

Gunther von Hagens' Körperwelten

Faszination Plastination

Mit der Plastination hat eine neue Ära der Anatomie begonnen. Vorher nicht für möglich gehaltene Präparationen lassen sich dauerhaft erhalten und erlauben völlig neue Einblicke in den menschlichen Körper. Zunächst von seinem Chef nur belächelt, entwickelte Gunther von Hagens 1977 in Heidelberg die Plastinationsidee und trieb sie bis heute mit wachsender Perfektion voran.

[von Gunther von Hagens und Dr. Angelina Whalley]



Gunther von Hagens kann heute nur darüber lächeln, dass ihn damals niemand so richtig ernst genommen hat.

➔ Der Mensch besteht zu etwa 70 Prozent aus Wasser. Es ist für das Leben, aber gleichermaßen auch für die Verwesung unverzichtbar. Das Gewebswasser wird bei der Plastination durch Reaktionskunststoffe wie Silikonkautschuk, Epoxidharz oder Polyesterharz in einem speziellen Vakuumverfahren ersetzt. Die Körperzellen und das natürliche Oberflächenrelief bleiben dabei bis in den mikroskopischen Bereich hinein identisch mit ihrem Zustand vor der Konservierung. Die Präparate sind trocken und geruchsfrei und damit im wahrsten Sinne des Wortes „begreifbar“. Durch diese Eigenschaften haben plastinierte Präparate einen hohen Wert sowohl für die Ausbildung von Medizinstudenten als auch für die medizinische Aufklärung interessierter Laien.

Mit der Erfindung der Plastination ist es erstmals möglich geworden, natürliche anatomische Präparate dauerhaft, naturgetreu und auf ästhetische Weise für Lehre, Forschung und die allgemeine Aufklärung zu konservieren. Natürliche Präparate sind für die medizinische Ausbildung wie auch für den Laien besonders wertvoll, denn der komplizierte Aufbau des Bewegungsapparates und der Organe sowie deren Lagebeziehungen untereinander lassen sich in ihrer dreidimensionalen Komplexität nicht allein aus Büchern und Bildern erfassen. Auch noch so gute Bilder können das Original nicht ersetzen. Künstliche anatomische Modelle können ebenfalls nur begrenzt zum Verständnis der Anatomie beitragen, da sie schematisiert sind, keine feinen Details zeigen und die Indi-

vidualität menschlicher Körper vermissen lassen; ein Modell gleicht dem anderen. Die anatomischen Variationen sind jedoch von Individuum zu Individuum erheblich. Aus diesem Grunde ist heute in den meisten Kulturstaaten eine gründliche praktische anatomische Ausbildung der Medizinstudenten am toten menschlichen Körper vorgeschrieben.

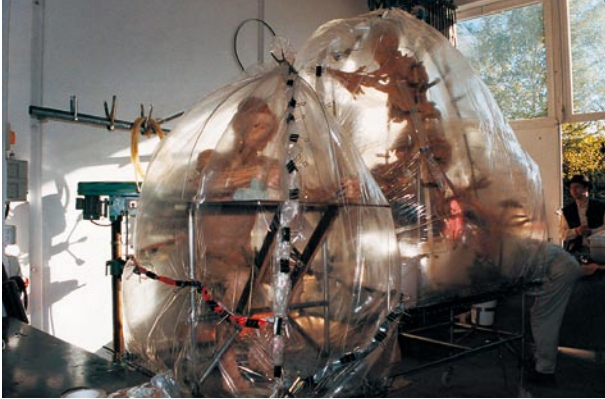
Über die didaktischen Eigenschaften hinaus geht von den Plastinaten eine Faszination aus, die vor allem in der Echtheit der Präparate begründet ist. Die Plastination stoppt Verwesung und Vertrocknung so vollkommen, dass das Körperinnere aufhört, Gegenstand von Ekel zu sein. Kein Geruch belästigt die Betrachtung.

Das schöne Plastinat, erstarrt zwischen Sterben und Verwesung, ermöglicht eine völlig neuartige sinnliche Erfahrung. Durch ihre lebensnahe Qualität werden Plastinate zur optisch ansprechendsten Darstellungsform menschlicher Dauerpräparate. Dies zeigt sich besonders bei transparenten plastinierten Körperscheiben, die bis in den Lupenbereich hinein anatomische Strukturen sichtbar machen. Die unbegrenzte Haltbarkeit von Plastinaten macht eine zuvor nicht sinnvolle, aufwendige präparatorische Feinarbeit vertretbar. 1 000 Arbeitsstunden und mehr stecken in einem detailliert präparierten Ganzkörperplastinat. Mitunter übertreffen auch die Plastinate in ihrer Aussagekraft das unbehandelte Präparat, wenn sich zum Beispiel die graue Gehirnrinde farblich prägnanter vom weißen Gehirnmark abgrenzt als beim frischen Gehirn.



Mit Azeton entwässerte Körperscheiben werden in die Kunststofflösung eingelegt.

Bildnachweis: Uli Schwab (1), Institut für Plastination, Heidelberg (6)



Mit Silikon plastinierte Präparate werden mit einem speziellen Gas gehärtet.

Neuartige Präparationen durch Plastination

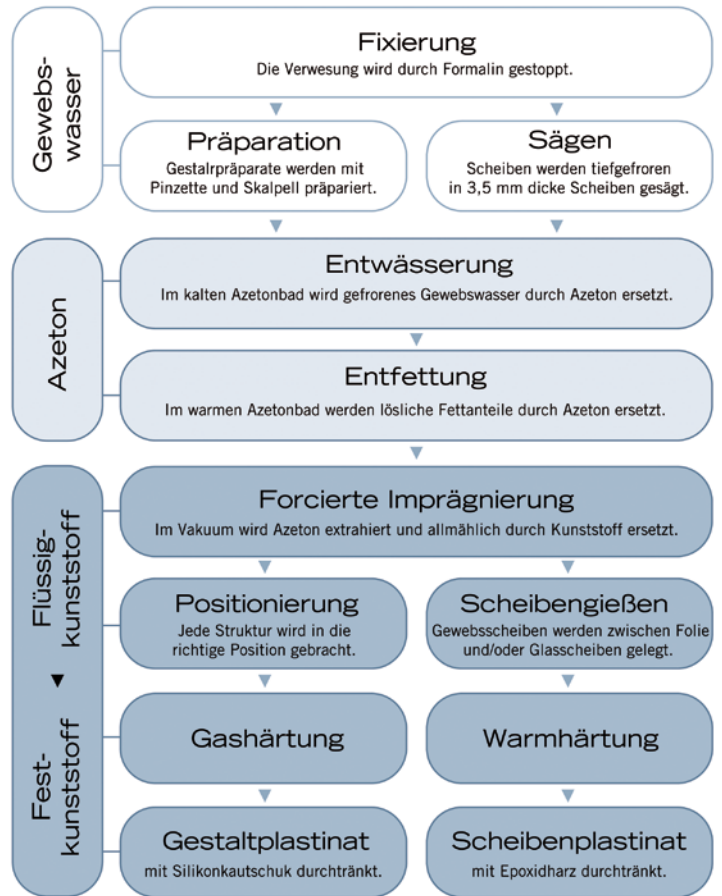
Da Weichteile wie Muskeln und Haut durch die Plastination verfestigt werden, können völlig neuartige Präparatetypen entstehen, so zum Beispiel circa drei Millimeter dünne Körperscheiben. Darüber hinaus macht die Plastination die Herstellung von „expandierten Körpern“, von „Aufklappkörpern“ und von „Schubladenkörpern“ möglich. Beim expandierten Körper werden Körperteile in alle Richtungen des Raumes verlagert. Besonders instruktiv sind die Präparate, wenn in nur einer Richtung, zum Beispiel in die Länge, expandiert wird. Instruktive aufklappbare Ganzkörperplastinate gelingen, indem Scharnierachsen so gelegt werden, dass die entstehenden Körpertüren den Blick auf das Körperinnere freigeben. Schließlich können Teile des Körpers nach vorne wie eine geöffnete Schublade versetzt werden und so den Blick in das Körperinnere freigeben.

Diese „Zwischenraum schaffende Präparation“, bei der der Betrachter die Einzelteile des Platinats gedanklich wieder zusammenführen und auf das körperliche Normalvolumen zurückschrumpfen lassen kann, steht im Gegensatz zur traditionellen „wegnehmenden Präparation“, wie sie im studentischen Präpariersaal geübt wird. Dort wird der Körper Schicht für Schicht „herunterpräpariert“. Darin liegt auch der Nachteil dieser Methode, denn häufig weiß der Student am Kursende nicht mehr im Detail, was anfangs wegpräpariert wurde.

Die Technik der Plastination

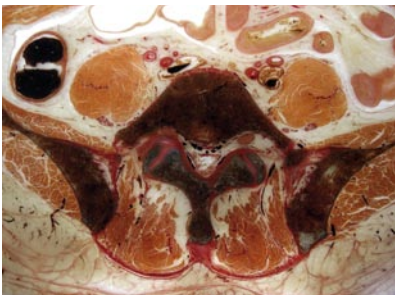
Das Verfahren der Plastination ist im Prinzip einfach. Ein Platinat entsteht durch zwei wesentliche Austauschschritte.

Das Plastinationsverfahren



Im ersten Schritt wird Gewebswasser per Diffusion durch Azeton ersetzt. Im zweiten Schritt wird dann das im Präparat befindliche Azeton im Vakuum gegen Reaktionskunststoffe ausgetauscht, die speziell für diese Technik entwickelt wurden. Nach Entnahme aus dem Kunststoffbad erfolgt die Positionierung mit anschließender Härtung zum Platinat.

Der entscheidende Trick, mit dem der flüssige Kunststoff bis in die letzte Zelle des Präparates geschleust wird, ist die forcierte Vakuumimprägnierung. So wie sich das Baby die Milch durch Unterdruck aus der Brust saugt, wird dem Prä-



Gefärbtes Scheibenplastinat: Cauda equina und Musculus iliopsoas



Gefärbtes Scheibenplastinat: Prostata und Beckenbodenmuskulatur



Gefärbtes Scheibenplastinat: Rotatorenmanschette



Pferd und Reiter in rotem Licht

parat im Vakuum Azeton entzogen. Dadurch entsteht ein Volumendefizit im Präparat, das den Kunststoff in das Gewebe einfließen lässt. Allmählich füllt sich das Präparat mit Kunststoff. Physikalisch gesprochen wird hier die Dampfdruckdifferenz zwischen dem flüchtigen Intermedium Azeton und einer hochsiedenden Kunststofflösung genutzt. Dünne Körperscheiben brauchen dazu nur Tage, ganze präparierte Körper Wochen. Erst wenn das Vakuum unter ein Hundertstel des normalen Luftdrucks (< 5 mmHg) gefallen ist und sich nur noch vereinzelt Azetonblasen aus dem Präparat herausquälen, wird das Präparat dem Kunststoffbad entnommen und gehärtet. Die Vorteile dieser „forcierten Kunststoffimprägnierung im Vakuum“, dem zentralen Schritt der Plastination, sind vor allem folgende:

- Die Imprägnierung lässt sich mit einer Vielzahl flüssiger polymerisierbarer Kunststoffe durchführen.
- Durch die Regulierung des Vakuums lässt sich die Imprägniergeschwindigkeit der Art der Präparate, der Präparatdicke und der Viskosität des Kunststoffes anpassen.
- Die Imprägnierung kann zur Minimierung der Schrumpfung bei niedriger Temperatur, zum Beispiel bei -25 °C, durchgeführt werden.

So lässt das Plastinationsverfahren eine Reihe von Variationsmöglichkeiten zu. Sie lassen das Verfahren zwar einerseits im Einzelnen sehr komplex werden, andererseits resultieren aber gerade daraus seine Stärken.

Werden optimale Ergebnisse gewünscht, so können die Kunststoffauswahl und die Plastinationstechnik dem jeweiligen Präparat angepasst werden. Hierzu einige Beispiele: Die meisten Präparate, insbesondere Knochen und Därme, müssen in Azeton bei Raumtemperatur entfettet werden. Gehirne schrumpfen hingegen bei gleicher Behandlung erheblich. Mit Haut bedeckte Präparate wie Embryonen und Fische bedürfen zur Schrumpfungvermeidung der zusätzlichen Kunststoffinfiltration. Das Einfrieren von Präparaten führt zur Volumenzunahme und, wenn es zu langsam erfolgt, zu unerwünschter Eiskristallbildung. Emulgierende Kunststoffe führen zur Quellung, sodass der Unkundige sich leicht wundert, warum das plastinierte Gehirn nicht mehr in den Schädel passt. Transparente Schnittserien durch den Bauch sollten 5 mm dick sein, Kopfschnitte besser 3,5 mm, und auch das hängt noch von vielen Faktoren wie Alter, Fettverteilung, Blutfülle der Venen und anderem ab.

Ogleich mit der Plastination bereits hervorragende Ergebnisse erzielt werden können, ist der Forschungs- und Entwicklungsbedarf immer noch immens. Dabei geht es zum Beispiel um die Farberhaltung, eine optimale Gefäßdarstellung, die Verbesserung der Scheibenplastination und die Plastination schwer plastinierbarer Präparate wie zum Beispiel Quallen. Eine internationale Gesellschaft für Plastination, ein Plastinationsjournal und alle zwei Jahre stattfindende Plastinationskongresse sind die Hauptforen, auf denen über Fortschritte der Plastination diskutiert wird. ■

TARGIN® 10/5 mg, 20/10 mg Retardtabletten, Wirkstoff: Oxycodonhydrochlorid, Naloxonhydrochlorid Dihydrat. Verschreibungspflichtig.
Zusammensetzung: Arzneilich wirksame Bestandteile: 1 Retardtablette TARGIN® 10/5 mg enthält 10 mg Oxycodonhydrochlorid entsprechend 9 mg Oxycodon und 5,45 mg Naloxonhydrochlorid Dihydrat entsprechend 5 mg Naloxonhydrochlorid, entsprechend 4,5 mg Naloxon, 1 Retardtablette TARGIN® 20/10 mg enthält 20 mg Oxycodonhydrochlorid entsprechend 18 mg Oxycodon und 10,9 mg Naloxonhydrochlorid Dihydrat entsprechend 10 mg Naloxonhydrochlorid, entsprechend 9 mg Naloxon. Sonstige Bestandteile: Povidon K30, Ethylcellulose N45, Stearylalkohol, Lactose-Monohydrat, Talkum, Magnesiumstearat (Ph.Eur.) [pH-anzich], Poly(vinylalkohol), Macrogol 3350, Titanoxid (E171). Zusätzlich für TARGIN® 20/10 mg: Eisen(III)-oxid (E172). **Anwendungsgebiete:** Starke bis sehr starke Schmerzen. Der Naloxon-Anteil in der fixen Kombination mit Oxycodon dient der Therapie und/oder Prophylaxe einer Opioid-induzierten Obstipation. **Gegenanzeigen:** Überempfindlichkeit gegen die Wirkstoffe oder einen der sonstigen Bestandteile, schwere Atemdepression mit Hypoxie und/oder Hyperkapnie, schwere chronisch obstruktive Lungenerkrankung, Cor pulmonale, akutes schweres Bronchialasthma, nicht Opioid-bedingter paralytischer Ileus, Schwangerschaft und Stillzeit, mit Iere bis starke Leberfunktionsstörung. **Nur unter besonderer Vorsicht anwenden bei:** Älteren oder geschwächten Patienten, Patienten mit Opioid-bedingtem paralytischem Ileus, schwerer Beinrächtrichtung von Lungen- oder Nierenfunktion, Myrdem, Hypotbyrose, Addisonischer Krankheit (Nebennierenrinnden-Insuffizienz), Intoxikations-Psychose, Cholelithiasis, Prostatahypertrophie, Alkoholismus, Delirium tremens, Pankreatitis, Hypotonie, Hypertonie, vorbestehenden Herzkreislauferkrankungen, Kopfverletzungen (Risiko von Zuständen mit erhöhtem Hirndruck), Epilepsie oder Prädisposition von Krampfanfällen, Patienten, die MAO-Hemmer einnehmen. Eine Anwendung bei Kindern unter 12 Jahren wird nicht empfohlen. Patienten mit der seltenen hereditären Galactose-Intoleranz, Lactase-Mangel oder Glucose-Galactose-Malabsorption sollten TARGIN® Retardtabletten nicht einnehmen. **Ne-benwirkungen: Erkrankungen des Immunsystems:** Gelegentlich: Überempfindlichkeitsreaktionen. **Stoffwechsel- und Ernährungsstö-rungen:** Häufig: Appetitabnahme bis zum Appetitverlust. **Psychiatrische Erkrankungen:** Häufig: Angst, Unruhe. Gelegentlich: Denkstörung, Verwirrheitszustände, Depressionen, Halluzinationen. **Erkrankungen des Nervensystems:** Häufig: Kopfschmerz, Schierung, Tremor. Gelegentlich: Aufmerksamkeitsstörungen, Parästhesien, Sprachstörungen. **Selten:** Konvulsionen (insbes. b. Pers. m. Epilepsie od. Prädisposition z. Krampfanfällen). **Häufigkeit nicht bekannt:** Synkope. **Augenerkrankungen:** Gelegentlich: Sehstörungen. **Erkrankungen des Ohrs und des Labyrinths:** Häufig: Vertigo. **Herzkrankungen:** Gelegentlich: Palpitationen. **Gefäßerkrankungen:** Häufig: Blutdruckabfall. Gelegentlich: Blutdruckanstieg. **Erkrankungen der Atemwege, des Brustraums und Mediastinums:** Häufig: Rhinorrhoe, Bähnen. Gelegentlich: Dyspnoe. **Erkrankungen des Gastrointestinaltrakts:** Häufig: Abdominalschmerz, Diarrhoe, Mundrockenheit, Flatulenz, Übelkeit, Erbrechen. **Häufigkeit nicht bekannt:** Obstipation. **Leber- und Gallenerkrankungen:** Häufigkeit nicht bekannt: Gallenkolik. **Erkrankungen der Geschlechtsorgane und der Brustdrüse:** Gelegentlich: Erektionsstörungen. **Erkrankungen der Haut und des Unterhautzellgewebes:** Häufig: Pruritus, Hautreaktionen/Hautausschlag, Hyperhidrosis. **Skelettmuskulatur-, Bindegewebs- und Knochenkrankungen:** Häufig: Muskelkrämpfe, Muskelzucken, Myalgie. **Allgemeine Erkrankungen und Beschwerden am Verabreichungsort:** Häufig: Arzneimittelzuggyndrom, Hitze- und Kältegefühl, Schüttelfrost, Schwächezustände (Asthenie). Gelegentlich: Brustschmerz, Schlaflosigkeit, Unwohlsein, periphere Ödeme. **Verletzung, Vergiftung und durch Eingriffe bedingte Komplikationen:** Gelegentlich: Verletzungen durch Unfälle. **Für den Wirkstoff Oxycodon sind die folgenden zusätzlichen Nebenwirkungen bekannt:** Auf Grund seiner pharmakologischen Eigenschaften kann Oxycodon Atemdepression, Miosis, Bronchospasmus und Spasmen der glatten Muskulatur hervorrufen sowie den Hustenreflex dämpfen. **Infektionen und parasitäre Erkrankungen:** **Selten:** Herpes simplex. **Erkrankungen des Immunsystems:** **Sehr selten:** Anaphylaktische Reaktionen. **Stoffwechsel- und Ernährungsstörungen:** **Selten:** Dehydratation, Appetitsteigerung. **Psychiatrische Erkrankungen:** Häufig: Stimmungs- und Persönlichkeitsveränderungen (z.B. Depressionen, euphorische Stimmung), verminderte Aktivität, psychomotorische Hyperaktivität, Agitiertheit, Nervosität, Schlaflosigkeit, Denkstörungen, Verwirrheitszustände. Gelegentlich: Wahrnehmungsstörungen (z.B. Halluzinationen, Derealisierung), verminderte Libido. **Häufigkeit nicht bekannt:** psychische Arzneimittelabhängigkeit bei Schmerzpatienten, die korrekt auf opioidhaltige Schmerzmittel eingestellt sind. **Erkrankungen des Nervensystems:** **Sehr häufig:** Schierung (Somnolenz bis zu getrubtem Bewusstseinszustand), Schwindelgefühl, Kopfschmerz. **Häufig:** Synkope, Parästhesien. Gelegentlich: Migräne, Geschmacksstörungen, erhöhter Muskeltonus, unwillkürliche Muskelkontraktionen, Hypoästhesie, Koordinationsstörungen. **Erkrankungen des Ohrs und des Labyrinths:** Gelegentlich: Hörstörungen. **Herzkrankungen:** Gelegentlich: Tachykardie. **Gefäßerkrankungen:** Gelegentlich: Vasodilatation. **Erkrankungen der Atemwege, des Brustraums und Mediastinums:** Häufig: Dyspnoe. Gelegentlich: Dyspnoe, Husten. **Erkrankungen des Gastrointestinaltrakts:** **Sehr häufig:** Obstipation, Erbrechen, Übelkeit. **Häufig:** Schluckauf, Dyspepsie. Gelegentlich: Mundulcerationen, Stomatitis. **Selten:** Melaena, Zahnerkrankungen, Zahneisenschublen, Dysphagie. **Sehr selten:** Ileus Leber- und Gallenerkrankungen. Gelegentlich: Gallenkolik. **Sehr selten:** Erhöhung leberspezifischer Enzyme. **Erkrankungen der Haut und des Unterhautzellgewebes:** **Sehr häufig:** Pruritus. **Selten:** Trackene Haut. **Sehr selten:** Urtikaria. **Erkrankungen der Nieren und Harnwege:** Häufig: Hämretention, Dysurie, Hämdrang. **Erkrankungen der Geschlechtsorgane und der Brustdrüse:** **Selten:** Amenorrhoe. **Allgemeine Erkrankungen und Beschwerden am Verabreichungsort:** Gelegentlich: Schmerzen, Ödeme. **Selten:** Gewichtszu- oder -abnahme, Durst. **Häufigkeit nicht bekannt:** Toleranz kann sich entwickeln. Die chronische Anwendung von TARGIN® Retardtabletten kann zu physischer Abhängigkeit führen. Hinweis: Reaktionsvermögen kann beeinträchtigt werden (Straßenverkehr!). **Mundipharma GmbH, 65549 Limburg (Lahn).** **Stand der Information: Januar 2008**

TARGIN® ENTHÄLT EIN STARKES OPIOID.

¹ Schutter U, Meyer C. (2008): Untersuchung der Therapie starker Schmerzen mit der Kombination aus retardiertem Oxycodon und retardiertem Naloxon bei Patienten mit Oxycodon-Vortherapie. Der Schmerz 22 (Suppl 2): 175.