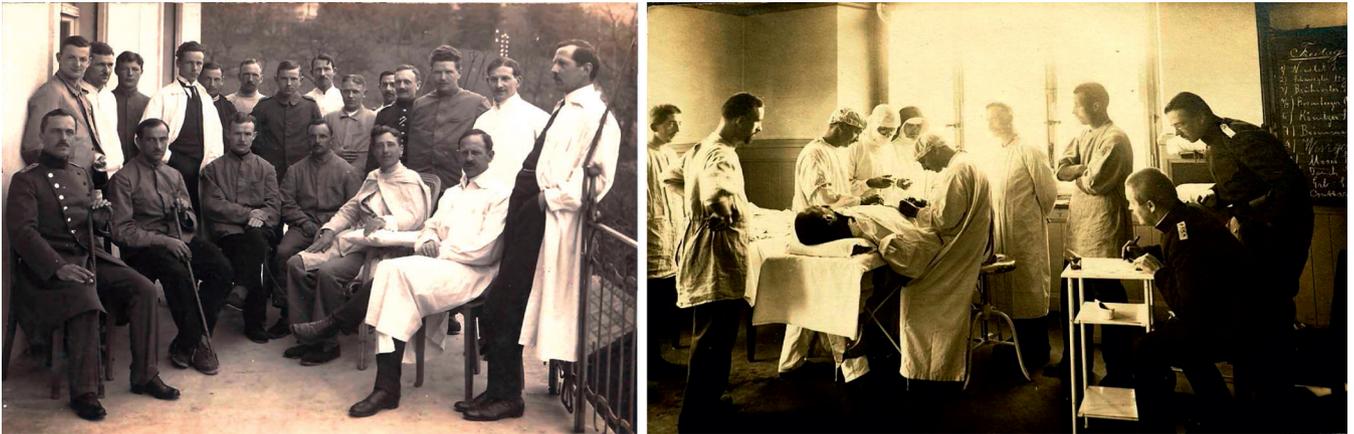


Abb. 3 Links: Hans Brun (2. von rechts) und sein Team im bulgarischen Armee-Kriegslazarett in Dimotika, Februar 1913; rechts: Hans Brun im Operationssaal des Haupt-Kriegslazaretts.

und mit großen Weichteil- und/oder Knochendefekten zu [24]. Seine therapeutischen Erfahrungen bei 1330 sekundär infizierten Extremitätenverletzungen publizierte er 1915 in seiner Monografie „Über Wundbehandlung und Immobilisation im Kriege“ [6,38].

Nachdem die Schweizer Regierung 1916 ihre Zustimmung zur Internierung, Hospitalisierung und Behandlung von

schwerverwundeten Militärangehörigen (70000) der Mittelmächte und der Entente erteilt hatte, übernahm Hans Brun 1916 die Leitung der *Eidgenössischen Armeesanitätsanstalt (A.S.A.)* einschließlich des integrierten *Deutschen Interniertenspitals* in Luzern [21,23,24] (**Abb. 4**). Die *Chirurgische Klinik* der A.S.A verfügte über eine stationäre Aufnahmekapazität von 200 Schwerverwundeten und 5 Operationseinheiten [24].

Entsprechend den kriegschirurgischen Erfahrungen Bruns lagen die Behandlungsschwerpunkte im Bereich der Knochen- und Wiederherstellungschirurgie komplexer Extremitäten – Gelenk-, aber auch von Schädel-Gesichts-Verletzungen [21, 24].

Die zugeteilten Kriegsverwundeten hatten in der Regel schon mehrere Operationen hinter sich und wiesen entweder



Abb. 4 Die Armeesanitätsanstalt und das „Deutsche Interniertenspital“ in Luzern 1917. Hans Brun und sein Operationsteam – A.S.A. 1916.

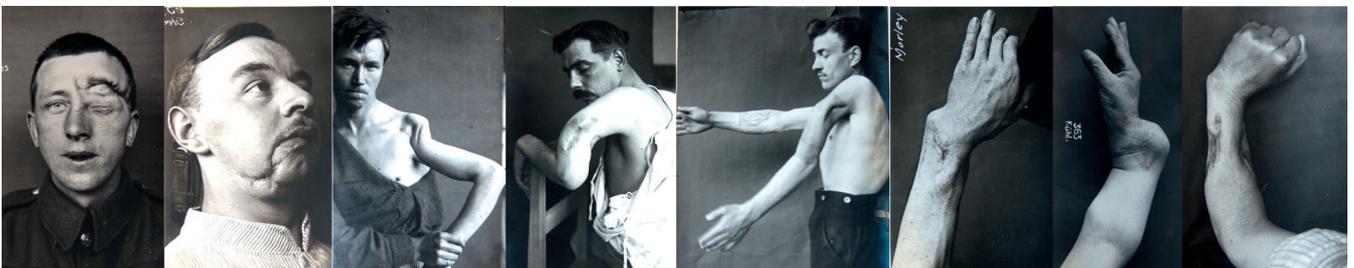


Abb. 5 Knochen-Weichteildefekte, Pseudarthrosen und Fehlstellungen bei militärinternierten Patienten der A.S.A., 1917.

dgch "14", 15.6.15/maisch/



Abb. 6 Deutscher Krankensaal – Fraktur-Behandlungen (Nagelexension nach Steinmann, Ledergerber und Zollinger), A.S.A, 1917.

Komplikationen, wie fehlverheilte und infizierte Frakturen mit und ohne knöchernen Substanzverlust, aseptische und infizierte Pseudarthrosen oder invalidisierende Fehlstellungen und Defekte der Extremitäten auf [21,24,27] (Abb. 5).

Insgesamt führte Brun mit seinem Team von 7 Chirurgen – zwischen 1916 und 1919 ca. 2500 chirurgisch-orthopädische Eingriffe durch [21,23,24] (Abb. 6).

Zur lokaltherapeutischen Wundbehandlung infizierter Frakturen und Pseudarthrosen führte Brun 1916, zusammen mit dem abkommandierten Chirurgen und späteren Genfer Ordinarius *Charles-Émile Cornioley* – als Erste in der Schweiz – die von *Alexis Carrel* (1873–1944) im französischen Militär-Hospital 21 in Rouen zwischen 1914 und 1916 entwickelte kontinuierliche, antiseptische Spüldrainage [16,39] mit regelmäßiger, mikrobiologischer Kontrolle an der A.S.A ein [17,24] (Abb. 7).

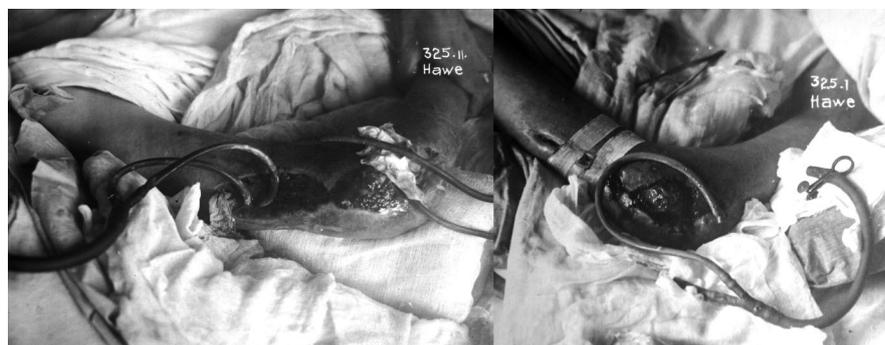


Abb. 7 Spüldrainage bei infizierter Unterschenkelschussfraktur nach A. Carrel (A.S.A 1917).

Zur Verbesserung der Rehabilitation integrierte Brun zusammen mit den bedeutenden Neurologen *Otto Veraguth* (1870–1944) und *Mieczyslaw Minkowski* (1884–1972) und dem Orthopäden *Hans Hoessly* (1883–1918) – spätere Ordinarien in Zürich – eine *orthopädische und neurologische Rehabilitationsabteilung* in die Chirurgische Klinik [7,21,27,48]; eine für diese Zeit völlig neuartige interdisziplinäre Kooperation [21]. Gleichzeitig gründete Brun eine klinikeigene *Prothesenwerkstatt*, die von einem Orthopäden geleitet wurde. In der Orthopädiemechanik ausgebildete Militärinternierte verschiedener Nationen fertigten hier orthopädische Apparate und künstliche Glieder an [24] (Abb. 8).



Abb. 8 Prothesenwerkstatt (A.S.A 1917). Ein Schweizer Arzt passt einem amputierten französischen Soldaten eine Beinprothese an. Im Hintergrund ein preußischer Soldat als Orthopädiemechaniker.

In Anerkennung der Verdienste um die deutschen Kriegsverletzten statteten 1917 SKH. *General Prinz Alfons von Bayern* und für die französischen »Grandes blessés dans la guerre« *Marschall Philipp Pétain*, der A.S.A und Hans Brun ihren Dank ab [24] (Abb. 9).

Nach Aufhebung des „*Deutschen Internierenspitals*“ 1922 übernahm Hans Brun die Leitung der Chirurgischen Klinik „Im Bergli“ in Luzern, an der er bis 1944 vorrangig knochenchirurgische Eingriffe vornahm [24,40].

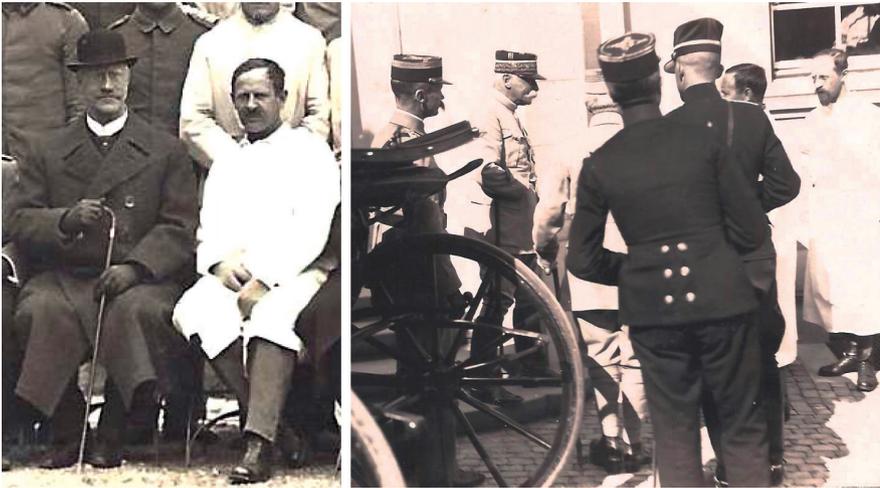


Abb. 9 Hans Brun 1917 mit SKH. General Prinz Alfons von Bayern (li.) und Marschall Philipp Petain (re.) (Hans Brun 2. von rechts halb verdeckt) vor der A.S.A.

Beiträge zur Fraktur- und Pseudarthrosebehandlung

Seine chirurgischen Erfahrungen führten zu einer intensiven wissenschaftlichen Beschäftigung mit der normalen und gestörten Knochenregeneration [38,40]. In seiner 1918 erschienenen Monografie „Zur Diagnose und Behandlung der Spätfolgen von Kriegsverletzungen“ befasste er sich auf der Basis umfangreicher histomorphologischer Untersuchungen – zusammen mit dem Zürcher Pathologen *Otto Busse* (1867–1922) – eingehend mit der Knochen-Regeneration und -Transplantation sowie der Entstehung, Klassifikation und Therapie von Pseudarthrosen [8–10]. Seine Klassifikation der Pseudarthrosen (PA) nach ihrer biologischen Reaktionsfähigkeit, nahm teilweise schon

die spätere Einteilung in vitale und avitale Pseudarthrosen von *Weber* und *Czech* 1973 [42] vorweg [34].

Aufgrund eigener histologisch-radiologischer Untersuchungen und operativer Erfahrungen stand Brun den damaligen autogenen osteoplastischen Verfahren (Spanbolzung, Spananlagerung, Verriegelungsspan, Inlay-graft [15, 37, 47]) bei der Pseudarthrose-Behandlung kritisch gegenüber [40, 44]. Die Ursachen der oftmals unbefriedigenden Ergebnisse und technischen Schwierigkeiten, die schon *August Bier* [3, 4] und später *Melvin Henderson* [25, 26] bemängelten, ortete Brun in einer zu geringen biomechanischen Stabilität der eingebrachten Knochen-Transplantate und einer geringen biologischen Eigenpotenz der soliden Kompakta-

transplantate bei der Knochenregeneration [15, 37, 40, 44].

Spaneinlagerung mit Einklemmung im Falz (1918)

Dem Postulat einer verbesserten Stabilität der Spantransplantate versuchte Brun mit dem „Falzspan“ (1918) ohne zusätzliche innere Stabilisierung zu entsprechen [8–10]. Entgegen der bis 1931 geltenden Lehrmeinung [29] resezierte er die Pseudarthrose (PA) nicht vollständig, sondern beließ einen PA-Restanteil, der als Widerlager zur Verklemmung des vorgespannten Knochenspans diente. Nach Anlegen eines falzartig zugeschnittenen Transplantatlagers und nach geringem Aufklappen des Knochens wurde ein passgenau entnommener Tibia-Span im Falz eingehakt und verklemmt [40] (**Abb. 10**).

Schon frühzeitig hatte Brun erkannt, dass kortiko-spongiöse Knochentransplantate in ihrer osteogenen Potenz soliden Kortikalistransplantaten überlegen waren [8, 40]. Er verwendete daher bevorzugt kortiko-spongiöse Transplantate mit einer möglichst breitflächigen spongiösen Kontaktfläche zum vitalen Knochen bei gleichzeitiger Ausnutzung der mechanischen Stabilität der Kortikalis [40]. Seine Einfalztechnik begrenzte Brun auf aseptische Defekt-Pseudarthrosen.

Obleich die Methode – die Brun am 1. Berliner Traumatologie-Kongress 1918 vorstellte – hinsichtlich relativer Stabilität, Knochenkontinuität und verbesserter Spanintegration die bisherigen Verfahren

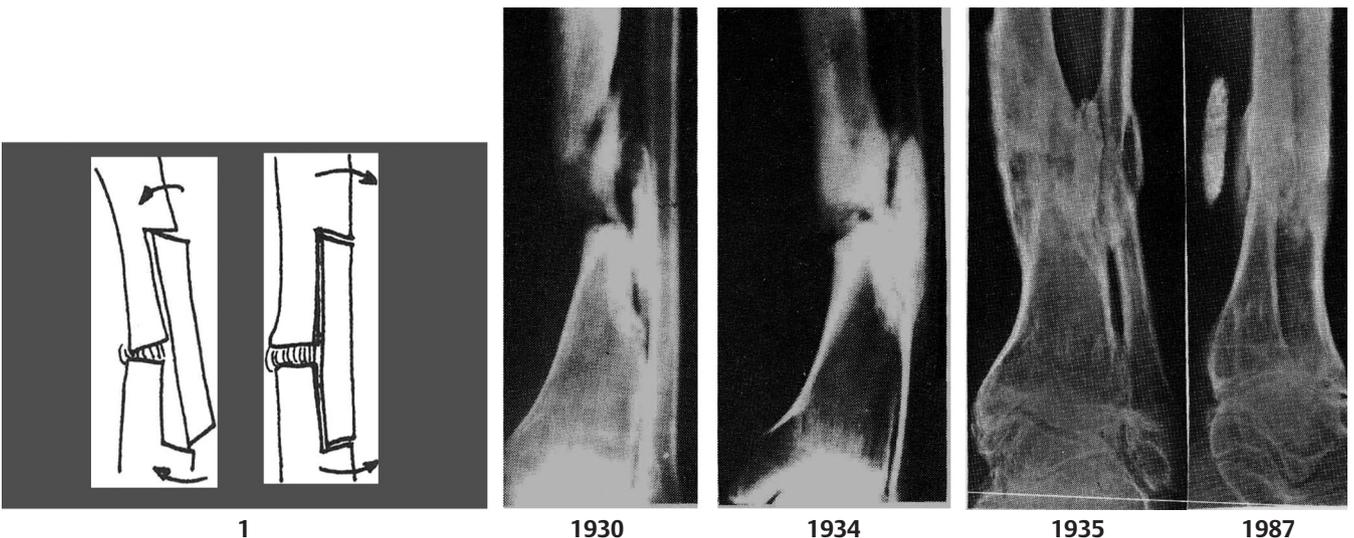


Abb. 10 1. Prinzip der Span-Einklemmung im Falz [40]. 2. Span-Einklemmung bei Tibiapseudarthrose (OP: Hans Brun, 1934) (Langzeitkontrolle 1934–1987).

Korrektorexemplar: Veröffentlichung (auch online), Vervielfältigung oder Weitergabe nicht erlaubt!

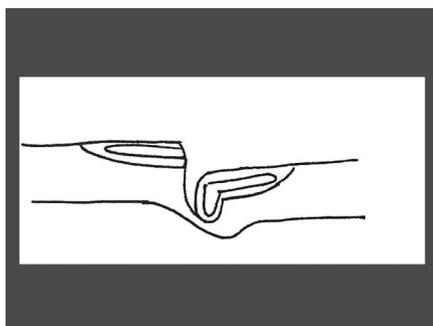


Abb. 11 Transplantatbett-Vorbereitung nach Brun 1927 (Originalzeichnung aus Matti, 1936) [32].

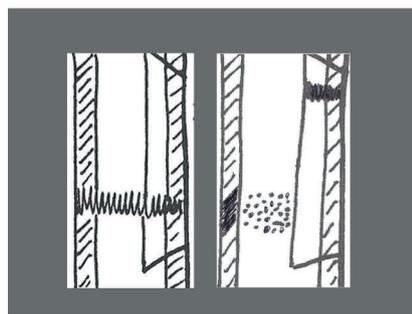
der Span-Anlagerung [28] wie der Verschiebespan-Verriegelung [3,4,28,29] übertraf, war die Resonanz sehr verhalten. *August Bier* (1861–1949) und *Georg Hohmann* (1880–1970) äußerten sich positiv, *Erich Lexer* (1867–1937) hingegen ablehnend. Wahrscheinlich war Bruns skeptisch-kritische Beurteilung der bisherigen Transplantationsergebnisse und die aus Zensurgründen verweigerte radiologische Präsentation seiner Fälle mitverantwortlich für die fehlende nachhaltige Beachtung [40].

Grabenbildung mit kortiko-spongioser Knochentransplantation (1927)

Mit dem 1927 inaugurierten Verfahren der „Grabenbildung“ beabsichtigte Brun bei radiologisch nachgewiesenen Konsolidierungsstörungen (sog. verzögerte Konsolidation nach Brun, [11]), Markhöhle und Periost zur erneuten Kallusbildung und knöchernen Regeneration anzuregen [11,40,43]. Sein Vorgehen enthielt 2 neuartige operationstechnische Elemente, nämlich die „Dekortikation“ und die „Transplantatlager-Formung“.

So beließ Brun beim operativen Zugang Periost und Muskelmantel als Einheit zusammen mit abgemeißelten Kortextlamellen im Verbund und wandte damit erstmals die Methode der Dekortikation an, ohne allerdings den Begriff „Dekortikation“ zu verwenden [33, 40]. Als operatives Prinzip war dieses Vorgehen identisch mit der später von Dunn 1939 [20] publizierten Dekortikation und kann daher als früheste Publikation dieses Vorgehens angesehen werden [33,40].

Nach Debridement des ersatzschwachen Knochenbereichs fensterte er den proximalen und den distalen Kortex der Länge nach und eröffnete bis tief in die Mark-



1

Abb. 12 1. Prinzip der Umkehrplastik mit Spongiosatransplantation [40]. 2. Umkehrplastik bei Tibiapseudarthrose (OP: Hans Brun, 1931). 3. Postoperativer Status. Span- und Spongiosa-Integration 18 Wochen post op.

höhle hinein eine Nut oder „Graben“, der seinerseits ein gut vaskularisiertes Transplantatlager bildete [11]. Dieses füllte er anschließend mit autogenen, kortikospongiosen Knochensplittern auf. Mit dieser Methode der Transplantatlager-Zurichtung und Knochendefektauffüllung war Brun seiner Zeit voraus [40] (Abb. 11).

Umkehr-Plastik mit Spongiosatransplantation (1931)

Die von Brun 1931 vorgestellte „Umkehrplastik“ entsprach hinsichtlich der Spaneinlagerung seiner Einfalzmethode. Neuerung war die Entnahme eines Knochenspanns im Bereich der Pseudarthrose und die Reintegration des Spans nach Spanumkehrung, sodass der integere Spananteil die Pseudarthrose überbrückte [12, 13, 44] (Abb. 12).

Entscheidender Fortschritt der Methode war die Auffüllung des verbleibenden Restdefekts mit autogener Spongiosa, die er in situ der vitalen angefrischten Knochen-Wundfläche entnahm. Mit diesem Vorgehen kombinierte Brun erstmalig die Spanplastik mit der Transplantation von Spongiosa und optimierte dadurch die biologische Induktion für die knöcherne Konsolidation.

Ein Jahr später 1932 wurde von *Herrmann Matti*, Bern (1879–1941), die alleinige Spongiosatransplantation als neues Prinzip zur formschlüssigen Auffüllung und Überbrückung von Knochendefekten und Frakturheilungsstörungen eingeführt [30–32,47] und die überlegene Einheits-



2

3

lungsdynamik der Spongiosa in Bezug auf die Knochenregeneration nachgewiesen [5, 18, 19, 22].

Offenbar haben *Matti* und *Brun* fast zeitgleich die hohe biologische osteogene Potenz der Spongiosa erkannt. Angesichts des konsequenteren und erfolgssicheren Konzepts von *Matti* geriet Bruns Vorgehen jedoch rasch in Vergessenheit.

Einflüsse in der modernen Therapie

Beide Verfahren, die Kombination von Transplantatbett-Vorbereitung mit kortiko-spongioser Knochentransplantation (1927) wie die Umkehrplastik mit Spongiosatransplantation (1931), fanden keine wesentliche Resonanz, obgleich sie teilweise die zukünftige Entwicklung bereits vorwegnahmen [24,40]. Nur *Otto Schürch* (1896–1951) ein Schüler *Paul Clairmonts* (1875–1942, Zürich), wandte Bruns Umkehrplastik als Standardmethode zwischen 1936 und 1947 am Kantonsspital Winterthur und dann als Ordinarius für Chirurgie am Universitätsspital Basel (1948–1952) mit ausnahmslosem Erfolg an, wie *Hans Willenegger* 1992 berichtete, der eng mit *Otto Schürch* in Basel zusammenarbeitete [40,46].

Ausgewählte operative Techniken Bruns wurden zunächst von *Herrmann Matti* (1879–1941), Bern, und später von *Hans Willenegger* (1910–1998), Liestal, einem der späteren Mitbegründer der AO, übernommen und fanden – weiterentwickelt – Eingang in die moderne Frakturbehandlung. So übernahm *Herrmann Matti* zur



Abb. 13 Hans Brun (re.) 1925 auf dem Gipfel der Jungfrau 4158 m ü. M.

Vorbereitung seiner Spongiosaplastik von Brun die Dekortikation und die Transplantatbett-Vorbereitung, ebenso wie er einen pseudarthrotischen Gewebsrest bei der Pseudarthrosebehandlung bestehen ließ [40, 41]. Beide Chirurgen (*Matti/Willenegger*) verwiesen in ihren frühen Publikationen auf die Übernahme von originären Verfahren von Hans Brun [40]. Nicht von ungefähr waren beide Chirurgen eng mit Hans Brun befreundet. *Hans Willenegger* war zudem Anfang der 40er-Jahre häufig Gastoperator bei Hans Brun in Luzern [40].

Facetten einer ärztlichen Persönlichkeit

Hans Brun zählt zu den Mitbegründern der Schweizerischen Gesellschaft für Chirurgie (SGC) (*1913), deren Ehrenmitglied er 1938 wurde. Bei seinen ärztlichen Kollegen wie bei Patienten war Brun – auch „Berglibrun“ genannt – überaus beliebt und weit herum in der Schweiz bekannt [14, 24, 40, 45]. Viele Kollegen suchten privat und fachlich seinen Rat [14]. Unter Fachkollegen war er bekannt für seine Pionierstellung hinsichtlich der operativen Knochenchirurgie, für seine kompromisslose Asepsis, seine gewebeschonenden Operationen und die Eigenart, dass er alle Operationen persönlich ausführte [40, 45].

Eine enge Freundschaft verband ihn mit *Paul Clairmont* (1875–1942), Direktor der Chirurgischen Universitätsklinik Zürich von 1918–1941, wie auch mit seinem Nachfolger *Alfred Brunner* (1890–1972), Direktor von 1941–1961, die beide Brun hoch schätzten [14, 24, 40].

Als begeisterter Alpinist und Bergführer war er Mitbegründer des Akademischen Alpen Clubs – Zürich (AACZ * 1896), bestieg sämtliche 48 Viertausender der Schweizer Alpen und wurde 1930 zum Ehrenmitglied des AACZ ernannt. Eine Route zur Besteigung der Windgällen (3187 m) (Maderanertal), Uri trägt seinen Namen [24] (**Abb. 13**).

Bruns Vorliebe für die Musik soll nicht unerwähnt bleiben. Unvergessen ist sein Einsatz bei der Einladung des Dirigenten *Arturo Toscanini*, den er – selbst italienischsprachig – mit anderen Persönlichkeiten dazu bewog nach Luzern zu kommen. Dieses Engagement Toscaninis – das «Concert de Gala» – am 25. August 1938 im Park vor Richard Wagners Villa „Tribtschen“ in Luzern war der Beginn des heutigen „Internationalen Lucerne-Festivals“.

Für seine Familie hatte Hans Brun nur wenig Zeit, zu sehr fesselte ihn seine klinische und chirurgische Tätigkeit. Letzteres belegt seine Abschiedsvorlesung, gehalten 1942 im traditionsreichen chirurgi-

schen Hörsaal der Universität in Zürich. Die kommenden institutionellen-strukturellen Entwicklungen und die resultierenden Probleme und Ansprüche an die Chirurgie ahnte er voraus:

„Die so materialistische Zeit von heute, die Einmischung von (...) staatlichen Institutionen und der dadurch gegebene, immer weitergehende Verlust an Eigenverantwortung (...) bedeutet eine Entwicklungsrichtung, welche (...) der chirurgischen Tradition in vielem fremd (...) ist.“ Dennoch propagierte er die Anpassung an die kommenden Veränderungen ohne Preisgabe von unverzichtbarer Forschung und genuiner chirurgischer Empathie und warnte vor einem rein technischen Verständnis der Chirurgie.

Epilog

Faktisch war Hans Brun als klinischer Forscher und Chirurg einer der Wegbereiter der Pseudarthrose- und Knochenbruchbehandlung, indem er frühzeitig erkannte, dass durch Stabilitätserhöhung, durch Verbesserung der Vaskularisation (Dekortikation) und durch Induktion der Knochenbildung vermittels autogener Spongiosa, die Kontinuität des Knochens bei ausbleibender Heilung oder bei Defekt-pseudarthrosen günstig beeinflusst werden kann.

Mit den von ihm entwickelten osteoplastischen Techniken erwies sich Hans Brun zu seiner Zeit als hoch innovativer Chirurg.

Ob das selbstkritische Vermitteln seiner Resultate oder eher die ausschließliche Publikation in schweizerischen Fachzeitschriften für die geringe Resonanz seiner Verfahren verantwortlich war, bleibe dahingestellt. Zumindest wurden seine klinischen Ergebnisse und Erkenntnisse von späteren Pionieren der operativen Knochenbruchbehandlung aufgegriffen und weiterentwickelt, was demonstriert, dass Hans Brun unter die Wegbereiter der modernen operativen Knochenbruchbehandlung einzureihen ist.

Danksagung

Herrn Prof. Dr. Reto Babst, Chefarzt der Unfallchirurgischen Klinik und Leiter des Departements Chirurgie des Luzerner Kantonsspitals, danke ich für seine engagierte Unterstützung.

Herrn Dr. Ueli Fricker, Direktionsvorsitzender der Schweizerischen Unfallversicherungsanstalt (SUVA), danke ich für die Benutzung des Historischen Archivs der SUVA

Literatur

- 1 Alder A. Erfahrungen aus Dimotika im bulgarisch-türkischen Krieg. Med. Diss., Zürich; 1915
- 2 Allgöwer M. Siegeszug einer Konzeption. *Helvetica chirurgica acta* 1978; 45: 537–540
- 3 Bier A. Beobachtung über Regeneration beim Menschen. Die Pseudoarthrose. *Dtsch Med Ws* 1918; 16, 17: 425–428/452–456
- 4 Bier A. Über Knochenregeneration, über Pseudarthrosen und über Knochentransplantate. *Arch klin Chirurgie* 1923; 127: 1–136
- 5 Burchardt H, Enneking WF. Transplantation of bone. *Surg Clin North Am* 1978; 58: 403–427
- 6 Brun H. Über Wundbehandlung und Immobilisation im Kriege. *Kriegschirurgische Mitteilungen aus dem Völkerkriege 1914*. Langenbecks Archiv für Chirurgie 1915; 133: 5–6
- 7 Brun H, Veraguth O. Bericht über die Organisation und die bisherige Arbeit der neurologischen Abteilung der A.S.A. Luzern. *Schweizer Archiv für Neurologie und Psychiatrie* 1918; 2: 1: 160–162
- 8 Brun H. Über das Wesen und die Behandlung von Pseudoarthrosen, zugleich ein Beitrag zur Lehre von der Regeneration und Transplantation von Knochen. In: Brun H, Veraguth O, Hoessly H. *Zur Diagnose und Behandlung der Spätfolgen von Kriegsverletzungen*. Zürich: Rascher; 1918: Bd. 6
- 9 Brun H. Die Pathologie der Pseudarthrosen. In: Brun H, Veraguth O, Hoessly H. *Zur Diagnose und Behandlung der Spätfolgen von Kriegsverletzungen*. Zürich: Rascher; 1918: Bd. 1: 1–82
- 10 Brun H. Über Behandlung der Pseudoarthrose. *Arch Orth Unfallchir* 1918; 16: 311–313
- 11 Brun H. Pseudoarthrose und verzögerte Konsolidation. *Schweiz Med Wschr* 1927; 23: 540–541
- 12 Brun H. Typische Pseudoarthrosenoperationen. *Schweiz Med Wschr* 1931; 5: 1217–1220
- 13 Brun H. Über die Indikation zur Operation der Pseudoarthrose. *Schweiz Rundschau Med* 1938; 31: 404–407
- 14 Brunner A. Nachruf Prof. Dr. Hans Brun. *Lucerne: Schill*; 1946
- 15 Chase SW, Herndon CN. The fate of autogenous and homogenous bone grafts. *An historical review. J Bone Joint Surg* 1955; 37-A: 809–841
- 16 Carrel A. Le traitement des blessures par balles infectées. In: Sartory A. *Le traitement de plaies de guerre*. Paris: Lib Militaire, Berger-Levrant; 1917
- 17 Cornioley CE. Aperçu du traitement des plaies de guerre par la méthode de Carrel-Dakin. In: Brun H, Veraguth O, Hoessly H. *Zur Diagnose und Behandlung der Spätfolgen von Kriegsverletzungen*. Zürich: Rascher; 1919: Bd. 4; 439–445
- 18 De Boer H. Early research on bone transplantation. In: Aebi M, Regazzoni P. *Bone Transplantation*. Berlin, Heidelberg: Springer; 1989: 7–19
- 19 De Souza-Ramos R. Osteogenetische Induktion. *Z f Orthopädie* 1980; 11: 781–787
- 20 Dunn R. Treatment of ununited fractures. *Brit Med J* 1939; 2: 221–223
- 21 Draenert MO. *Kriegschirurgie und Kriegorthopädie in der Schweiz zur Zeit des Ersten Weltkrieges*. Dissertation. Heidelberg; 2011
- 22 Draenert K, Draenert Y, Hipp EG. Die primäre metaphysäre Knochenheilung und das Einheilen des stabil fixierten autologen Spongiosatransplantates. *Z f Orthopädie* 1980; 118: 781–787
- 23 Gysin R. Die Internierung fremder Militärpersonen im 1. Weltkrieg. Vom Nutzen der Humanität und den Mühen der Asylpolitik. In: Guex S, Studer B. *Die Schweiz 1798–1998: Staat, Gesellschaft, Politik. Krisen und Stabilisierung: Die Schweiz in der Zwischenkriegszeit*. Zürich: Chronos; 1998
- 24 Hardt N. Ein Pionier der Knochenchirurgie aus Luzern. Prof. Dr. Hans Brun (1874–1946). *Luzerner Arzt* 2014; 99: 4–10
- 25 Henderson MS. The treatment of ununited fractures. *Ann Surg* 1921; 73: 487–494
- 26 Henderson MS. Massive bone graft, applied for non-union of the humerus. *Surg Gynecol Obstr* 1928; 46: 397–402
- 27 Hoessly H. Die orthopädischen Improvisationen unserer Anstalt (A.S.A.). *Korrespondenz-Blatt für Schweizer Ärzte* 1916; 66/46: 1537–1550
- 28 Lexer E. Über Behandlung der Pseudoarthrose. *Arch Orth Unfallchir* 1918; 16: 304–320
- 29 Lexer E. *Die gesamte Wiederherstellungschirurgie*. Leipzig: J. A. Barth; 1931
- 30 Matti H. Über freie Transplantation von Knochenpongiosa. *Langenbecks Arch Chir* 1932; 168: 236–242
- 31 Matti H. Über Behandlung von Pseudoarthrosen mit Spongiosatransplantation. *Arch Orth Unfallchir* 1932; 31: 218–231
- 32 Matti H. Technik und Resultate meiner Pseudarthrosenoperationen. *Zbl Chir* 1936; 25: 1442–1453
- 33 Meyrat BJ. *Entwicklung der Dekortikation*. Med. Diss., Zürich; 1989
- 34 Ochsner PE. Verzögerte Knochenheilung und Pseudoarthrosen. *Hospitalis* 1990; 60: 64–71
- 35 Peltier LF. *Fractures, History and Iconography of their treatment*. San Francisco; 1990
- 36 Pettavel C. *Chirurgische Erfahrungen aus dem Balkankrieg*. *Korrespondenz-Blatt für Schweizer Ärzte* 1913; 63; 30: 929–941
- 37 Povacz F. *Geschichte der Unfallchirurgie*. Berlin, Heidelberg, New York: Springer; 2007
- 38 Rüttimann B. *Wilhelm Schulthess und die Schweizer Orthopädie seiner Zeit*. Zürich: Schulthess; 1983
- 39 Sherman WO. *Sterilization of Wounds, Treatment of Suppurating Wounds and Osteomyelitis (Carrel Method)*. *Proc R Soc Med* 1917; 10
- 40 Stegmann M. *Hans Brun und die Knochenchirurgie*. Med. Diss. Zürich 1992
- 41 Troehler U, Maehle HA. *Die Knochenbrüche. Wege zur modernen Behandlung*. Basel: Ciba-Geigy, Roche/Sandoz; 1991
- 42 Weber BG, Cech O. *Pseudoarthrosen*. Bern, Stuttgart, Wien: Huber; 1973
- 43 Wengen H. *Zur Frage der Ätiologie der Pseudoarthrosenbildung*. Med. Diss., Zürich; 1935
- 44 Wenner R. *Zur Therapie der Pseudoarthrosen unter besonderer Berücksichtigung der Resultate mit der Umkehrplastik nach H. Brun*. Med. Diss., Zürich; 1936
- 45 Wenner R. *Herrn Prof. Dr. Hans Brun zum Geburtstag*. *Schweiz Med Wschr* 1944 (Festschrift)
- 46 Willenegger H. zit. Stegmann M. *Hans Brun und die Knochenchirurgie*. Med. Diss., Zürich; 1992
- 47 Wolter D. *Historischer Überblick der Knochentransplantation unter Berücksichtigung des autologen Spongiosatransplantats*. *Hefte Unfallheilkunde* 1987; 185: 1–5
- 48 Veraguth O. *Zur Motilitätsuntersuchung nach Verletzung peripherer Nerven*. In: Brun H, Veraguth O, Hoessly H. *Zur Diagnose und Behandlung der Spätfolgen von Kriegsverletzungen*. Zürich: Rascher; 1919: Bd. 4; 289–297

Anschrift des Verfassers

Prof. Dr. Dr. Nicolas Hardt
 Departement Chirurgie
 Luzerner Kantonsspital
 CH-6002 Luzern 16
 E-Mail: nicolas.hardt@bluewin.ch