

Praktikumsbericht 2005 zum Thema

# **„Herstellung von menschlichen Körperscheiben mit anschließender Digitalisierung und Aufbereitung für eine Datenbank“**

- Es handelt sich um ein nicht fachgebundenes, frei gewähltes Thema -



**Eingereicht von Marco Tischow, MDA 04**

**Erstellt an der Universität Leipzig AöR**  
**Institut für Anatomie**  
**Liebigstr. 13**  
**04103 Leipzig**

**Betreuer:** Herr Hanno Steinke, Ing. (FH, NBL) - Institut für Anatomie, Leipzig  
**Fachlehrer:** Frau Nagler - Berufliches Schulzentrum 9, Leipzig

**Abgabedatum: 20.06.2005**

# Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	2
Verzeichnis der Fachtermini	3
1 Das Institut für Anatomie	5
2 Die Plastination – Teilgebiet der topographischen Anatomie	5
2.1 Ziel der Plastination	5
2.2 Plastinationstechnik nach Steinke	6
3 Digitalisierung des präparierten Materials	8
3.1 Auflösungen im Grafikbereich	8
3.2 Grafikformate	9
3.3 Zur Verfügung gestellte Hard- und Software-umgebung	10
4 Präsentation der Daten	11
4.1 Präsentation im Internet	11
4.2 Präsentation als lokale Datenbank	12
Quellenverzeichnis	13

## Anlagen:

männliches Becken, horizontal	A1
Ellenbogen, sagittal	A2
Hals, horizontal, gefärbt	A3
Hals, horizontal, ungefärbt	A4
Knie, sagittal	A5
Vorabansicht der Fotogalerie	A6
Accessformular der Bilddatenbank	A7
Formular mit Datensatz	A8
Datenbank, Tabellenansicht	A9
Kniegelenk	A10
Anmeldescript in Java	A11

Eidesstattliche Erklärung

## Abkürzungsverzeichnis

bmp	Windows bitmap (Microsoft Windows und IBM OS/2)
CO <sub>2</sub>	Kohlendioxid
DDR	Double Data Rate (doppelte Bandbreite)
dpi	dots per inch
FH	Fachhochschule
GB	Gigabyte (1024 Megabyte)
GHz	Gigahertz (Taktfrequenz des Computers)
MB	Megabyte
MRT	Magnetresonanztomografie (spezielles Röntgenverfahren)
NBL	neue Bundesländer
NRW	Nordrhein-Westfalen
PC	Personal Computer nach IBM-Architektur, hier allgemeine Bezeichnung für Computer
pcx	PiCture eXchange
png	Portable Network Graphics
SQL	Structured Query Language (strukturierte Abfragesprache)
tif	Tagged Image File Format

## Verzeichnis der Fachtermini

Access	Datenbanksystem der Firma Microsoft
Anatomie	Wissenschaft vom Aufbau des Körpers
Artefakte	Veränderung oder Schädigung
Dehydrierung	Entfernung des Gewebswassers
Fixierung	Festlegung, Festigung
frontal	teilt den Körper in vorderen und hinteren Teil
Gefriersubstitution	Austausch von Stoffen durch schnelles Einfrieren
Hirnmesser	Skalpell mit langer Klinge mit der Form und Größe eines Brieföffners
Histologie	Wissenschaft von den biologischen Geweben
horizontal	Querschnitt, teilt den Körper in oberen und unteren Teil
Hot/Cold-Packs	Kühlakkus, die zum Kühlen oder Warmhalten einsetzbar sind
IRIX	spezielles, von SGI entwickeltes UNIX-Betriebssystem
Kantomeatalebene	spezielle, um 15° von der horizontalen Ebene (der Frankfurter Horizontalen) verschobene, oblique Ebene, auch Campersche Ebene
Lipide	Fette und fettähnliche Stoffe
makroskopisch	Mit bloßem Auge sichtbare Objekte und Strukturen
Mikroskopie	Zur optischen Vergrößerung von Objekten benutzte Technik
oblique	schräger Querschnitt durch den Körper
pelvis	Becken
Pipeline	Leitung, Verbindung
Pixel	Bildpunkte
Plastination	Konservierung von Gewebe mit Plaste

polymerisierende Epoxydharze	duroplastischer Kunststoff der organische Substanzen in lange Molekülketten umwandelt
radiologisch	Bildgewinnung durch Strahlung (meist Röntgen)
Redundanzen	mehrfaches Vorhandensein von Objekten oder Informationen
sagittal	senkrechter Schnitt von cranial (oben) nach caudal (unten)
Schockfrierung	Einfrieren innerhalb weniger Sekunden
Screenshot	Bildschirmausdruck
Shell	Schnittstelle zur Entgegennahme von Benutzerkommandos
Tools	Anwendungsprogramme, Werkzeuge
topographisch	Beschreibung der Lage
Vektor	Beschreibt ein Bild anhand mathematischer Funktionen im Koordinatensystem
Verlinkung	Verweis zu dem Ort des Objektes
Workstation	leistungsfähigen Desktop-Computer für anspruchsvolle Berechnungen

# Das Institut für Anatomie

Seit 1875 befindet sich am heutigen Standort, Liebigstr. 13, das anatomische Institut. Unter der Leitung verschiedener Professoren blickt man heute auf eine lange Tradition der Ausbildung von Medizinern zurück. Das Institut teilt sich in zwei Fachbereiche auf. Zum einen in die Forschung, welche u. a. bedeutende Erkenntnisse im Bereich Zellzucht hervorbrachte, und zum anderen der Ausbildungssektor, die Lehre.



Dabei werden Vorlesungen im Bereich Anatomie, Histologie und Mikroskopie gehalten. In den Präpariersälen können bei praktischen Übungen die makroskopischen Bestandteile des menschlichen Organismus betrachtet werden.

Eine wichtige Rolle während der Ausbildung spielt dabei eine spezielle Technik zur Darstellung der topographischen Anatomie, die als Plastination bezeichnet wird.



## Die Plastination – Teilgebiet der topographischen Anatomie

### ***Ziel der Plastination***

Die Plastinationstechnik durch von Hagens <sup>12</sup> (1979) wurde 1992 von Steinke und Schmidt, dem damaligen Institutsleiter, modifiziert. <sup>13</sup> 2000 wurde die Dicke der Schnittplastinate von ursprünglich 3 mm auf 800 µm verringert und erreicht, das makroskopische Präparat in exakt die Schnittflächen zu zerlegen, die denen der korrelierenden MRT-Ebenen entsprechen. Dadurch kann ein radiologisches Bild mit dem makroskopischen Original verglichen werden. Plastinierte Körperscheiben bieten eine höhere Auflösung als Fotos gefrorener Objekte.

## **Plastinationstechnik nach Steinke**

Die Plastination von Gewebe mit einer Stärke von weniger als 0,8 mm ist erstmalig im Labor des anatomischen Instituts Leipzig realisiert wurden. Es ist ein sehr aufwendiger Prozess, der sich über mehrere Monate hinzieht und anfänglich auf Grund der thermischen Bedingungen nur im Winter möglich war. Mittlerweile ist ein neues Labor entstanden. Die Herstellung der Plastinate erfolgt in 5 Schritten, der Präparation, dem Schneiden, Dehydration, Einbettung in Kunststoff und dem Aushärten.<sup>14</sup>

### **1. Präparation:**

Zur Vermeidung von Artefakten als Nebenwirkung der Fixierung wird eine spezielle Pufferlösung (ph-Wert=7,2) verwendet, die sich pro 1 Liter Wasser wie folgt zusammensetzt:

62,6 g Sodiumchlorid  
4,48 g Potassiumchlorid  
4,38 g Calciumchlorid  
3,05 g Magnesiumchlorid und  
44,88 g Sodiumacetat



Diese Lösung wird in eine Arterie gespritzt und gleichzeitig das Blut über die Venen abgesaugt.

Mit einem MRT wird der Körper in 5 mm dünne Scheiben zerlegt und an der Oberseite des Körpers markiert. Anschließend wird der Körper auf 5°C abgekühlt. Dabei werden Hot/Cold-Packs, die auf -85°C vorgekühlt wurden, zur Vermeidung von Frostkristallen rund um dem Körper gelegt und nach 5 Minuten ausgetauscht. Nach weiteren 5 Minuten kommt der Körper bei -5°C in 85%iges Aceton. Zur gesteuerten Schockfrierung wird flüssiger Stickstoff in die Acetonlösung gebracht. Dadurch sinkt die Temperatur auf -100°C. Nach einer Wartezeit von 30 Minuten wird der Körper aus diesem Bad entfernt und in einer Kühltruhe bei -85°C für einen Tag gelagert. Danach erfolgt die Markierung an der Rückseite des Körpers unter Verwendung eines Spiegels zur Reflektion des Scannerlichts. Anschließend wird er wieder in eine Kühltruhe mit einer Temperatur von -25°C verlegt und mit Folie verpackt. Diese schützt den Körper vor Beschädigung durch Frost beim Schneiden.

## 2. Schneiden

Um sehr dünne Schnitte zu erreichen, wurde die Plastinationssäge, eine Bandsäge, modifiziert. Das Diamantsägeblatt wird mit flüssigem CO<sub>2</sub> gekühlt und reinigt gleichzeitig die Schnittfläche durch Spülung. Wie in dem vorhergehenden Schritt muss auch beim Schneiden die Temperatur beachtet werden. Die besten Resultate erhält man bei einer Temperatur von –30°C an der Schnittfläche, wobei der Körper eine Temperatur von –35°C und die Raumluft auf –5°C gekühlt sein muss. Ein –20°C kaltes Hirnmesser hilft, einen genauen Schnitt durchzuführen. Es wird dabei zwischen Körper und Sägeblatt zur Fixierung gehalten.

Die Schnitte können in mehrere Richtungen erfolgen:

- oblique = quer
- sagittal = senkrecht
- horizontal = teilt den Körper in oberen und unteren Teil
- frontal = teilt den Körper in vorderen und hinteren Teil
- in der Kantomeatalebene, eine um 15° abgewinkelte Spezialform der obliquen Richtung am Kopf und am Hals.



## 3. Dehydrierung

Die fertigen Schnitte kommen in einen Tiefkühler bei –85°C mit einer Dehydrationslösung, die aus 85%igen Aceton besteht. Zur milden Bleiche während der Gefriersubstitution wird 8%ige Peroxidsäure zugegeben. Bei –25°C werden die Schnitte für 2 Monate in dem Bad belassen. Danach werden sie bei der gleichen Temperatur für 2 Wochen in purem Aceton gelagert. Anschließend erfolgt ein wiederholtes Acetonbad bei Raumtemperatur zur Entfernung von Lipiden.



## 4. Einbettung

Durch Vakuum wird Luft und Restflüssigkeit dem Gewebe entzogen. Dabei werden gleichzeitig polymerisierende Epoxidharze in das Gewebe gesaugt. Wenn keine Luftblasen mehr sichtbar sind, wird langsam wieder Luft zugelassen. Vor der Aushärtung werden die einzelnen Scheiben zwischen 2 Klarsichtfolien montiert.



## 5. Aushärtung

Bei 50°C trockener Wärme und anschließender mehrwöchiger Lagerung unter UV-Licht härten die Scheiben aus.

Je dünner die Scheiben sind, umso höher ist die Auflösung der Details. Während meines Praktikums wurden erstmals Schnitte einer Stärke von 0,3 mm angefertigt.



## Digitalisierung des präparierten Materials

### Auflösungen im Grafikbereich

Entsprechen dem Verwendungszweck der Grafiken, muss man bei der Wahl der Auflösung überlegt vorgehen. Ist keine nachträgliche Vergrößerung vorgesehen oder sind keine Details wichtig, kann man zur Speichereinsparung eine geringe Auflösung anwenden.

Bei der mir vorliegenden Aufgabe, wissenschaftliche Objekte digital zu archivieren, bei der kleinste Details auch bei starker Vergrößerung dargestellt werden können, musste ich auf eine höhere Auflösung zurückgreifen. Da es sich um unterschiedliche Transparenz und Stärke der Schnitte handelte, wurden verschiedene Auflösungen beim Scannen benutzt. Nach mehrfachen Versuchen, die optimale Auflösung zu finden, bei der kleinste Details mit einem Bildpunkt dargestellt werden, stand auch die Frage des Dateiformates der Grafiken im Mittelpunkt. Plastinate des Halses mit einer Stärke von 0,8 mm wurden mit 200dpi und Präparate des Beckens mit einer Stärke von 0,3 mm bei 300 dpi eingescannt. Eine höhere Auflösung wäre jedoch möglich gewesen, benötigt jedoch mehr Speicherplatz.

## **Grafikformate**

Man unterscheidet grundsätzlich zwischen Vektor- und Pixelgrafiken. Aufgrund der mir zur Verfügung gestellten Software habe ich mich auf Pixelgrafiken beschränkt. Da die Grafiken Platz sparend, aber nahezu verlustfrei gespeichert werden sollten, stand ich vor der Auswahl des passenden Dateiformats. Ich habe die Vor- und Nachteile der möglichen Formate verglichen und habe mich für das png-Format entschieden. Das einzige Grafikformat, das Grafiken im Originalzustand und damit auch in voller Dateigröße abspeichert, ist das BMP-Format. Alle anderen Dateiformate nutzen eine Form der Komprimierung, um die Dateigröße zu reduzieren, wobei es zwei Möglichkeiten gibt:

### **- Verlustlose Komprimierung**

Grafikformate wie TIF oder PCX nutzen so genannte Redundanzen in Grafikdateien aus. In der Praxis bedeutet dies, dass diese Dateiformate Grafiken deutlich kleiner abspeichern können als BMP, ohne dass deshalb Informationen verloren gehen. Nach dem Abspeichern in einem verlustfreien Format kann die Grafik wieder bei gleicher Qualität, wie vor dem Speichern, in den PC geladen werden.

### **- Verlustbehaftete Komprimierung**

Bei der verlustbehafteten Komprimierung wird eine besonders kleine Dateigröße erreicht, indem Informationen aus der Grafik entfernt werden. Sie lässt sich damit deutlich kleiner abspeichern, aber nicht mehr optimal nachbearbeiten. Alle webtauglichen Grafikformate arbeiten mit verlustbehafteter Komprimierung.

Alle Komprimierungsverfahren, verlustfreie und verlustbehaftete, arbeiten mit speziellen Rechenverfahren, um die Dateigröße zu reduzieren. Das einfachste Verfahren besteht darin, gleichfarbige, benachbarte Pixel zusammenzufassen. Dabei wird im BMP-Format, das ohne Komprimierung arbeitet, für jedes Pixel ein Wert für Rot, Grün und Blau abgespeichert, während in komprimierenden Verfahren nur die Anzahl der gleichfarbigen Pixel und einmal der Farbwert (z. B. 10 x Farbwert „rot“) abgespeichert wird. Dies benötigt viel weniger Speicherplatz, es zeigt aber auch eine wichtige Besonderheit komprimierter Grafikformate: Nicht jedes Bild enthält z.B. gleichfarbige Pixel nebeneinander. Somit lässt sich nicht jeder Bildinhalt gleich gut komprimieren. Es kommt also auf den Inhalt an, wie stark die Grafikdatei verkleinert wird.<sup>15</sup>

## Zur Verfügung gestellte Hard- und Software-Umgebung

Während meiner Praktikumszeit standen für mich 2 Workstations mit unterschiedlichen Konfigurationen bereit.

	Prozessor	Arbeitsspeicher	Betriebssystem	Peripherie
Workstation 1	Intel Pentium 4 mit 3,4 GHz	512 MB DDR	Windows 2000 Workstation	USB-Flachbett-Scanner 2400dpi; 48 Bit Farbtiefe
Workstation 2 Silicon Graphics „Octane“	R1 2000 64 Bit	256 MB	IRIX 6.5 (spezielles Unix-system, von SGI entwickelt)	



Windows 2000 Workstation



15" TFT-Bildschirm



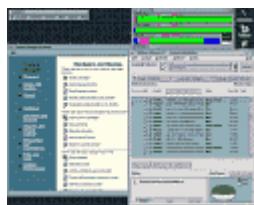
Silicon Graphics Workstation

Die Silicon Graphics - Workstation ist ein für Grafikanwendungen konzipierter Rechner mit einer speziellen Prozessorarchitektur. Die **MIPS-Architektur (Microprocessor with-out Interlocked Pipeline Stages**, etwa "Mikroprozessor ohne Pipeline-Sperren") ist eine RISC-Prozessorarchitektur, die ab 1981 von John Hennessey an der Stanford Universität entwickelt wurde.

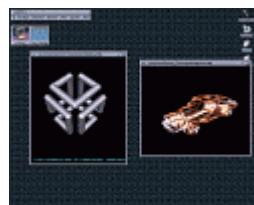
Ein Befehl in diesen Prozessoren wird in mehreren Stufen in einer Pipeline abgearbeitet, so dass mehrere Befehle in unterschiedlichen Bearbeitungsschritten (Befehl holen, dekodieren, ausführen, Ergebnis zurückschreiben) gleichzeitig im Prozessor sein können. Falls ein nachfolgender Befehl auf das Ergebnis eines vorangehenden angewiesen ist, muss dieser Befehl eventuell angehalten werden, bis dieses zur Verfügung steht. Dies wird normalerweise durch Sperren erreicht. Eine andere Möglichkeit der Verarbeitung solcher Datenhürden ist das so genannte "Forwarding", bei dem die für den folgenden Befehl benötigten Rechenergebnisse direkt nach der Berechnung zum

nächsten Befehl geleitet werden, statt das Ende des aktuellen Befehlszykluses abzuwarten. Die MIPS-Architektur verzichtet auf solche Sperren und verlangt vom Assemblersprachenprogrammierer oder Compiler entsprechende Maßnahmen wie Umsortierung oder das Einfügen von NOP (No Operation)-Befehlen. Dadurch kann die Architektur einfach gehalten werden.

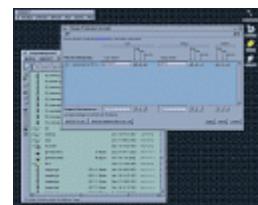
Ein weiterer Mechanismus, der zur Beschleunigung der MIPS-Architektur dient, ist das so genannte Superpipelining. Dabei wird eine zeitliche Parallelität der Befehlsabarbeitung durch Unterteilung der Befehlspipeline in mehr Stufen erreicht. So entsteht eine feinere Unterteilung des Fließbandes. Die Stufen der Pipeline haben auf diese Weise eine kürzere Durchlaufzeit und so kann die Taktrate erhöht werden. Superpipelining wurde erstmals in den MIPS R4000 Prozessor implementiert. MIPS war ursprünglich eine 32-Bit Architektur, die später auf 64 Bit erweitert wurde. <sup>6</sup>



die grafische Oberfläche



Grafiktools



Verzeichnisarbeit

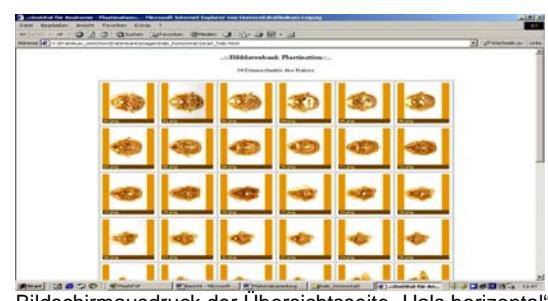


die Shell

## Präsentation der Daten

### *Präsentation im Internet*

Nach Rücksprache mit meinem Praktikumbetreuer, Herrn Steinke, soll die Darstellung der Bilder in einer Art Fotoalbum umgesetzt werden, da der Aufbau einer netzbasierenden SQL-Datenbank zu zeitintensiv wäre. Es müsste eine Programmierung der Datenbankabfragen und einem Wartungsmodul angefertigt werden.



Bildschirmausdruck der Übersichtsseite „Hals horizontal“

Bei der Umsetzung der Fotogalerie habe ich mich für eine Vorabansicht aller Bilder in minimiertem Format entschieden, um eine leichte Navigation zu gewährleisten.

Beim selektieren des Bildes durch Anklicken mit der Maus, öffnet sich ein neues Browserfenster mit der Bildansicht in Originalgröße.

## **Präsentation als lokale Datenbank**

Die Einbindung der Bilder in eine lokale Datenbank sollte über Access realisiert werden. Dabei wurden in den Feldern nur Verlinkungen zu den Bildern abgelegt um die Datenbank nicht zu überlasten. Bereits in der ersten Praktikumswoche haben sich über 1,8 GB an Bildern angesammelt, die der Server nur mit übermäßiger Rechenleistung verarbeiten könnte. Der Nachteil dieser Methode liegt darin, falls die Dateien umbenannt werden, sind die Verlinkungen in der Datenbank nicht mehr zuweisbar und die einzelnen Datensätze müssten abgeändert werden. Zur Eingabe und Abfrage der Datensätze habe ich für den Anwender ein Formular eingesetzt. Dabei kann mittels Buttons die gewünschte Funktion ausgeführt werden. Das erforderliche Visual Basic-Skript zum automatischen Einlesen von Verzeichnissen habe ich einer Vorlage <sup>1</sup> entnommen. Die Buttons habe ich bewusst angeordnet um eine einfache Navigation zu ermöglichen, und das versehentliche Löschen von Daten auszuschließen.

Jeder Datensatz besteht aus 5 Feldern:

- Bildnummer (Autowert)
- Kategorie (enthält die lat. und deutsche Bezeichnung des Körperteiles)
- Stichwort (Suchbegriffe für Bilder, lat. und dt. Bez., Schnittebene)
- Foto (der Link zu der Bilddatei)
- Bemerkung (Bildinformationen z. B. Auflösung, gefärbt, Schnittstärke)

## **Quellenverzeichnis**

### **Bücher:**

(1) Tai, Thomas:

Der Access-Berater / Thomas Tai. – Bonn: Verl. für die dt. Wirtschaft, 2001  
ISBN 3-8125-0283-6

### **Zeitschriftenartikel:**

(2) Hagens, Gunther von:

Impregnation of Soft Biological Specimens with Thermosetting Resins and Elastomers / Gunther von Hagens. In: Anat Rec. – 2 (1979) 194, S. 247-255

(3) Steinke, Hanno:

A new plastination technique for head slices containing brain / Hanno Steinke. In: Ann Anat. – 4 (2002) 184, S. 1-6

(4) Steinke, Hanno:

Plastinated body slices for verification of magnetic resonance tomography images / Hanno Steinke. In: Ann Anat – 3 (2001) 183, S. 275-281

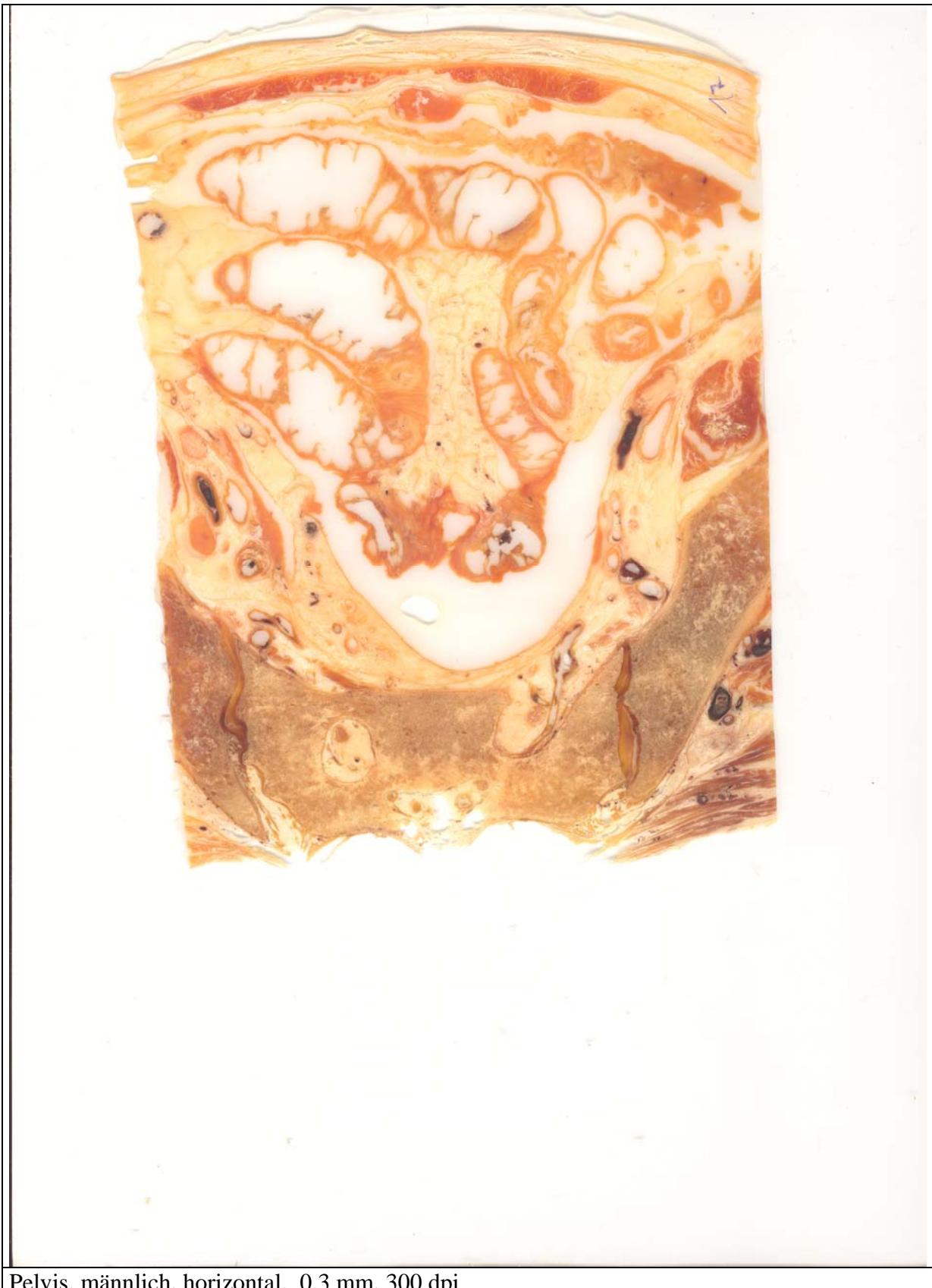
### **Internetseiten:**

(5) Werle, Rainer:

Foto und Grafik / Rainer Werle. - 2002. - 5 S.  
<http://www.werle.com/foto>

(6) Wikimedia Foundation Inc.:

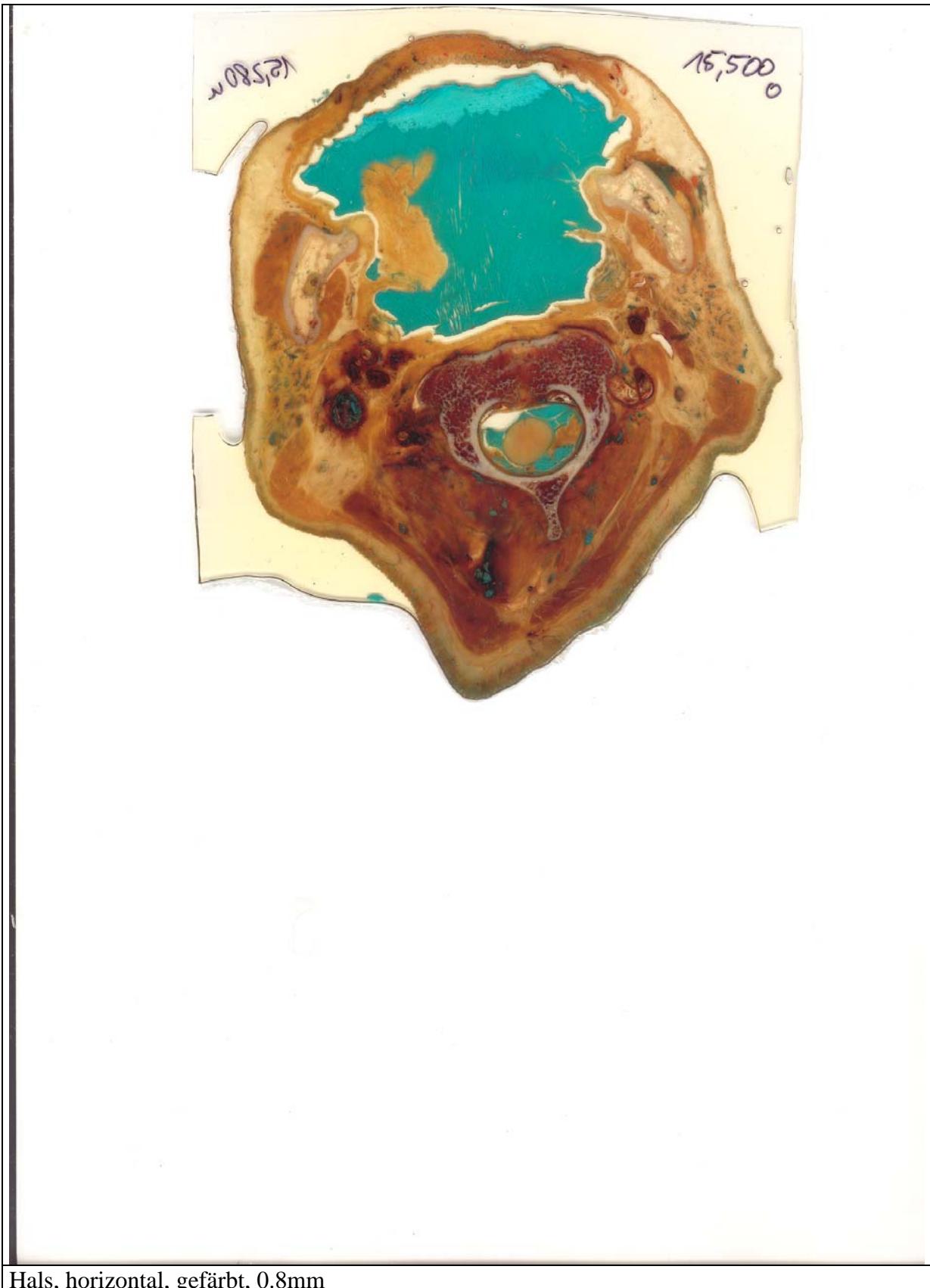
Wikipedia / Wikimedia Foundation Inc. - 2005  
<http://de.wikipedia.org/wiki/Hauptseite>



Pelvis, männlich, horizontal, 0.3 mm, 300 dpi



Ellenbogen, sagittal, 2mm



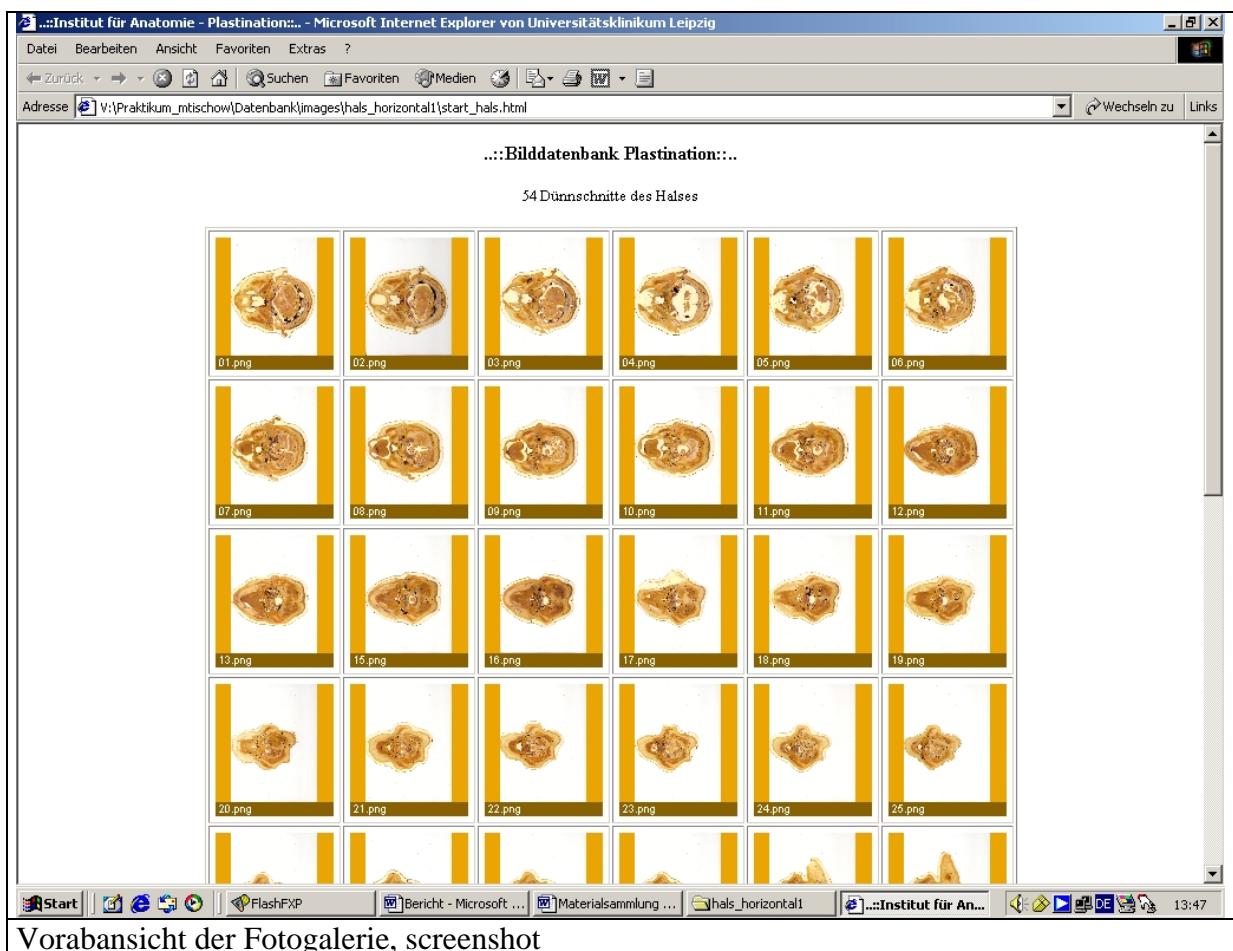
Hals, horizontal, gefärbt, 0.8mm

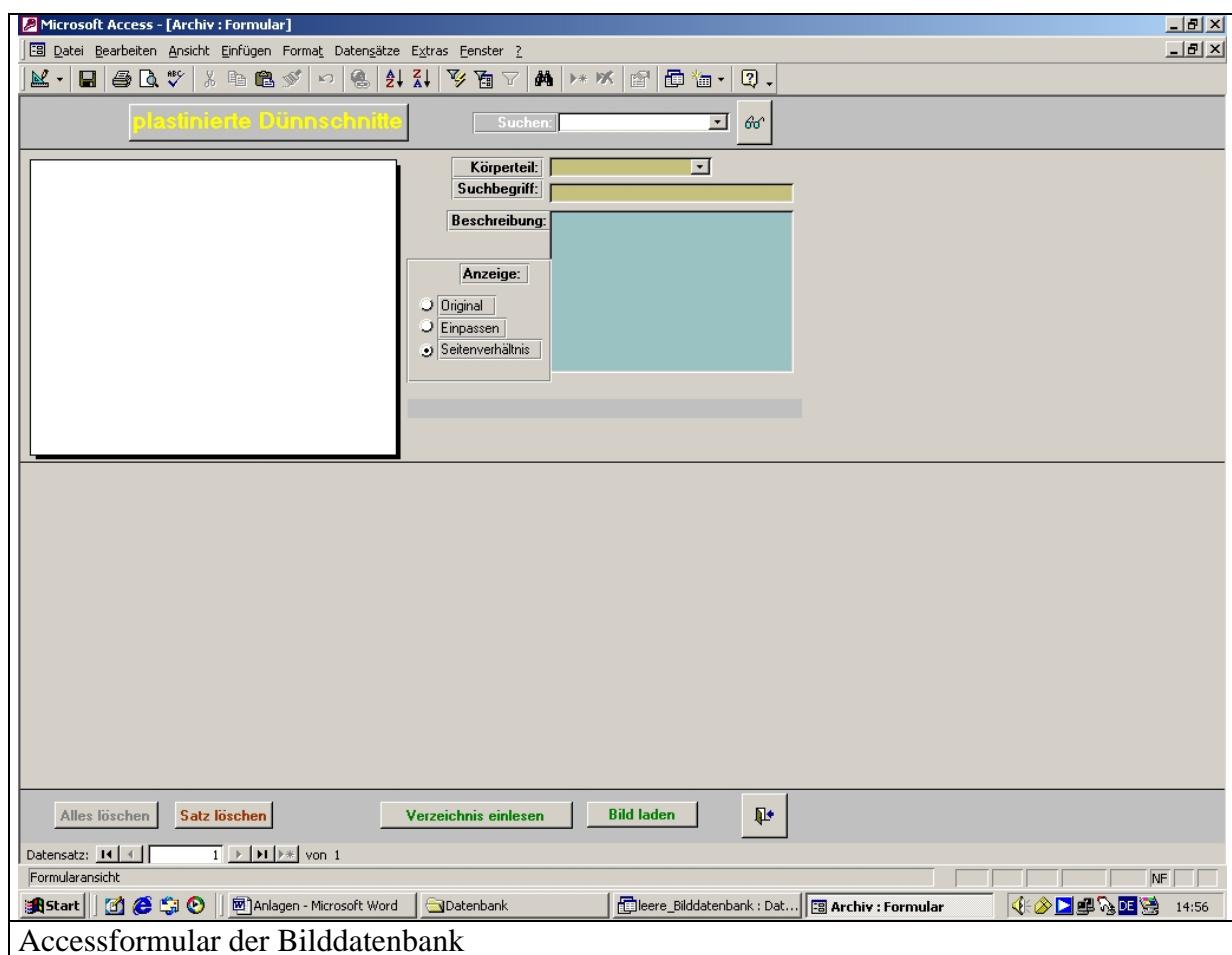


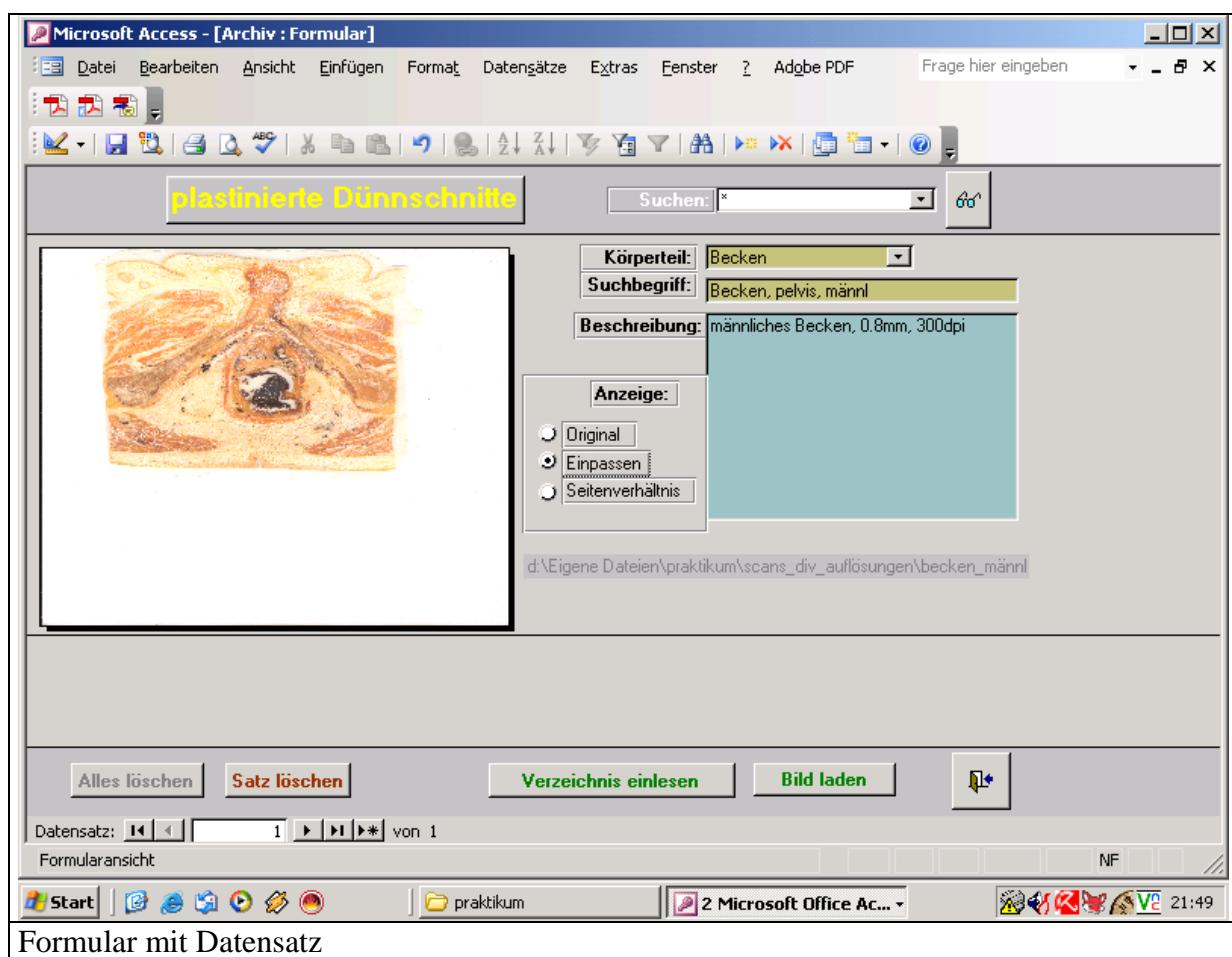
Hals, horizontal, 0.8 mm



Knie, sagittal, 0.8mm







Microsoft Access - [BilderArchiv : Tabelle]

Datei Bearbeiten Ansicht Einfügen Format Datensätze Extras Fenster ? Adobe PDF Frage hier eingeben

baNum Kategorie Stichwort Foto Bemerkung

Becken Becken, pelvis, männl d:\Eigene Datei männliches Becken, 0.8mm, 300dpi

(AutoWert)

Datensatz: 1 von 1

Zähler

Start praktikum Microsoft Of... Microsoft Offi... 21:52

Datenbank, Tabellenansicht

baNum	Kategorie	Stichwort	Foto	Bemerkung
	Becken	Becken, pelvis, männl	d:\Eigene Datei	männliches Becken, 0.8mm, 300dpi
*	(AutoWert)			



## Sagittale MRT-Aufnahme des Kniegelenkes



## Sagittaler Schnitt des Kniegelenkes (0.8mm)

```

<html>
<head>
<title>Institut f&uuml;r Anatomie</title>
<script LANGUAGE="JavaScript1.1">
function right(e)
{if (navigator.appName == 'Netscape' &&
(e.which == 3 || e.which == 2))
return false;
else if (navigator.appName == 'Microsoft Internet Explorer' &&
(event.button == 2 || event.button == 3))
{
alert ("Inhalt ist gesch&uuml;tzt - Wenden Sie sich an unseren Administrator");
return false;
}
return true;
}
document.onmousedown=right;
if (document.layers) window.captureEvents(Event.MOUSEDOWN);
window.onmousedown=right;
</script>
<script language="JavaScript">
function pass(f)
{
var a,b,c,k,m,r,q,x,y,z;
a="92s";k="an0";q="m";
b="T";c="78";m="pLaS";r="t@";
x = (f.lcode.value);
y=c+k+m+a;
z=y+r+q+b;
if(x != z) {alert ("Der Inhalt der folgenden Seiten ist gesch&uuml;tzt!");
document.write ("seite_geschuetzt.htm");
}
if(x == z) {alert ("Der Inhalt der folgenden Seiten ist gesch&uuml;tzt!");
document.write ("seite_geschuetzt.htm");
}
}
</script>
</head>
<body>
<br><br>
<center>
<form name="Form1">
Zur Wahrung der Urheberrechte wird eine Anmeldung ben&ouml;tigt. Die Zugangsdaten erhalten Sie bei unserem
Administrator.<br><br>
Logincode: <input type="text" name="lcode"> &nbsp
<input type="button" value="Anmelden -->" onclick="pass(Form1)">
</form>
</center>
</body>
</html>

```

Loginseite mit Unterscheidung, welche Datens&atilde;te angezeigt werden