

**Zeitschrift:** Bündner Jahrbuch : Zeitschrift für Kunst, Kultur und Geschichte Graubündens

**Herausgeber:** [s.n.]

**Band:** 31 (1989)

**Artikel:** Die "Knochenschmiede" von Davos

**Autor:** Hofmann, Heini

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-555691>

#### Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

#### Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

#### Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 22.02.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

## Die «Knochenschmiede» von Davos

von Heini Hofmann

Vor rund dreissig Jahren wurde die «Schweizerische Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen» gegründet. Die neuartige AO-Technik (Fixation frakturierter Knochen mit Platten und Schrauben) eröffnete dem Kunsthanderwerk der Knochenchirurgie ungeahnte Möglichkeiten. Promotoren in der Grundlagenforschung auf diesem Gebiet sind die Knochenforscher in der wohl weltberühmtesten «Knochenschmiede», dem «Laboratorium für experimentelle Chirurgie» in Davos.

König Sport (speziell der Skiboom) und Moloch Verkehr liessen die Unfallzahlen in den letzten Jahrzehnten gewaltig anschwellen. Obwohl nur etwa ein Zehntel aller Unfälle von einem Knochenbruch begleitet ist, machen gerade diese Frakturen rund die Hälfte aller Unfallversicherungs-Leistungen aus und stellen somit die teuren Unfälle dar.

### *Knochenbrüche bitten zur Kasse*

Um eine Relation zu nennen: Ein Oberschenkelbruch kostet, ganz grob eingegrenzt, etwa 100 000 Franken. Man sollte nun meinen, dass der grosse Happen davon auf Rettungsdienst sowie Behandlung in Arztpraxis und Spital entfällt. Dem ist nicht so. Alle medizinischen Leistungen machen nur rund einen Sechstel der Gesamtkosten aus.

Die unfallbedingte Arbeitsunfähigkeit bewirkt dagegen etwa einen Viertel und die spätere Einschränkung der Bewegungsfunktionen am Körper, das heisst die Invalidität, sogar knapp die Hälfte aller Kosten. Der Rest sind Rentenleistungen bei tödlichen Unfällen. Eine

makabre Statistik, die aber zeigt, welch grosse Bedeutung der Kunst der Knochenreparatur zukommt.

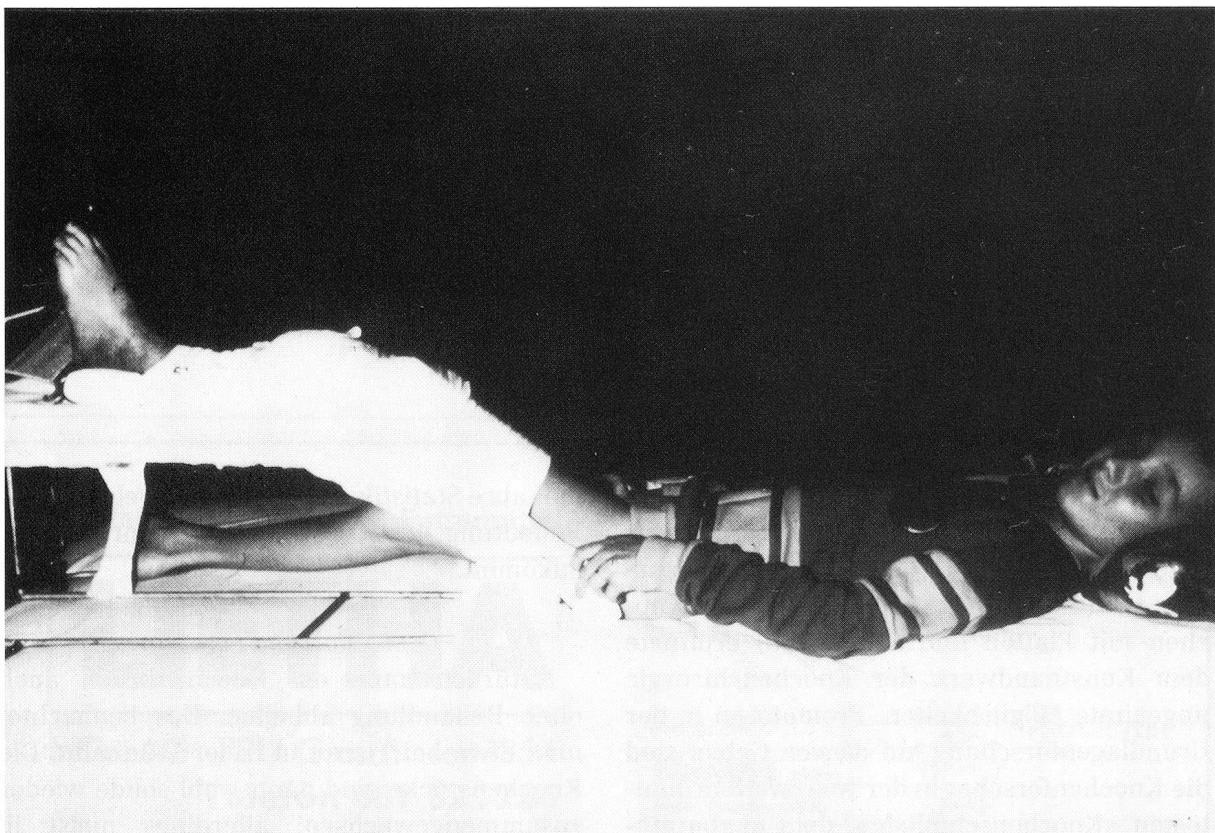
### *Reposition und Fixation*

Natürlich kann ein Knochenbruch auch ohne Behandlung abheilen. Das beobachtet man etwa bei Tieren in freier Wildbahn. Die Knochenstücke sind dann wohl solide wieder zusammengewachsen, allerdings meist in Fehlstellungen, so dass die Funktionstüchtigkeit des betreffenden Körperteiles eingeschränkt ist und das Tier somit verkrüppelt bleibt.

Deshalb versucht man beim Menschen (und beim Haustier) die knöcherne Vereinigung der Bruchstücke anatomisch korrekt, funktionsgerecht und möglichst rasch zu realisieren. Dabei führt jede Knochenbruchbehandlung über zwei Stationen: Wiederherstellung der funktionstüchtigen Form, das heisst Verbringen der auseinandergebrochenen Knochenteile in die richtige Lage (Reposition), und anschliessend Festhalten der Bruchstücke, bis dass die knöcherne Verbindung stabil ist (Fixation).

### *Konservativ oder operativ*

Bei der sogenannten konservativen Methode richtet der behandelnde Arzt den Knochenbruch unter Schmerzbetäubung durch äussere Manipulation wieder ein und fixiert ihn während zwei bis vier Monaten durch Zug und/oder äussere Schienung (zum Beispiel Gipsverband).



Früher bedeuteten Knochenbrüche oft langwierige Heilungsdauer mit Bettlägrigkeit, Liegegips und Streckbett (Extension). Die moderne Osteosynthese macht die Patienten schon bald nach der Operation wieder mobil und gewährleistet ein exaktes Zusammenwachsen der Knochenbruchstücke. Erleidet heutzutage ein Skifahrer einen Beinbruch, und wird dieser mit Osteosynthese repariert, kann er in der darauffolgenden Skisaison mit Platte und Schrauben fahren, welche erst im Frühjahr darauf entfernt werden, so dass er im übernächsten Winter nach dem Unfall wieder normal fahren kann. Somit hat er keine Skisaison verloren . . .

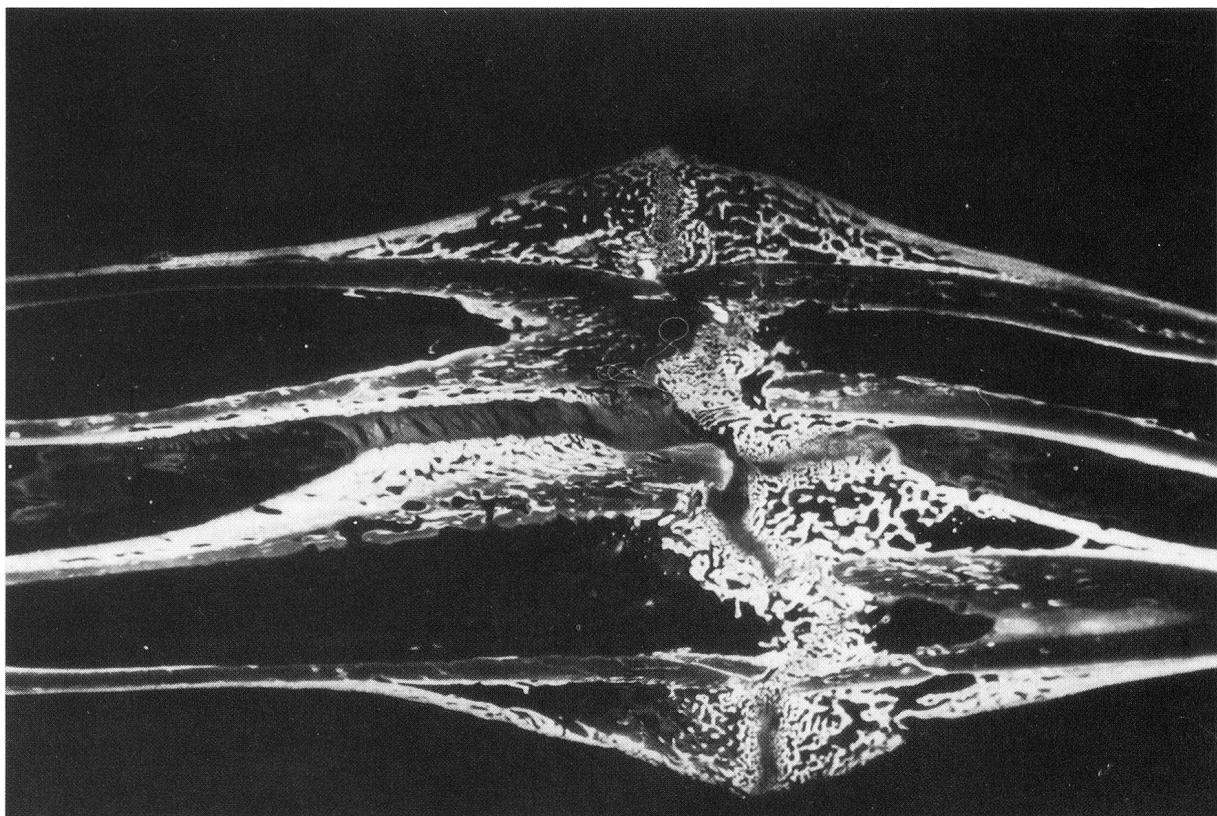
Nachteile: Weder Reposition noch Fixation können exakt und vollständig sein, und durch die unvermeidliche Ruhigstellung der Bruchstelle benachbarten Gelenke kann an diesen Schaden entstehen, und auch die Lahmlegung der umgebenden Muskeln und dadurch die Herabsetzung der Blutzirkulation wirkt sich auf den Heilungsvorgang nicht förderlich aus.

Deshalb hat man schon vor über hundert Jahren begonnen, den Knochenbruch durch Operation exakt einzurichten und fest zusammenzuhalten. Doch es fehlte damals noch an geeigneten Materialien, an entsprechender chirurgischer Technik und an Kenntnissen über die biomechanischen Knochenreaktionen; denn Knochen ist kein totes Material.

#### *Das A und O der AO-Technik*

Die grosse Wende trat vor rund dreissig Jahren ein: Fachleute aus Chirurgie, Orthopädie und Biologie gründeten zusammen mit technischen Wissenschaftlern eine «Arbeitsgruppe für Osteosynthesenfragen» (wovon sich der Kürzel AO-Technik ableitet). Das zungenbrecherische Wort «Osteosynthese» heisst nichts anderes als «Knochen-Zusammenfügen», was auch hier auf dem Prinzip von Reposition und Fixation beruht.

Allerdings: Im Gegensatz zur konservativen, nicht operativen Behandlung ist bei der Osteosynthese ein ganz exaktes Zusammenfügen der Knochenfragmente möglich, und vor allem erlaubt diese Methode eine baldige Beweglichkeit nach der Operation, was für die Heilung



Bei konservativer Behandlung heilt der Knochen mit Kallusbildung, einer vorübergehenden brückenartigen Knochenverbindung, die später wieder abgebaut wird. Hier deutlich zu sehen an den beiden frakturierten Vorderarmknochen eines Kaninchens: die hellen Partien sind neugebildeter Kallus.

vorteilhaft und für den Patienten angenehmer (als ein Streckbett!) ist. Zudem werden so die Spitalbetten kurzfristiger belegt und es braucht weniger vom ohnehin schon knappen Pflegepersonal.

#### *Hardware auf Software*

Vor allem aber sind die Heilungschancen ohne verbleibende Nachteile wesentlich grösser, was wiederum kostensenkend wirkt. Und das ist schlussendlich von volkswirtschaftlichem, das heisst von allgemeinem Interesse. So wurde also die AO-Technik zum A und O einer medizinisch besseren und kostenmässig günstigeren Knochenbruchbehandlung.

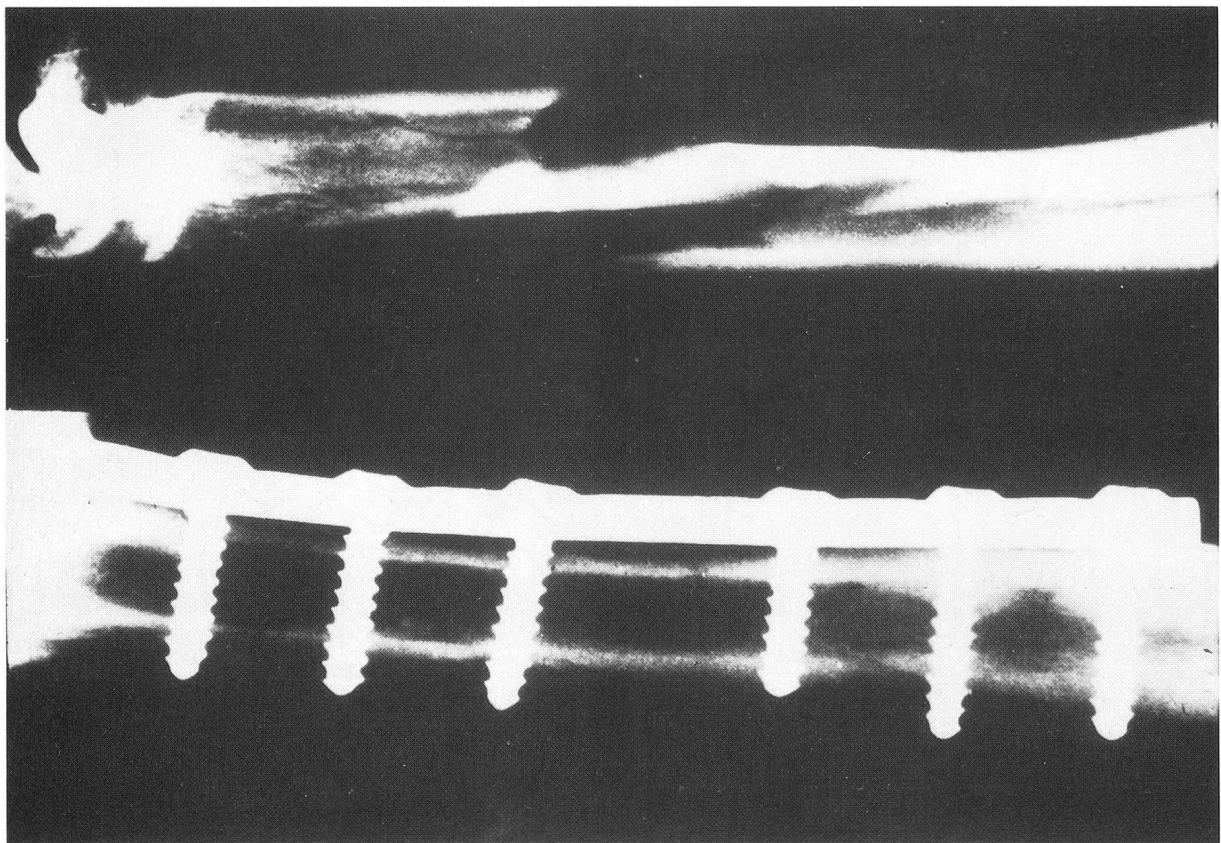
Statt einer äusseren Stütze mit einem Gips wird bei der Osteosynthese eine Fixation direkt auf dem Knochen vorgenommen. Mit metallenen Platten, Schrauben und Drähten werden die Bruchstücke stabil zusammengehalten.

Das hört sich einfach an, bringt aber eine Unmenge von Problemen mit sich; denn in der «Knochenschlosserei» werden nicht einfach Metalle zusammengefügt, sondern totes Material wird auf lebendes Gewebe montiert, rostfreier Stahl auf menschlichen Knochen, das heisst Hardware auf Software . . .

#### *Eine Methode erobert die Welt*

Zuerst galt es, die einzupflanzenden (und daher Implantate genannten) Platten und anderen hochfesten Materialien für jede Art von Knochen zu konstruieren sowie die für diese Operationstechnik geeigneten chirurgischen Instrumente zu erfinden. Und da braucht es in der Tat einen rechten Werkzeugkasten mit Sägen, Bohrern, Gewindeschneidern, Schraubenziehern und anderem Operationsbesteck.

Die Herstellung all dieser (in Davos erdachten und ausgetesteten) Utensilien in Schweizer



Oben: Spiralbruch am Schienbein eines Schäferhundes. Unten: Dieselbe Fraktur fünf Wochen später nach Osteosynthese, das heisst nach festem Zusammenhalten durch Platte und Schrauben. Infolge dieser Druckverbindung heilt die Bruchstelle direkt, ohne vorherige Kallusbildung.

Firmen und deren weltweiter Verkauf finanziert zugleich – und das ist in der Wissenschaft wohl selten der Fall! – zu einem guten Teil die Grundlagenforschung. Mit solchen Instrumenten und Implantaten aus unserem Land werden jährlich – rund um den Erdball – weit über eine Viertelmillion Operationen ausgeführt. Schweizer Forschungs-Know how und helvetische Präzisionstechnik auf dem Gebiet der Knochenchirurgie haben also längst die Welt erobert.

#### *Knochen auf dem Prüfstand*

Schwerpunkt der Forschungsprojekte im Davoser Laboratorium mit Weltruf stellt die Biomechanik des Knochens dar, worunter man die mechanisch ausgelöste, biologische Reaktion der Knochensubstanz versteht. Man will also herausfinden, wie sich der Knochen als

natürliches, aus lebenden Zellen aufgebautes Material bei unterschiedlicher Krafteinwirkung verhält.

Zu diesem Zwecke musste man zuerst genaueste Kenntnisse über Wachstums- und Umbaueigenschaften des Knochens selber erarbeiten, wozu spezielle Markierverfahren entwickelt und die winzigen Ströme im Knochen untersucht wurden, von denen man vermutet, dass sie Signalgeber sind zwischen mechanischer Auslösung und biologischer Strukturveränderung. In diesem Sinne werden Knochen am Lebewesen Mensch und Tier, aber auch losgelöst im Prüfstand, untersucht.

#### *Rostfreier Stahl oder Kunststoff?*

Eine ganz zentrale Fragestellung sowohl in bezug auf die operative Frakturbehandlung mit Platten und Schrauben («Knochenschlos-

### *Ein kunterbuntes Forscherteam*

Die AO-Technik steht und fällt mit der Grundlagenforschung im «Laboratorium für experimentelle Chirurgie» in Davos. Das Erfolgsrezept ist genial und einfach: Je mehr Leute verschiedenster Fachrichtungen ein Problem bearbeiten, desto besser die Lösung, und Probieren geht über Studieren.

Deshalb arbeiten hier Mediziner, Zahnärzte, Veterinäre und Biologen zusammen mit Physikern, Elektro- und Feinmechanik-Ingenieuren, technischen und biologischen Laboranten, Mechanikern, Fotografen und Tierpflegern eng zusammen.

Kurz: ein Sammelsurium von klugen Köpfen und geschickten Händen. Grob gesagt ein Drittel mit Universitätsabschluss, ein Drittel technische Spezialisten und ein Drittel für die wissenschaftliche Logistik. Von den rund 45 Angestellten sind zudem ein Drittel Ausländer aus verschiedensten Nationen, aus Europa, aus Übersee, ja sogar aus Japan.

Was aber nützte es, so wertvolle Erkenntnisse zu gewinnen, wenn sie nicht zur Anwendung kämen. Deshalb wird nicht nur geforscht, sondern auch gelehrt. Gegen 30 000 Chirurgen und Orthopäden aus aller Welt wurden bisher in den jährlich stattfindenden AO-Kursen und unzählige Studenten in Seminarien ausgebildet, und zudem reisen Wissenschaftler von Davos überall hin als Instruktoren.

Auf diese Weise greifen Forschung, Lehre und Praxis gleich einem Räderwerk ständig ineinander, und das wirkt gegenseitig befruchtend. HH

serei») als auch punkto künstlicher Gelenkersatz (Implantation von Gelenkprothesen, «Ersatzteilchirurgie») ist die Verträglichkeit fremder Materialien.



Mikroskopischer Einblick in die Knochenbruchheilung unter stabiler Fixierung: Die nicht ganz geschlossene Bruchspalte hat sich zuerst mit Knochenmaterial aufgefüllt, und jetzt sprosst, gleich einer Holzverzäpfung beim Schreiner, neuer Knochen in Form sogenannter Osteone (helle Gebilde) von einem Bruchstück ins andere und stellt so wieder eine feste Verbindung her. Die einzelnen Knochenzapfen messen im Durchmesser nicht ganz einen halben Millimeter.

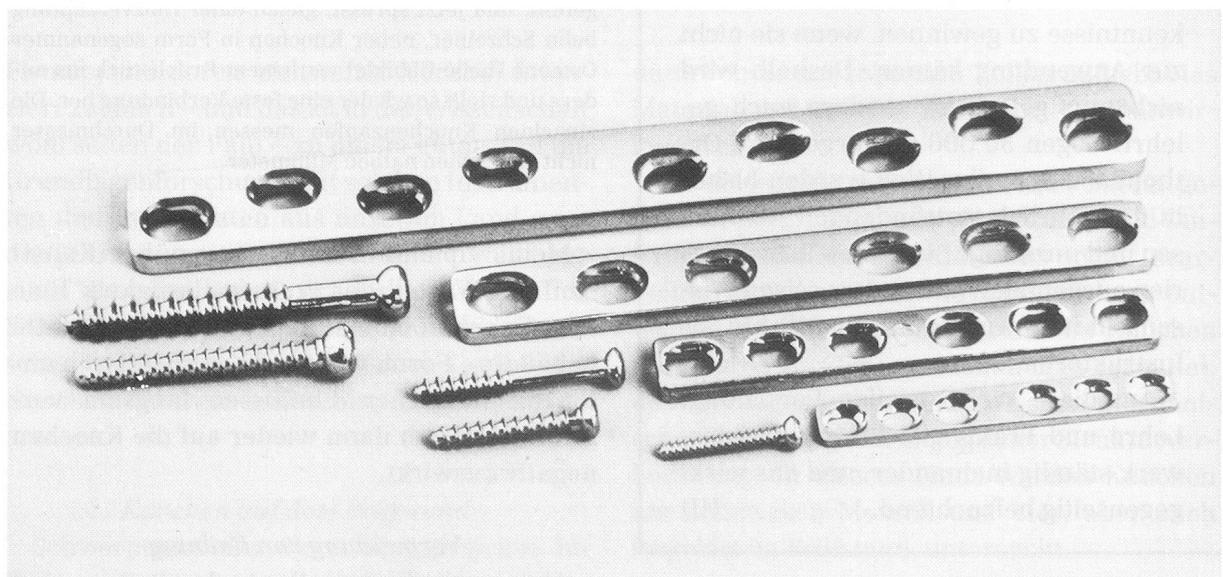
Metallimplantate haben gegenüber Kunststoff den Vorteil der grossen Festigkeit. Eine dem Knochen einmal angepasste Metallplatte behält ihre Form, während Kunststoff sich unter mechanischen Einflüssen langsam verformt, was sich dann wieder auf die Knochen negativ auswirkt.

### *Vermeidung von Reibung*

Aber auch die metallenen Implantate sind nicht völlig problemlos, zum Beispiel bezüglich Korrosion, das heisst Sichherauslösen kleiner Metallpartikel aus der Oberfläche, die dann im umgebenden Gewebe entweder zu einer Ab-



Mikroskopische Aufsicht auf eine Bruchfläche, nachdem der schon etwas zusammengewachsene Knochen künstlich wieder getrennt wurde, um die Festigkeit in diesem Zeitpunkt der Heilung zu prüfen. Die dadurch freigelegte «Mondlandschaft» auf der Bruchfläche zeigt die beginnende Verzäpfung der beiden Knochenstücke durch die ausssprossenden Osteone. Nach ein bis zwei Jahren wäre die Bruchstelle voll durchstrukturiert, das heisst geheilt gewesen. Deshalb werden die Platten gewöhnlich nach eineinhalb Jahren (Schienbein) respektive nach zwei Jahren (Oberschenkel) herausgenommen.



So sehen die Implantate (Platten und Schrauben) aus, wie sie in der AO-Technik verwendet werden: die grösste Platte für den menschlichen Oberschenkel, die zweitgrösste für Unterschenkel oder Vorderarm, die kleineren für andere Knochen oder auch für Veterinärchirurgie. Die Platten werden der Knochenform genau angepasst, so dass die Frakturstücke ganz exakt aufeinander zu liegen kommen. Natürlich gibt es auch für jede Platte die entsprechenden Schrauben.

wehrschwäche gegenüber Infektionen oder aber zu Allergien führen können, ähnlich wie vernickelte Gurtschnallen oder Zement auf der Haut Kontaktzeme auslösen können, wobei das Zementekzem effektiv eine Allergie auf (darin befindliches) Chrom darstellt.

Da nun aber der rostfreie Stahl der Implantate ebenfalls Nickel und Chrom enthält, können bei Reibkorrosion solche Unverträglichkeitsreaktionen auftreten. Aus diesem Grunde ist es enorm wichtig, eine Technik zu entwickeln, welche eine absolut reibungsfreie Fixierung der Knochenfragmente garantiert.

Gelenkprothesen (in der «Ersatzteilchirurgie») betreffen meist ältere Menschen, und sie verbleiben bis zum Lebensende im Körper. Metallimplantate bei Knochenbrüchen dagegen werden auch jungen Leuten eingepflanzt. Auch diese könnte man an sich zeitlebens drin belassen. Man entfernt sie dennoch nach erfolgter Heilung, um nicht unbekannte Spätreaktionen hervorzurufen.

#### *Nutztiere der Forschung*

Natürlich wird in Davos jede Versuchsanordnung wenn irgendwie möglich ohne tierli-

che Versuchskaninchen angelegt. Jedoch: Die biologischen Reaktionen auf die Implantate (Entzündungen, Allergien und Fragen der Durchblutung) können nur im Tierversuch erforscht werden.

Doch selbst solch unumgängliche Operationen am Versuchstier (Kleinnager, Kaninchen, Schafe und Beaglehunde) werden hier – von diesen chirurgischen Vollprofis – unter genau gleichen Bedingungen wie am Menschen und selbstverständlich in Narkose durchgeführt. Die tiergerecht angelegten Stallungen des Institutes sind sogar den Blicken von Spaziergängern und Skilangläufern frei zugänglich, wohl auch ein Zeichen dafür, dass hier nichts versteckt werden muss.

Die relativ wenigen Versuchstiere, die in Davos eingesetzt werden müssen, dienen mit ihrem unfreiwilligen Schicksal – sozusagen als Nutztiere der Wissenschaft – dem Wohle der Menschen. Dessen dürfte man sich gelegentlich dankbar erinnern, vor allem dann, wenn man das Pech hat, selber einen Knochenbruch zu erleiden und dabei von Glück reden kann, dass eine dermassen erprobte Unfallchirurgie – dank der AO-Technik – die Sache im Griff hat.