ERSTELLUNG EINES „DIGITALEN AUFNAHMEHELFERS“ FÜR DIE KLEINTIERRADIOLOGIE

Diplomarbeit
im Institut für Medien- und Phototechnik
an der Fachhochschule Köln

Autor
Christoph Roßgoderer
aus Stuttgart
Mat.-Nr. 11040832

Referent: Prof. Dr. rer. nat. C. Blendl
Korreferent: Prof. Dr. rer. nat. S. Grünvogel

Köln, im August 2007

DEVELOPMENT OF A „DIGITAL RADIOLOGICAL GUIDE“ FOR SMALL ANIMAL RADIOLOGY

Thesis
at the Department
of
Imaging Sciences and Media Technology
University of Applied Sciences Cologne

Author
Christoph Roßgoderer
from Stuttgart
Mat.-Nr. 11040832

First Reviewer: Prof. Dr. rer. nat. C. Blendl
Second Reviewer: Prof. Dr. rer. nat. S. Grünvogel

Cologne, August 2007

Titel: Erstellung eines „Digitalen Aufnahmehelfers“ für die Kleintierradiologie

Autor: Christoph Roßgoderer

Referenten: Prof. Dr. rer. nat. C. Blendl /
Prof. Dr. rer. nat. S. Grünvogel

Zusammenfassung:
Um Strahlenschäden zu vermeiden und die Aufnahmequalität der Röntgenbilder in der Veterinärmedizin zu verbessern, wurde im Rahmen dieser Arbeit ein Konzept für einen „Digitaler Aufnahmehelfer für die Kleintierradiologie“ entwickelt. Bei der Produktion dieser Flash-basierten Software wurden beispielhaft computergenerierte Grafiken (CGI) und 3D-Animationen erstellt. Ebenso wurden Belichtungstabellen eingebunden. Diese wurden in Zusammenarbeit mit der Tierhochschule Hannover und der Firma Gierth X-Ray international erarbeitet. Es ergaben sich Belichtungswerte, die auf physikalischen Grundlagen beruhen.

Stichwörter: Kleintierröntgen, Aufnahmehelfer, Bildqualität

Sperrvermerk: Die Arbeit unterliegt keinem Sperrvermerk

Datum: 30.08.2007

Title: Development of a „Digital Radiological Guide“ for Small Animal Radiology.

Author: Rossgoderer, Christoph

Advisores: Prof. Dr. rer. nat. C. Blendl /
Prof. Dr. rer. nat. Grünvogel

Abstract:
The goal of this thesis was to develop a concept for a „Digital Radiological Guide for Small Animal Radiology“ to avoid radiation injury and to advance the image quality in veterinary medicine. During the production of this Flash-based software, computer-generated imagery (CGI) and 3D-animations were rendered exemplary. Exposure tables were integrated, as well. They have been developed in cooperation with the School of Veterinary Medicine in Hannover and Gierth X-Ray international. The results were exposure values, which are based on but on physical facts.

Key words: Small Animal Radiology, Radiological Guide, Image Quality

Remark of closure: The thesis is not closed

Date: 30.08.2007 (Day. Month. Year)

Inhaltsverzeichnis:

1.	**Einleitung**	**7**
2.	**Radiologische Untersuchungen**	**9**
2.1.	Grundlagen beim Kleintierröntgen	9
2.2.	Untersuchungen an der Tierhochschule Hannover	19
2.2.1.	Material und Methoden	19
2.2.1.1.	Einrichtung in der Radiologischen Abteilung der Tierhochschule	20
2.2.1.2.	Methode zur Prüfung vorhandener Werte	22
2.2.1.3.	Ergebnisse	36
2.2.1.4.	Untersuchungen zur Korrelation von Schulterhöhe und mAs	38
2.2.1.5.	Ergebnisse	42
3.	**Erstellung des Digitalen Aufnahmehelfers**	**44**
3.1.	Konzeption	44
3.2.	Das Programm	46
3.2.1.	Material	46
3.2.2.	Methoden	47
3.3.	Erstellung der Computeranimation	52
3.4.	Ergebnisse	59
4.	**Diskussion / Schlussfolgerung**	**60**

Abkürzungen:

ap.	Anterior-posterior (Gegenteil von lateral)
BP's	Belichtungspunkte
CG-Grafiken	Computer-Generierte Grafiken (entspricht CGI)
CGI	Computer-Generated Imagery
CR- Systeme	Computed Radiography-Systems (Speicherfolien)
FFA	Fokus-Film-Abstand
kV	Einheit Röntgenröhrenspannung U
lat.	lateral, seitlich (Gegenteil von ap.)
mAs	Ampére-Zeit-Produkt
RöV	Röntgenverordnung
.exe	Dateiendung für ausführbare Windows-Dateien
.swf	Dateiendung für Flash-Film-Dateien
.txt	Dateiendung für Text-Dateien
∑	Summe (hier: Summe der Belichtungspunkte)

Begriffe:

ActionScript	Skriptsprache von Macromedia Flash
Cloth	Bestandteil von Autodesk Maya zur Erzeugung von Kleidung
Full Body IK	IK-System (Inverse Kinematik) zur Animation von Bi- und Quadrupeds.
Haltende Person	Person, welche das Tier mit der Hand fixiert
Halter	Hund- bzw. Katzenbesitzer
Hilfspersonal	hier: Tierarzthelfer/-innen
Interface	Schnittstelle
Joint	Gelenk
Kontrollbereich	Bereiche in denen mehr als 15 mSv pro Jahr auftreten können
Lagerung	Positionierung des Patienten bei der Röntgenuntersuchung
Mesh	hier: Polygonnetz / Polygonobjekt
Modelling	„modellieren" eines 3D-Objektes
Musica-Software	Multi Scale Image Contrast Amplification
Popup	visuelles Element eines Computerprogramms
Previsualisation	Vorab-Visualierung mit geringem Aufwand
Raytracing	Strahlenverfolgung, Render-Algorithmus
Rendering	Berechnung des gerasterten Bildes
Rigging	Versehen von Meshs mit Joints und Bones
Sculpting	Formen von Meshes
Stills	hier: computergenerierte Grafiken
Targa	Dateiformat zur Speicherung von Bildern
Thorax	Brustkorb
Tibia Fibula	Schien- und Wadenbein
Userinterface	Benutzerschnittstelle
Weighting	Wichtung des Einflusses einzelner Joints

1. Einleitung

"Im Zuge der fortschreitenden Technisierung in der humanmedizinischen Röntgenologie, gewinnt auch in der tierärztlichen Praxis der Einsatz von stationären und mobilen Röntgengeräten zunehmend an Bedeutung. Beim Röntgen in der Tiermedizin besteht jedoch das Problem, dass der Patient in den meisten Fällen bei der Anfertigung der Röntgenaufnahmen gehalten werden muss und die [...] haltende Person im unmittelbaren Bereich der Streustrahlung präsent ist, was wiederum zu schwerwiegenden Gesundheitsschäden führen kann [Deient, 1]*."*

Um dieses Risiko zu minimieren, schreibt die Röntgenverordnung vor, *„jede Strahlenexposition von Mensch und Umwelt [...] so gering wie möglich zu halten* [RöV, 2]*."* Eine Wiederholung von Aufnahmen, z.B. wegen schlechter Bildqualität, ist demzufolge eine nicht-gerechtfertigte Strahlungsexposition und verstößt gegen die RöV. Unter anderem aus diesem Grund ist eine Optimierung der Einstelltechnik wünschenswert. In der Praxis kann diese Forderung allerdings nicht immer erfüllt werden. Zeitdruck und unkooperative Patienten erschweren die Arbeit ebenso, wie die zum Teil nur unzureichenden Fachkenntnisse der Tierarzthelfer/-innen im Bereich der Veterinärradiologie.

Zielsetzung dieser Diplomarbeit war deswegen die Erstellung eines digitalen Aufnahmehelfers für die Kleintierradiologie. Darunter versteht man eine Software, die dem Praxispersonal den fachgerechten Umgang mit Patienten und Röntgenanlage vermitteln soll. Für

verschiedene Körperteile von Hund und Katze wird die richtige Lagerung und die Wahl richtiger Einstellwerte (Röntgenröhrenspannung U [kV] und Ladung Q [mAs]) der Röntgenanlage auf einer Lehr-CD erklärt. Beispielröntgenaufnahmen und 3D-Animationen unterstützen die Beschreibungen.

Um richtige Einstellwerte zu ermitteln und in die Software integrieren zu können, wurden vorab Testreihen an der Klinik für Kleintiere in Hannover durchgeführt. Untersuchungsschwerpunkte waren dabei die Evaluierung bereits vorhandener Werte, sowie eine mögliche Einbeziehung der Schulterhöhe des Tieres in die Berechnung des mAs-Produkts.

In diesem Teil der Diplomarbeit gibt das folgende Kapitel zunächst einen Überblick über die grundlegenden Vorgehensweisen und Schwierigkeiten bei der Kleintierradiologie. Im Anschluss daran werden Methoden und Ergebnisse der Untersuchungsreihen eingehend beschrieben, bevor im letzten Abschnitt die eigentliche Erstellung des Aufnahmehelfers detailliert dokumentiert ist.

2. Radiologische Untersuchungen

2.1. Grundlagen beim Kleintierröntgen

Humanmedizinern ist es erlaubt, Tiere zu röntgen, wohingegen es Veterinärmedizinern untersagt ist Menschen zu durchstrahlen [K. Hartung, 3].

Allein an dieser Tatsache lässt sich erkennen, dass radiologische Untersuchungen in Human- und Tiermedizin nicht gleichgestellt werden können. Zwar wurden Richtlinien und Gesetze in den letzten Jahren immer weiter angepasst, jedoch sind die Aufnahmebedingungen teilweise deutlich verschieden. Auf die wesentlichen Unterschiede im Bereich Personal, Strahlenschutz und technische Begebenheiten soll in diesem Abschnitt eingegangen werden.

2.1.1. Physikalische Grundlagen

Wie in allen anderen radiologischen Bereichen auch, wird die Strahlungsdosis und die Strahlhärte maßgeblich von der Kombination aus kV und mAs bestimmt. Wird die kV erhöht, so erhöht sich auch die Strahlenhärte und die Eindringtiefe in ein Material vergrößert sich. Daraus folgt, dass dickere Objekte mit einer höheren kV durchstrahlt werden müssen als dünne. Die mAs setzt sich aus dem Röhrenstrom und der Expositionsdauer zusammen. *„Je höher der Heizstrom für die Glühkathode, um so mehr Elektronen und letztlich Bremsstrahlen*

stehen zur Verfügung. Da immer nur das mAs-Produkt wirksam wird, können viel mA mit wenig s den selben Wert ergeben, wie wenig mA x viel s [H. Waibl, 4]*.“*

$$mAs = Röhrenstrom * Expositionszeit$$

Um Streustrahlung zu filtern und somit den Bildkontrast zu erhöhen, wird in der Veterinärmedizin ebenso wie in der Humanmedizin ein Streustrahlenraster verwendet. Da bei der Verwendung dieses Rasters Strahlung absorbiert wird, muss die mAs erhöht werden.

Generell gilt in der Radiologie, dass das Lichtvisier immer so eng wie möglich auf das Objekt eingeblendet werden sollte, um eine unnötige Strahlenexposition zu vermeiden, beziehungsweise die Streustrahlung zu vermindern.

Neben diesen knapp beschriebenen physikalischen Grundlagen existieren noch weitere Übereinstimmungen bei röntgenologischen Untersuchungen von Mensch und Tier. Ein wichtiges Kriterium zur Bildbeurteilung ist bei beiden die richtige Lagerung des Patienten. Es besteht die Gefahr, dass bei falscher Positionierung darzustellende Bildbereiche von anderen Körperteilen überdeckt werden, was eine diagnostische Auswertung der Aufnahme unmöglich macht.

2.1.2. Rechtliche Grundlagen und Ausbildung des Personals

Die rechtliche Grundlage für den Betrieb einer Röntgenanlage bildet die Röntgenverordnung (RöV), die 1973 erstmals in Kraft trat. Die RöV regelt den Strahlenschutz für alle Personen, die mit Röntgenstrahlen arbeiten, und gilt somit auch für den Tierarzt mit radiologischer Fachkunde.
Der Betrieb einer Röntgenanlage setzt einen Nachweis der Fach- und Sachkunde voraus. Im einfachsten Fall ist dies ein 24stündiger Strahlenschutzkurs [K. Hartung, 5]. Seit 2002 wird in der RöV zusätzlich eine praktische Erfahrung im Bereich der Strahlenkunde vorgeschrieben [RöV, 6]. Für Hilfspersonal sind so genannte Kenntniskurse zur Arbeit mit der Anlage Voraussetzung. Strahlenschutzverantwortlicher ist in der Regel der Betreiber der Anlage, also meist der Tierarzt selbst. Er ist auch für die sachgerechte Arbeitsweise aller mit der Anlage arbeitenden Personen verantwortlich.
Jedoch wird oft die unzureichende Ausbildung im Fach Radiologie während des Studiums der Veterinärmedizin bemängelt. *„So gibt es heute an den fünf tierärztlichen Bildungsstätten kein Röntgeninstitut und keinen Lehrstuhl für Röntgenologie* [K. Hartung, 7]*.“*

2.1.3. Radiologische Arbeitsweise in der Veterinärmedizin

Der wohl größte Unterschied bei der Anfertigung von Röntgenaufnahmen in der Veterinärmedizin im Vergleich zur Humanmedizin ergibt sich aus den Patienten selbst.

Tiere zeigen oft eine geringe Kooperativität und sind zum Teil widerspenstig [Schnitzlein, 8]. Um dennoch die zur Diagnostik benötigte Lagerung zu erreichen, wird der Patient so weit wie möglich in Position gebracht und muss vom Hilfspersonal fixiert werden. Das bedeutet, dass bei jeder Aufnahme 1-3 Personen anwesend sein müssen, um das Tier zu fixieren.
Im Praxis-Alltag hat sich herausgestellt, dass die Anwesenheit des Halters im Kontrollbereich beruhigend auf das Tier wirkt und die Arbeit erleichtert. Obwohl dies laut RöV nur in Ausnahmefällen vom Arzt genehmigt werden kann, gehört diese Vorgehensweise zur Regel.

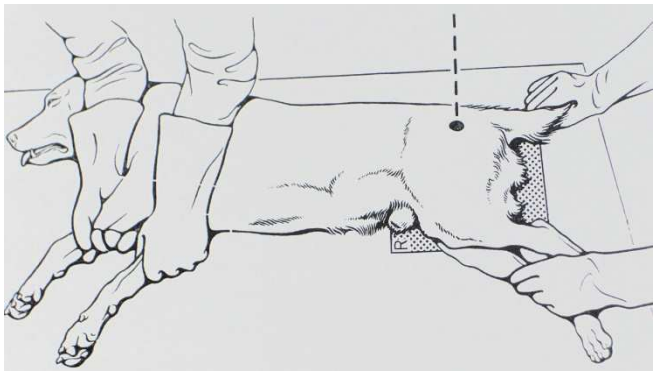


Abb.1: Hilfspersonal fixiert das Tier zur Aufnahme des Beckens lat.[H.Schebitz, 9]

Wehren sich vor allem größere Hunde gegen die meist unangenehmen Posen, können die Hände von Tierarzthelfern, die das Tier fixieren, leicht in den Primärstrahl gelangen. Neben der stark erhöhten Strahlenbelastung für das Personal kann dies auch eine Wiederholung der Aufnahme und damit laut RöV eine unnötige Strahlenexposition für Tier und Mensch bedeuten.

In der Bundesrepublik geschieht die Aufnahme im Normalfall nicht am narkotisierten Tier und bringt die oben angeführten Risiken mit sich. In den USA und Großbritannien hingegen wird eine Narkotisierung durchgeführt. Mit Bändern, Schaumstoffkeilen und Sandsäcken wird dort das Tier fixiert, sodass das Personal den Kontrollbereich zur Aufnahme verlassen kann.

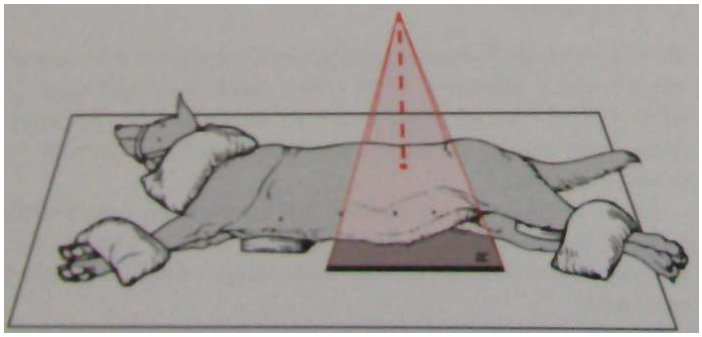


Abb. 2: Fixierung des narkotisierten Tiers durch Sandsäcke am Hals und den Extremitäten [H. Waibl, 11]

Als Problem wird in diesem Zusammenhang allerdings der Narkosetod, der häufig bei Katzen auftritt, genannt [Schnitzlein, 12].

Beim Anfertigen von Röntgenaufnahmen sind Bleischürze und Bleihandschuhe für das Hilfspersonal zwingend vorgeschrieben. Letzteres wird in der Praxis allerdings nicht immer umgesetzt. Das Fixieren der Tiere wird durch die dicken Schutzhandschuhe erschwert, da die fixierende Person in ihnen kein Gefühl hat.
Hartung berichtet, dass im Jahr 2000 bei 5% der eingesandten Röntgenaufnahmen Finger oder haltende Hände zu erkennen waren [K.

Hartung, 13]. Bei der Erstellung dieser Aufnahmen wurden also keine Bleihandschuhe getragen. Die Dunkelziffer liegt wohl deutlich höher. Bleihandschuhe sind nur zum Schutz vor Streustrahlung konzipiert und bieten daher keinen ausreichenden Schutz beim Griff in den Primärstrahl.



Abb. 3: HD-Röntgenaufnahme. Die Hände des Tierarztes sind vollständig abgebildet [K. Hartung, 14]



Abb. 4: Fixierung des Tiers ohne Schutzhandschuhe [15]

Für die Belichtungseinstellungen ist die Dicke des zu durchstrahlenden Materials (und in geringem Maße die Feldgröße bei kleinen Feldern (< 13 x 18 cm)) für die Wahl der kV und die resultierende mAs ausschlaggebend. In der veterinärmedizinischen Praxis hat sich lediglich eine recht grobe Einteilung der kV durchgesetzt.
So findet man in Fachliteratur oft nur die Angabe klein, mittel, groß und sehr groß [H. Waibl, 16]. Diese Einteilung stützt sich auf ungefähre

Gewichtsangaben, bei Hunden z.B.: 8kg, 15 kg, 30 kg und 45 kg. Auf Grund der Rassenvielfalt variiert die Dicke eines Körperteils jedoch unter Umständen extrem. Der Thorax eines 8 kg schweren Pugs (Mops) ist beispielsweise nicht vergleichbar mit dem eines gleich schweren Afghanischen Windhundes. Beachtet man, dass die Vergrößerung eines Objekts von 15 auf 18 cm Schichtdicke (Muskelmasse) eine Erhöhung um 3 Belichtungspunkte mit sich bringt, so scheint diese Einteilung erst recht ungenau. Differenziertere Belichtungstabellen mit Angabe der Masse des Tiers führen zu besseren Ergebnissen.
In der Radiologischen Bildgebung am Menschen hat sich der Einsatz von Belichtungsautomatiken weitgehend durchgesetzt. In der Tiermedizin ist diese Technik allerdings nur mit Einschränkungen einzusetzen. Um die ordnungsgemäße Funktion der Belichtungs-automatik zu gewährleisten, muss das zu röntgende Körperteil eine Mindestgröße aufweisen. Aus diesem Grund ist diese Technik bei kleinen Tieren und Aufnahmen der Gliedmaßen in der Kleintier-radiologie nicht möglich.

2.1.4. Technische Ausstattung

1978 liest man in der Fachliteratur: *„Es wäre verfehlt, wenn für eine Praxis mit einem geringen röntgendiagnostischen Aufkommen eine Großanlage angeschafft werden würde, die selbst in langen Jahren nicht zu amortisieren ist,...*[H. J. Ficus, 17]*.“* Im weiteren Text wird hier die Anschaffung von Einkessel-Einpuls Generatoren empfohlen,

wohingegen die Gruppe der Zweipulsgeneratoren dem anspruchsvollen Praktiker vorbehalten wird.
In den letzten 25 Jahren hat sich dieses Bild gewandelt. Zwar findet man heute noch Röntgengeräte mit geringer Leistung in den Praxen, doch dringen neue technologische Entwicklungen auch mehr und mehr auf den Markt der Kleintierradiologie vor.
Gleich mehrere Firmen bieten inzwischen Geräte an, die speziell auf die Anforderungen des Tierarztes zugeschnitten sind. Dabei steht vor allem die Größe und Handlichkeit des Gerätes im Vordergrund, da dem Veterinärmediziner oft nur wenig Platz in der Praxis zur Verfügung steht.

Eine Anlage mit geringer Leistung wird aber immer noch häufig als ausreichend angesehen. So werden oft Unterbelichtungen oder lange Belichtungszeiten in Kauf genommen, obwohl dies die medizinische Diagnostik teilweise unmöglich macht [K. Hartung, 18].
Gerade beim Umgang mit Tieren, ist die Expositionsdauer für die Bildqualität von hoher Bedeutung, da Tiere nur schwer ruhig zu stellen sind und es leicht zu Bewegungsunschärfen kommt. In der Praxis wird dieses Dilemma meist mit höheren Filmempfindlichkeiten umgangen. Bei höheren Empfindlichkeiten ist aber oft mit Schärfeeinbußen zu rechnen.

„Noch setzt die Mehrheit der radiologisch tätigen Tierärzte auf analoge Technologie [19]*.“* Doch die Benutzung der digitalen Technik, bringt auch für Veterinärmediziner deutliche Vorteile mit sich. Neben dem geringeren Platzbedarf, und der geringeren Anfälligkeit gegenüber

Einstellungsfehlern, ist die digitale Nachbearbeitung eine der interessantesten Neuerungen dieser Technik.
Der Trend zum Digitalen Workflow macht sich auch in der Tiermedizin bemerkbar [19].
Aus Handling- und Kostengründen sind vor allem Speicherfolien- (CR-) Systeme für die Kleintierradiologie interessant. Allerdings ist zu beachten, dass entgegen der landläufigen Meinung digitale Röntgentechnik nicht automatisch eine bessere Bildqualität liefert. Ähnlich wie beim analogen Röntgen sind auch hier in erster Linie die „radiologischen Fähigkeiten“ des Arztes entscheidend [19].
Neben der Röntgenanlage gehört natürlich die Strahlenschutzkleidung zur Standardausrüstung. Auf die teilweise nur mäßige Benutzung der Bleihandschuhe wurde bereits eingegangen. (siehe 2.1.3.)

Oft finden sich noch spezielle Lagerungshilfen im Röntgenraum. Neben Schaumgummikeilen sind dies so genannte Wiegen, welche die Lagerung der Tiere in Rückenlage erleichtern soll.

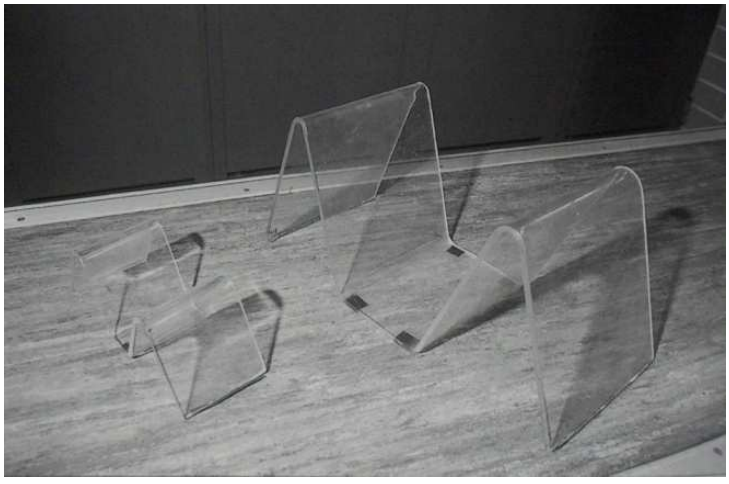


Abb. 5: Rückenhalterungen (Wiegen)

2.1.5. Probleme und Schlussfolgerung

Trotz vieler Anpassungen ist der Unterschied zwischen Human- und Veterinäradiologie deutlich zu erkennen. Die Anforderungen an die Kenntnisse des Personals wurden im Bereich des Strahlenschutzes und dem Umgang mit der Anlage zwar verbessert, jedoch kann die Ausbildung nicht mit derjenigen der Humanmedizin verglichen werden. Ebenso passt sich der technische Standard in Kleintierpraxen immer mehr dem in der Humanradiologie an. Neue Anlagen und Digitale Systeme halten Einzug in die veterinärmedizinische Diagnostik.

Aufholbedarf besteht im Bereich des Strahlenschutzes. Durch den Umgang mit Tieren werden Vorgaben der RöV ebenso vernachlässigt, wie eine exaktere Differenzierung der Einstellwerte.
Um Einstellwerte in Zukunft besser differenzieren zu können, wurden im Zuge dieser Arbeit Untersuchungen mit Belichtungstabellen der Tierhochschule Hannover und der Firma Gierth X-Ray international durchgeführt. Die genauen Abläufe werden im nächsten Kapitel beschrieben.

2.2. Untersuchungen an der Tierhochschule Hannover

„Belichtungstabellen aufzustellen stößt stets auf erhebliche Schwierigkeiten [H. J. Ficus, 20]*.“* Eine Vielzahl von verschiedenen Rassen macht es schwer, eine einheitliche Tabelle zu erstellen. In dieser Arbeit wurden Aufnahmeeinstellungen und Vorgehensweisen entwickelt, die Tierarzthelfern und Ärzten eine sachgemäße Aufnahmetechnik ermöglichen sollen. Das Vorgehen an der Tierhochschule und die Belichtungstabellen der Firma Gierth wurden dazu genauer untersucht und Aufnahmeparameter wurden dokumentiert.

2.2.1. Material und Methoden

Um möglichst viele Daten ermitteln zu können, ist es nötig, Messreihen in einer größeren Klinik mit einem großen Durchsatz von Patienten durchzuführen. Die Klinik für Kleintiere an der Tierhochschule in Hannover ist eine der angesehensten Einrichtungen dieser Art in Deutschland. Ihr hoher Bekanntheitsgrad verhilft ihr zu vielen Patienten und somit zu einer hohen Zahl von Röntgenaufnahmen.
1999 wurde hier ein Speicherfoliensystem der Firma Agfa eingeführt. Somit spiegelt sie exemplarisch die modern eingerichtete Kleintierpraxis von heute wieder.
Firma Gierth X-Ray ist eine der ersten Firmen, die mobile Röntgengeräte für die Veterinärmedizin entwickelte. Zu einer ihrer

Anlagen wurden zudem Aufnahmeempfehlungen für Kleintiere entwickelt.

2.2.1.1. Einrichtung in der Radiologischen Abteilung der Tierhochschule Hannover

In der Klinik wird eine Röntgenanlage der Firma Philips verwendet. Zur Stromerzeugung dient der Generator Optimus 50 mit 50 kW Leistung. Dieser erzeugt maximal 150 kV bei 2,33mA. Das passende Bedienpult ist im Vorraum untergebracht. Zur Strahlerzeugung wird eine Bucky Diagnost Röhre (SRO 2250) verwendet, die fest über dem Bucky Diagnost Table befestigt ist. Dieser verfügt über eine horizontal verschiebbare Tischplatte. Für Untertischaufnahmen wird die Kassette in der Lade fixiert. Im Tisch selbst ist ein Laufraster integriert. Alle Aufnahmen wurden mit einem Fokus-Film-Abstand (FFA) von 110 cm angefertigt. Das latente Bild wurde auf Speicherfolien des Typs CR MD 4.0 der Firma Agfa gespeichert und am Digitizer ausgelesen. Dies ist ein ADC Compact (Agfa-Diagnostic-Center) mit einer Abtastfrequenz von 6 Lp/mm und einer Bittiefe von 12 Bit. Zuvor wurden die Patientendaten, in der Identifizierungsstation (ADC-ID) auf den Speicherchip der Kassette kopiert. Es waren Kassetten in den Größen 18cm x 20cm, 24cm x 30cm und 35cm x 43cm vorhanden. Die Aufnahmen konnten an einem Solaris PC mit der Musica-Software betrachtet, bearbeitet und gedruckt werden. Dazu stand ein Laserdrucker (Agfa Scopix LR 5200) bereit.



Abb. 6a: Bucky Diagnost Tisch und Röntgenröhre



Abb. 6b: Identifizierungsstation (ADC-ID) und Digitizer (ADC Compact)



Abb. 6c: Laserdrucker (Scopix LR 5200)

2.2.1.2. Methode zur Prüfung vorhandener Werte

Im Zuge der Dissertation „Vergleichende Untersuchungen zur konventionellen und digitalen Radiographie bei Hund und Katze“ von Christine Ebermaier (1999) wurden Einstellwerte zu 36 typischen Aufnahmen in der Kleintierradiologie für die Tierhochschule Hannover erarbeitet. Im weiteren Klinikbetrieb wurden diese Werte vom Klinikpersonal verbessert und geändert.

Untersuchungen der Firma Gierth X-Ray international, bei der Markteinführung der Röntgenanlage Gierth HF80/15 plus ergaben ebenfalls eine Belichtungstabelle zu 22 typischen Röntgenuntersuchungen für Hund und Katze. Diese besitzt allerdings eine wesentliche gröbere Einteilung der Gewichtsklassen.

Beide Arbeiten dienten nun als Grundlage zur Erstellung einer konsolidierten Belichtungstabelle.
In einem ersten Schritt wurden dazu die vorhandenen Werte auf Konsistenz geprüft. Dabei sollten folgende Fragen im Detail geklärt werden:

- Folgt die kV-Erhöhung dem Massenzuwachs mit einer gestuft stetig steigenden Funktion?
- Folgt die Dosiserhöhung K_E dem Massenzuwachs mit einer gestuft stetig steigenden Funktion?
- Existieren große Sprünge der Dosiserhöhung?

2.2.1.2.1. Bewertung der Tabellen

Das Vorgehen zur Bearbeitung der Belichtungstabellen soll hier exemplarisch an wenigen Beispielen dargestellt werden.
Zur Überprüfung der Stetigkeit der kV(Masse)-Funktion wurden alle Werte in eine Excel-Datei importiert und visualisiert.

Dabei war festzustellen, dass bei den meisten gängigen Aufnahmen mit zunehmender Masse auch die kV angehoben wird.
Allerdings wurden etliche „Sprünge“ der kV-Erhöhung sichtbar. So wird die Röntgenröhrenspannung bei der Aufnahme zur BWS lat. um 2 Belichtungspunkte angehoben, obwohl die Masse nur um 1kg erhöht wurde.

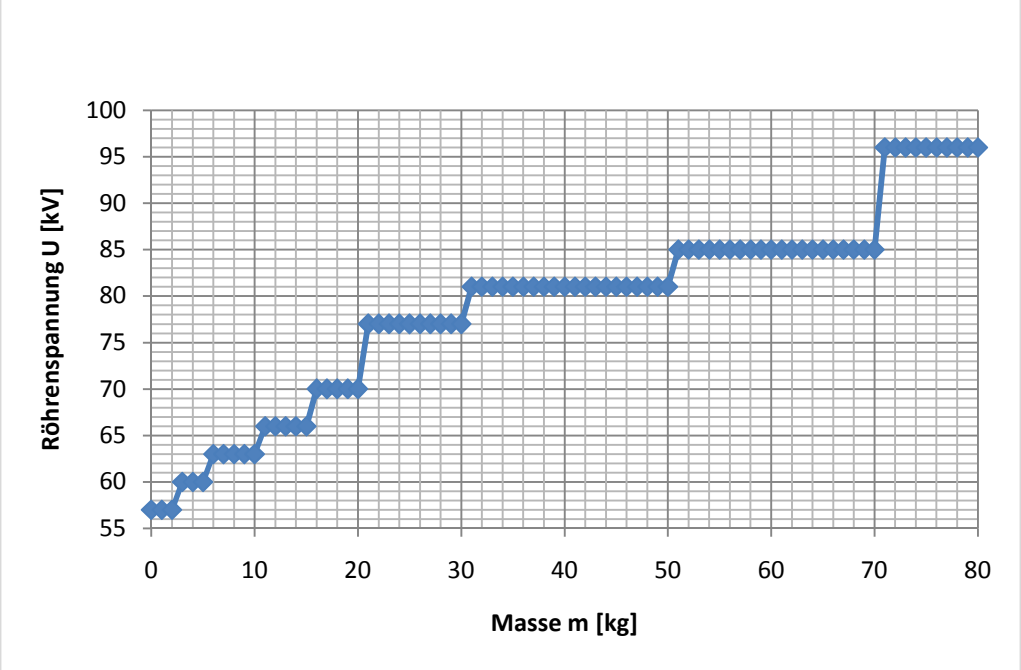
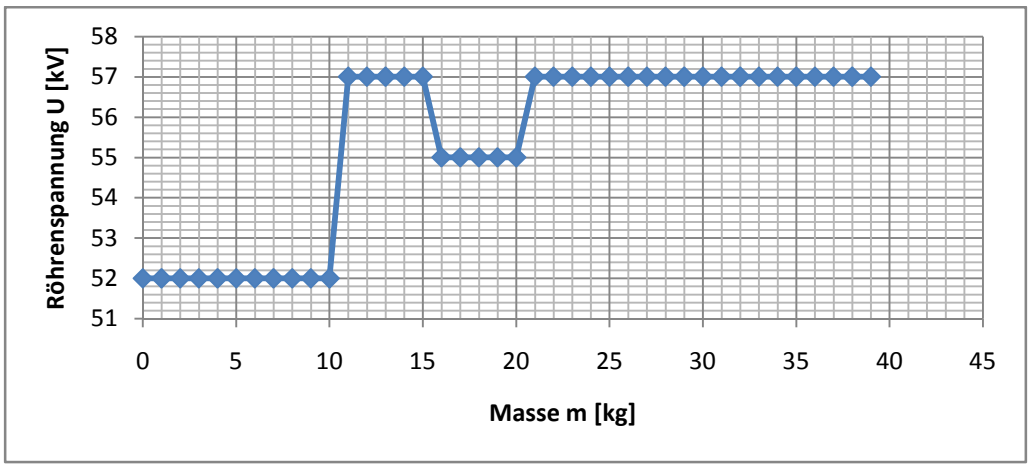


Abb. 7: Darstellung des Zusammenhangs von Tier-Masse m zu Röntgenröhrenspannung U am Beispiel einer Aufnahme der Brustwirbelsäule (BWS).

Bei 3 Körperregionen wurden allerdings Auffälligkeiten entdeckt. Die Einstellwerte von Becken, Kiefer lat. und Tibia Fibula lateral sind nicht stetig.



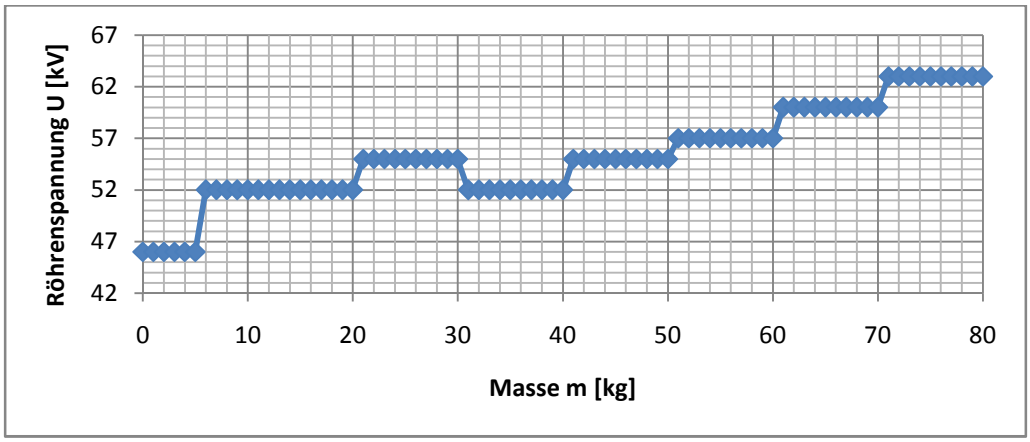


Abb. 8a,b : Abhängigkeit der Röhrenspannung U und Masse m bei der Aufnahme zu Kiefer lat.(a) und Radius Ulna lat.(b). Die Funktionen sind nicht stetig.

Um die stetige Erhöhung der Dosis zu überprüfen, mussten zunächst die KV- und mAs-Werte in Belichtungspunkte umgerechnet werden.

Dies geschah nach der Umrechnungstabelle, Seite 95 im Siemens Aufnahmehelfer.

kV	Punkte	mAs
	-1	0,8
40	0	1
41	1	1,25
42	2	1,6
44	3	2
46	4	2,5
48	5	3,5
50	6	4
52	7	5
55	8	6,3
57	9	8

kV	Punkte	mAs
60	10	10
63	11	12,5
66	12	16
70	13	20
73	14	25
77	15	32
81	16	40
85	17	50
90	18	63
96	19	80
102	20	100

Die Tabelle ergibt sich aus der Stufung der mAs nach folgender Gesetzmäßigkeit: Eine Erhöhung um einen Belichtungspunkt entspricht einer Multiplikation der mAs mit dem Faktor $10^{0,1}$ (ca. 26 % Dosis-zuwachs). Wird ein Dosisunterschied von einem Belichtungspunkt mit Hilfe der kV ausgeglichen, so ergeben sich die in der Tabelle beschriebenen Werte.
Jeder KV Wert entspricht also einem Belichtungspunktewert. Ebenso entspricht jeder mAs-Wert einem Punktewert. Werden nun die beiden Punktewerte addiert, so ergibt sich ein zur Dosis proportionaler Wert. Werden zum Beispiel 52kV und 6,3 mAs für eine Einstellung angegeben, so ergibt sich daraus 7 BP + 8 BP = 15 Belichtungspunkte.

Für die hier betrachteten Einstellwerte ergeben sich so größtenteils stetige Verläufe:

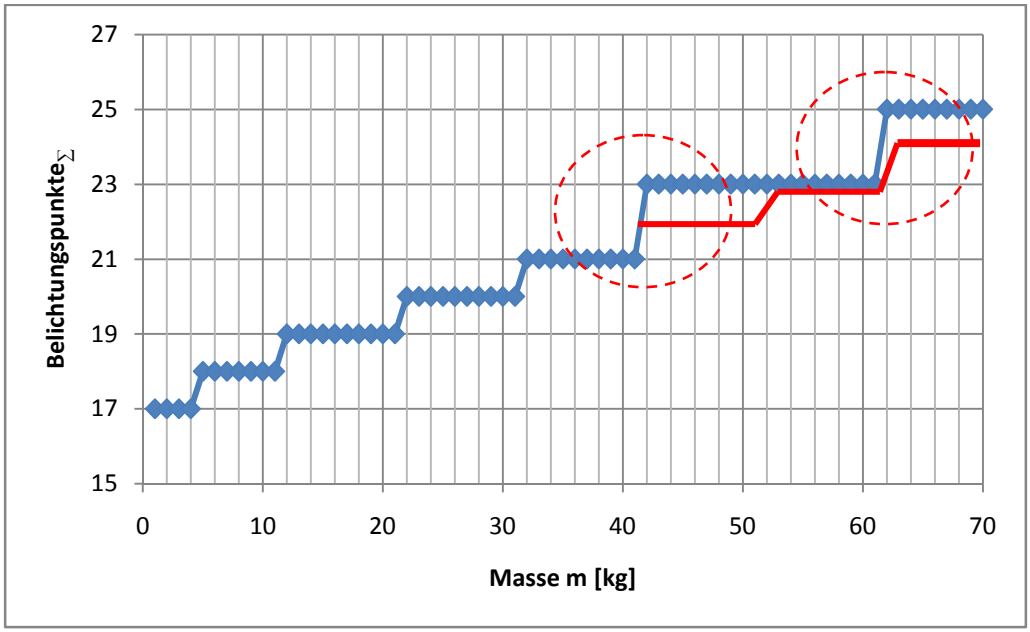


Abb. 9: Darstellung des Zusammenhangs von Tier-Masse m zu Belichtungspunkten am Beispiel einer Aufnahme des Thorax lateral (Werte der Tierhochschule Hannover). Der vermutete, korrigierte Verlauf ist rot eingezeichnet.

Allerdings sind auch hier deutliche Sprünge in der Dosis-Erhöhung sichtbar. So wird die Dosis beim Thorax lat. zweimal um 3 Belichtungspunkte angehoben, obwohl die Masse nur um 1kg erhöht wurde.

Bei Körperteilen, bei denen Werte absinken, das heißt, deren Funktion nicht stetig ist, wird die Dosis partiell mit ansteigender Masse verringert. Da dies nicht der Fall sein darf, mussten Belichtungsreihen zur Aufnahmeart Schulter lateral angepasst werden:

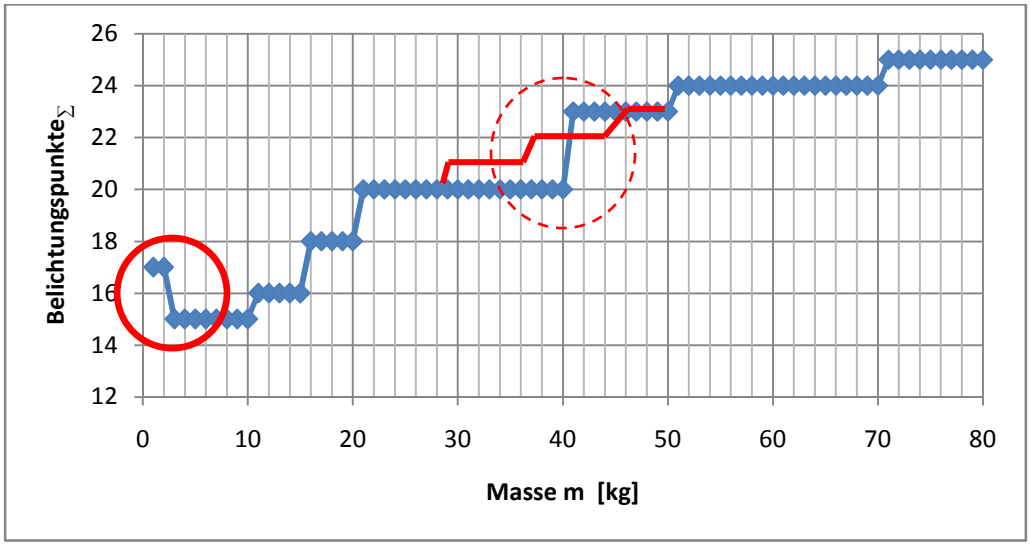


Abb. 10 : Abhängigkeit der Röhrenspannung U und Masse m bei der Aufnahme zum Schultergelenk lateral (Werte der Tierhochschule Hannover). Die Funktion ist nicht stetig und enthält große Sprünge. Der vermutete, korrigierte Verlauf ist rot eingezeichnet.

2.2.1.2.2. Ermittlung neuer Einstellwerte

In einem ersten Schritt zur Erstellung geeigneter Aufnahmeparameter wurden die Röhrenspannung U, das mAs-Produkt und die daraus resultierende Dosis in Belichtungspunkte umgerechnet. Dies geschah nach dem oben beschriebenen Verfahren.

Anpassung an die Aufnahmebedingungen

Beim Vergleich beider Belichtungstabellen fällt auf, dass Einstellwerte mitunter stark voneinander abweichen. Dies resultiert aus den verschiedenen Aufnahmebedingungen bei der Entwicklung dieser Tabellen. So ergibt sich aus einem kleineren Fokus-Film-Abstand nach

dem Abstandsquadratgesetz eine Verringerung der mAs. Ebenso führt die ständige Benutzung eines Rasters in Hannover zu einer teilweisen Erhöhung der mAs gegenüber den Werten der Firma Gierth. Auch muss man zwischen Über- und Untertischaufnahmen differenzieren und die unterschiedliche Empfindlichkeit des Detektors beachten.
Die nachfolgenden Abbildungen sollen dies verdeutlichen.

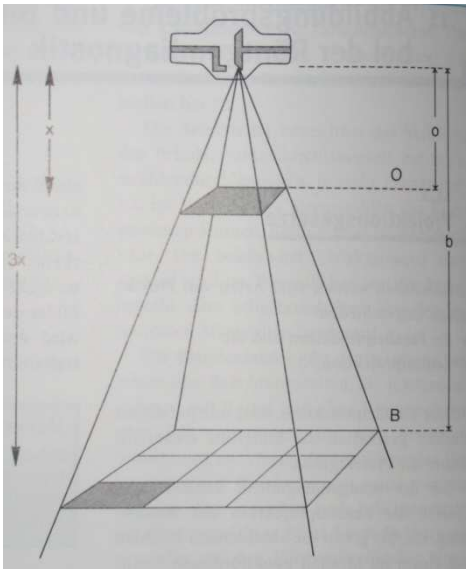


Abb. 11: Einfluss des FFA auf die Strahlenexposition (Abstandsquadrat-Gesetz [G. Goretzki, 21]

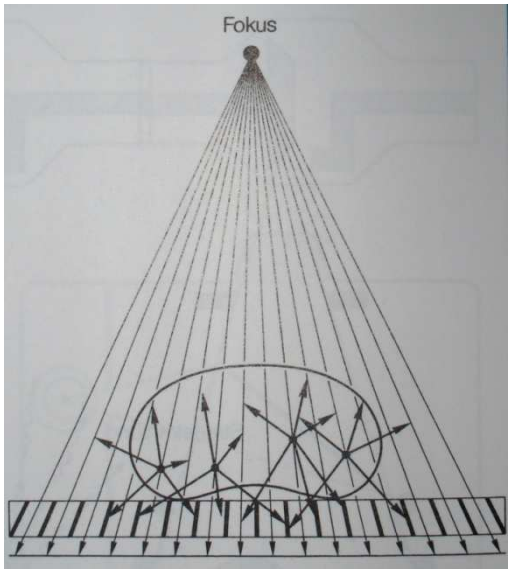


Abb. 12: Wirkungsweise eines Streustrahlenrasters [G. Goretzki, 22]

Für die Benutzung der jeweiligen Belichtungstabelle gelten folgende Annahmen:

	Klinik Hannover	**Fa. Gierth**
FFA [in cm]	110	75
Aufnahmen mit Raster [% aller Aufnahmen]	100	ca. 50
Detektortyp	Speicherfolien	Analoge Film-Folien-Systeme
Empfindlichkeit	Standardempfindlichkeit für Digitalsysteme	SC 400* (Herstellerangabe)

*Empfindlichkeitsklasse nach DIN 6867-3 [23]

Diese Unterschiede müssen nun berücksichtigt werden um beide Belichtungstabellen vergleichen zu können:
In einem ersten Schritt wurde der FFA der Belichtungstabelle der Firma Gierth (75 cm) an den FFA, der in Hannover verwendeten Anlage (110 cm) angepasst. *„Zur Erzielung gleicher Schwärzung* (Dosis K_B) *verhalten sich die mAs-Produkte wie die Quadrate der Entfernungen [R. Janker, 24].“* In unserem Fall bedeutet dies:

$$\frac{mAs_{100}}{mAs_{70}} = \frac{110^2}{75^2}$$

$$\Longrightarrow \quad mAs_{100} = \left(\frac{110^2}{75^2}\right) * \mathrm{mAs}_{70}$$

$$\Longrightarrow \quad mAs_{100} = 2{,}15 * \mathrm{mAs}_{70}$$

Es ergibt sich also eine Erhöhung der mAs um den Faktor 2,15, bzw. eine Erhöhung um 3 Belichtungspunkte.

Die mAs-Erhöhung durch das Raster wird durch den Buckyfaktor bestimmt. Um Aufnahmeparameter, welche ein 8/40-Raster vorsehen, an Einstellwerte, die kein Raster vorsehen anzupassen, müssen 4 Belichtungspunkte vom vorhandenen Wert subtrahiert werden. Es gilt also: $BP_{\sum(kein\ Raster)} = BP_{\sum(Raster)} - 4$

Da unterschiedliche Systemempfindlichkeiten, sowie die Variation von Über- und Untertischaufnahmen auszugleichen waren, wurden zudem die Belichtungswerte der Firma Gierth um einen weiteren Belichtungspunkt erhöht. Es ergibt sich also:

$BP_{\sum(FFA=110cm;\ digital)} = BP_{\sum(Gierth\ (FFA=75cm)} + 4$

Folgende Tabelle zum Schultergelenk ap. soll die Anpassung exemplarisch veranschaulichen:

Masse	BP_U(kV) Hannover	BP(mAs) Hannover	$BP_\sum$ Hannover (~Dosis)	Angepasste $BP_\sum$ Hannover	BP_U (kV) Fa. Gierth	BP (mAs) Fa. Gierth	$BP_\sum$ Fa. Gierth (~Dosis)	Angepasste $BP_\sum$ Fa. Gierth
8	8	9	17	17 - 4	9	2	11	11+4
14*	9	9	18	18	10	5	15	15+4
30*	12	10	22	22	12	5	17	17+4

*Einstellwerte beider Tabellen beziehen sich auf Aufnahmen mit Raster

Abb. 13: Tabelle zur Anpassung der Belichtungspunktewerte aus Hannover und der Fa. Gierth.

Logarithmierte Darstellung

Aus dem Massen-Schwächungsgesetz geht hervor, dass Masse m und Belichtungsparameter (kV, mAs) in einer logarithmischen Beziehung stehen. Deshalb werden im Folgenden alle Diagramme halb-logarithmisch dargestellt. Bei der Betrachtung der Funktionen

kV- Belichtungspunkte (BP_U) gegen logarithmierte Masse (log(m)) und Summen-Belichtungspunkte ($BP_\sum$) gegen logarithmierte Masse können so lineare Graphen erwartet werden.

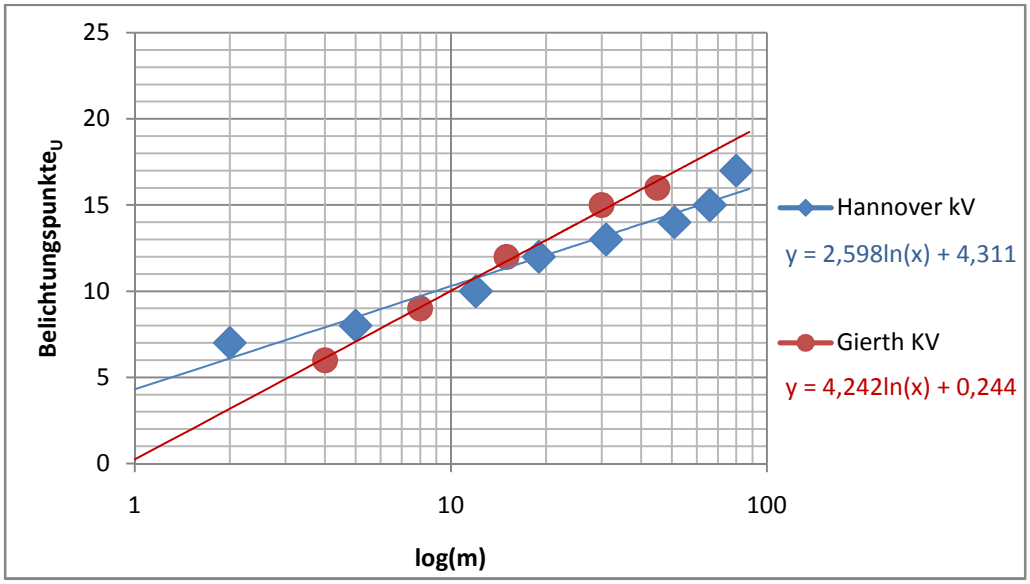


Abb. 14: Logarithmische Näherung der kV-Belichtungspunkte zu log(m) für die Werte der Tierhochschule und Firma Gierth am Beispiel des Thorax lat.

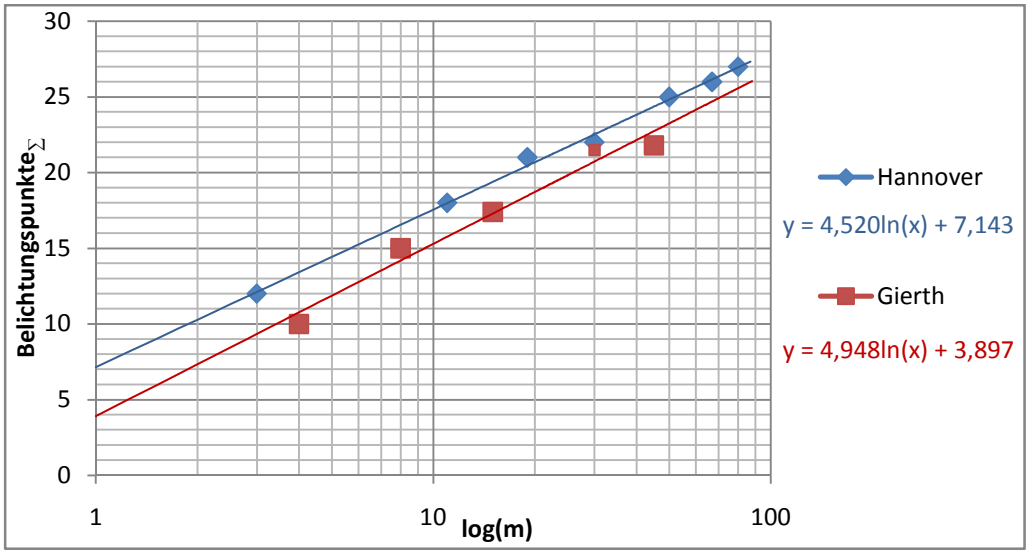


Abb. 15: Logarithmische Näherung der ∑-Belichtungspunkte zu log(m) für die Werte der Tierhochschule und Firma Gierth am Beispiel des Thorax lat.

Berechnung neuer Belichtungswerte

Bei dieser Darstellung fielen auffällige „Ausreißer“ ins Auge, also Werte, die deutlich von einer linearen bzw. logarithmischen Beziehung abwichen. Diese Werte wurden korrigiert oder bei weiteren Berechnungen nicht mehr berücksichtigt.
Die Belichtungspunkte wurden nun durch eine logarithmische Verlaufsfunktion angenähert. Es resultierten zwei „Geraden“, jeweils eine zu den Werten der Fa. Gierth und eine zu den Werten der Tierhochschule Hannover.

Um eine möglichst allgemeingültige Beziehung zu erstellen, musste eine Mittelung der beiden Graphen durchgeführt werden. Dazu wurden aus den Verlaufsfunktionen $BP_{U_{Hannover}}(m)$ und $BP_{U_{FaGierth}}(m)$ sowie $BP_{\sum_{Hannover}}(m)$ und $BP_{\sum_{FaGierth}}(m)$ Mittelwertfunktionen gebildet.
Bei der Ermittlung der Röntgenröhrungsspannungswerte zur Aufnahme der Schulter ap. wurden folgende Funktionen berechnet:

$$BP_{U_{Hannover}}(m) = 3{,}936 * ln(m) - 0{,}422$$

$$BP_{U_{FaGierth}}(m) = 2{,}771 * ln(m) + 2{,}584$$

$$\Longrightarrow BP_{\overline{U}}(m) = 3{,}3535 * ln(m) + 1{,}081$$

(Mittelwertfunktion der Röntgenröhrenspannung)

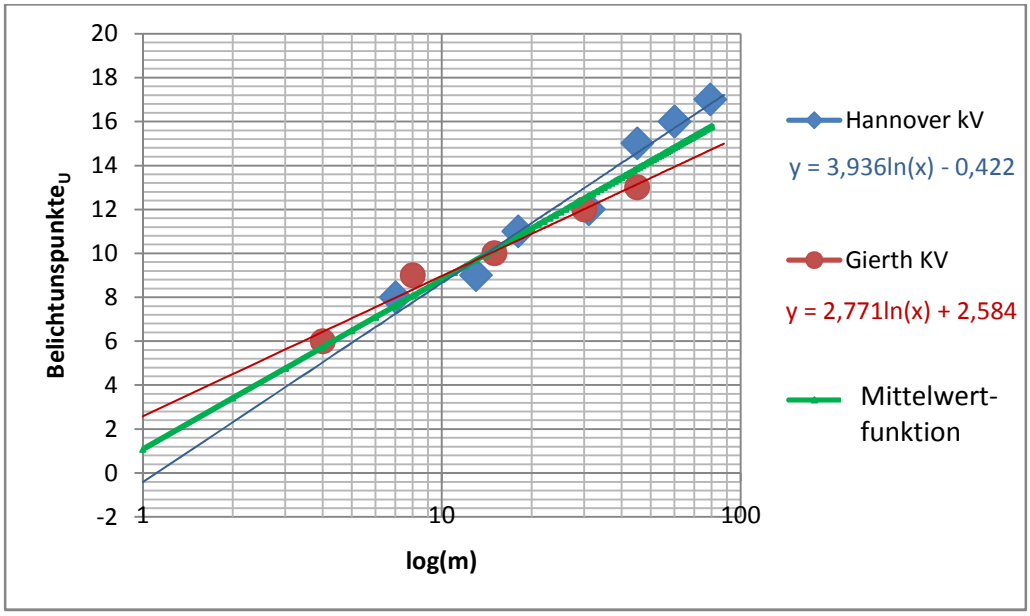


Abb. 16: Mittelwertfunktion (grün) der kV-Belichtungspunkte zu log(m) der Werte der Tierhochschule und Firma Gierth am Beispiel des Schultergelenks ap..

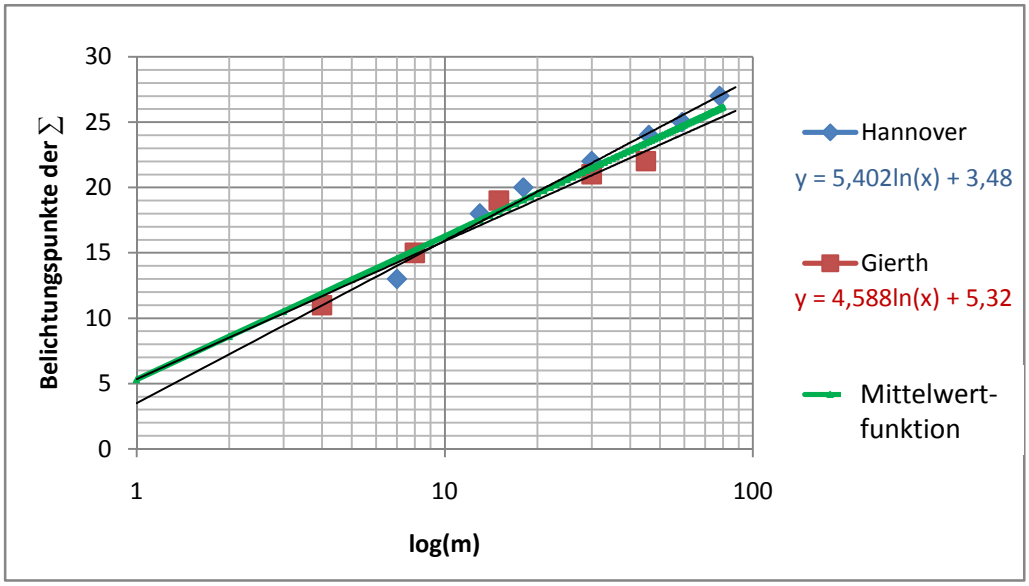


Abb. 17: Mittelwertfunktion (grün) der ∑-Belichtungspunkte zu log(m) der Werte der Tierhochschule und Firma Gierth am Beispiel des Schultergelenks ap..

Mit Hilfe dieser Funktionen ist es nun möglich, durch einfaches Einsetzen der Masse die Belichtungspunkte der Spannung U und der Dosis (~∑) zu berechnen. Die Differenz von Summenbelichtungs-punkten und Spannungsbelichtungspunkten ergibt den Belichtungspunktewert der resultierenden mAs. Zum Schluss werden die Punktewerte wieder in die Einheit kV und mAs transformiert.

Für Schulter ap. gilt demnach:
$BP_{\bar{U}}(m) = 3{,}3535 * ln(m) + 1{,}081$
und $BP_{\bar{\sum}}(m) = 4{,}7575 * ln(m) + 5{,}3$

Es ist also:
$BP_{\bar{U}}(10) \cong 8{,}803$; $BP_{\bar{U}}(20) \cong 11{,}127$; $BP_{\bar{U}}(30) \cong 12{,}487$
und
$BP_{\bar{\sum}}(10) \cong 16{,}255$; $BP_{\bar{\sum}}(20) \cong 19{,}55$; $BP_{\bar{\sum}}(30) \cong 21{,}48$

Somit ist:

Masse [kg]	$\boldsymbol{BP_{\bar{U}}}$	$\boldsymbol{BP_{\bar{\sum}}}$	$\boldsymbol{BP_{mAS}}$	**U [kV]**	**mAs**
10	~ 9	~ 16	7	57	5
20	~ 11	~ 20	9	63	6,3
30	~ 12	~ 21	9	66	8

Es ergeben sich neue „Masse“-Intervalle aus der Änderung der kV und der mAs. Das heißt, sobald sich mit ansteigender Masse ein Belichtungswert ändert, muss eine neue Stufe bestimmt werden.

Auffällig ist, dass mit steigendem Gewicht des Tiers die Intervalle tendenziell breiter werden. Bei diesem Verfahren resultieren teilweise Stufen, die nur 1 kg breit sind. Da dies für die praktische Anwendung allerdings eine sehr feine Einteilung wäre, wurde die kV dieser Werte angehoben. Digitale Systeme (von denen hier ausgegangen wird) können diese geringe Überbelichtung gut ausgleichen.

kV Punkte	mAs Punkte	kV	mAs
1	4	46	3,5
3	5	46	3,5
5	6	46	3,5
6	6	50	4
6	6	50	4
7	7	55	5
8	7	55	5
8	7	55	5
8	7	55	5
9	7	57	5
9	8	57	6,3
9	8	57	6,3
10	8	60	6,3
10	8	60	6,3
10	8	60	6,3
10	8	60	6,3
11	8	63	6,3
11	8	63	6,3
11	8	63	6,3
11	8	63	6,3
11	8	63	6,3
11	9	66	8

Abb. 18: Tabelle mit errechneten und tatsächlichen Einstellwerte am Beispiel des Schultergelenks ap.. Verschiedene Farbstufen markieren kV-, mAs- und kombinierte Intervalle. Gelb unterlegte Werte wurden nach oben korrigiert.

2.2.1.3. Ergebnisse

Aus der Bearbeitung der vorhandenen Tabellen der Tierhochschule und der Firma Gierth, entstand eine neue Belichtungstabelle. Diese resultiert nicht aus Erfahrungswerten, sondern hat eine eindeutig mathematisch-physikalische Grundlage. Zudem wächst die Dosiserhöhung konstanter mit der Masse an. Grobe Sprünge von mehr als 2 Belichtungspunkten wurden eliminiert. Ebenso folgen die einzelnen Gewichtsintervalle nun aus den angestellten Berechnungen und nicht aus einer groben Einteilung der Masse. Alle erarbeiteten Werte beziehen sich auf ein digitales Speicherfoliensystem mit einem FFA vom 110 cm und der Benutzung eines Rasters für größere Objekte. Einstellwerte für 18 Aufnahmen befinden sich im Anhang an diese Arbeit.

Fehlerabschätzung

Bei der Erstellung der neuen Belichtungstabelle, wurden mehrere Näherungen durchgeführt.

Die Vergrößerung des FFA wurde mit 3 BP’s bewertet. Exakt wäre eine Multiplikation der mAs mit dem Faktor 2,15. Aufgrund der Stufung der mAs (laut ISO), musste diese Differenz akzeptiert werden. Die Anpassung der Systemempfindlichkeiten folgte aus Produkt-kenntnissen und Datenblättern.

Die Approximation der Belichtungswerte durch eine logarithmische Funktion geschah mit einer Abweichung von in der Regel einem, gelegentlich zwei Belichtungspunkten. Dies ist bei digitalen, sowie analogen Systemen mit den Anforderungen an gute Bildqualität

vertretbar. Ergaben sich Intervallbreiten von 1 kg bis 2 kg, so wurden Belichtungswerte im Sinne der einfacheren Handhabung der resultierenden Tabelle nach oben korrigiert.

Schlussfolgerung

Aufgrund der dargelegten Untersuchungen wurde eine Belichtungstabelle mit Anspruch auf physikalische Richtigkeit ermittelt. Um diese in der Praxis überprüfen zu können, müssen Langzeitstudien durchgeführt werden. So können eventuelle Unstimmigkeiten oder Systemanpassungen dokumentiert werden. Im Rahmen dieser Diplomarbeit war dies nicht möglich, da hier die Entwicklung des „Digitalen Aufnahmehelfers“ im Vordergrund stand.

2.2.1.4. Untersuchungen zur Korrelation von Schulterhöhe und mAs

Wie anfangs erwähnt, richten sich Belichtungstabellen in der Veterinärradiologie nach dem Gewicht des zu untersuchenden Tiers. Dabei hängt die Strahlhärte mit der ein Objekt durchstrahlt werden soll, maßgeblich von seiner Dicke und Zusammensetzung ab. Die Messung der Dicke bzw. des Umfangs eines jeden Tiers hat sich jedoch in der Praxis als zu umständlich und zeitintensiv erwiesen. Es stellt sich also die Frage, ob nicht ein anderes Maß existiert, welches den Körperbau eines Hundes (oder einer Katze) spezifiziert.
Gedrungene Hunde haben, bei einem relativ großen Gewicht, eine geringe Größe. Wohingegen Tiere mit derselben Masse, die größer sind, als schlank gelten. Sie sind also „schmaler“ und haben eine geringere Dicke. Die Größe eines Hundes sollte also ein brauchbarer Parameter zur Feststellung des Körperbaus sein.
Im folgenden Kapitel wird deshalb der Einfluss der Schulterhöhe auf die Belichtungsparameter bei der Erstellung von Röntgenaufnahmen untersucht.

Methode:
Im Laufe von 2 Wochen wurden 171 Aufnahmen von 72 Tieren angefertigt. Dabei wurden folgende Werte protokolliert:

- Masse des Tiers
- Schulterhöhe des Tiers
- Eingestellter kV-Wert
- Eingestellter mAs-Wert

- Dosisindikator (lgM-Wert)
- Körperteil / Organ

Versuchsaufbau:

Aufgrund des enormen Zeitdrucks und der oft verängstigten Tiere wurde darauf Wert gelegt den normalen Arbeitsablauf möglichst wenig zu stören. So wurde ein Zollstock mit deutlich markierter Skala an einer Wand befestigt, vor welcher der Hund normalerweise einige Sekunden still steht. Es war so möglich, auch die Körperhöhe von ängstlicheren Tieren zu bestimmen. Allerdings ist dabei mit starken Schwankungen und einem relativ großen Fehler der Messwerte zu rechnen. Deshalb wurden die Hunde im Normalfall vor der Aufnahme kurz vermessen. Dabei wurde der Zollstock an der vorderen Gliedmasse angesetzt und orthogonal zum Boden gehalten. So konnte die exakte Schulterhöhe ermittelt werden.

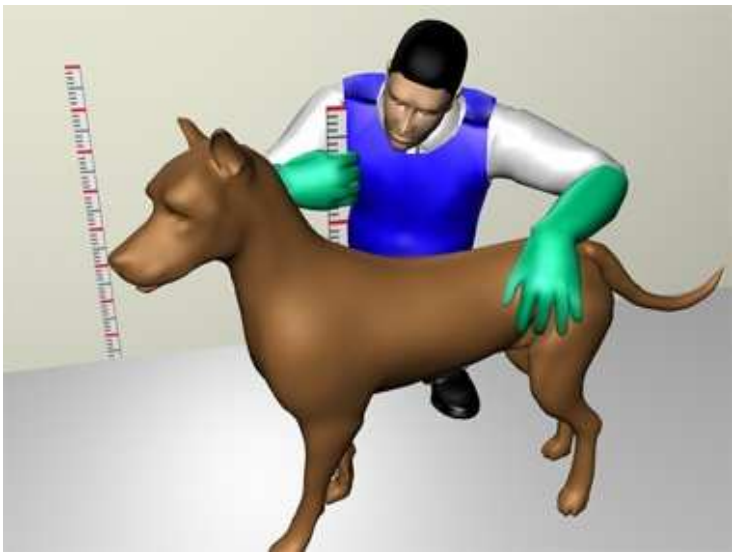


Abb. 19: CGI der Messung der Schulterhöhe beim Hund

Die Belichtungsparameter, Röntgenröhrenspannung U und das mAs-Produkt wurden am Generatorpult abgelesen und in angefertigte Tabellen übertragen. Dabei war darauf zu achten, dass die mAs-Angabe bei Benutzung der Belichtungsautomatik nur einige Sekunden angezeigt wurde.
Nach der Aufnahme und der Digitalisierung der Speicherfolien konnten im „Entwicklerraum“ mit Hilfe der Musica-Software die Röntgenbilder betrachtet und der Dosisindikator ausgelesen werden.
Das Gewicht der Hunde war auf dem Patientenblatt vermerkt und wurde hiervon übertragen.

Durchführung:
Die Untersuchungen fanden während des normalen Klinikbetriebs statt. Die Generatoreinstellungen wurden nach der oben beschriebenen Belichtungstabelle gewählt. Abdomen- und Thoraxaufnahmen wurden aber grundsätzlich mit der Belichtungsautomatik durchgeführt.

Es wurden Tabellen nach folgendem Muster erstellt:

NAME	GEWICHT	SCHULTER-HÖHE [cm]	KÖRPERTEIL / ORGAN	U [kV]	mAs	Dosis-indikator (LgM)	normierte mAs
Hund 1	24,8	51	Abdomen lat.	85	3,56	1,6	8,94
Hund 2	39	60	Abdomen lat.	85	3,56	1,6	8,94
Hund 3	41,8	62	Abdomen lat.	85	5,6	1,64	12,83
Hund 4	40	71	Abdomen lat.	85	4,02	1,64	9,21
Hund 5	32	42	Becken ap.	73	12,5	2,2	7,89
Hund 6	4,8	23	Becken ap.	52	8	1,9	10,07
Hund 7	26	59	BWS lat.	77	8	2,07	6,81
Hund 8	24	48	Ellenbogen ap.	60	8	2,2	5,05

Abb. 20: Muster der erstellten Messwerttabellen

Um die wirklich benötigte mAs zu beurteilen, mussten die ermittelten mAs-Werte normiert werden. Dies geschah mit Hilfe des Dosisindikators. *„Der Dosisindikator ist ein vom digitalen Bild-empfängersystem zu jedem Bild angegebener herstellerspezifischer Wert, der unter gleichen Aufnahmebedingungen mit der Bildempfänger-dosis korreliert* [K.-F. Kamm, 25]*.“* Im Fall der Firma Agfa ist dies der lgM-Wert (logarithmischer Median des Histogramms). Zur Berechnung des normierten Wertes gilt: $mAs_{normiert} = 10^{2-lgM} * mAs_{gemessen}$

Um nun eine Korrelation zwischen Schulterhöhe, Masse und mAs-Produkt nachzuweisen, wurden die Messreihen in kartesischen Koordinaten gegeneinander aufgetragen. Da es das Ziel war, aussagekräftige Schlussfolgerungen zu ermitteln, war eine möglichst hohe Zahl von Messungen nötig. So wurde die Auswertung auf die Aufnahmen des Thorax und des Abdomens reduziert. Trotz der Vielzahl von Tieren, die vermessen wurden, wurden deutlich zu wenig Werte für andere Körperregionen ermittelt.

2.2.1.5. Ergebnisse

Zur Untersuchung des Einflusses der Schulterhöhe wurden die Messdaten für die Aufnahmen zum Thorax lateral und Abdomen lateral visualisiert.

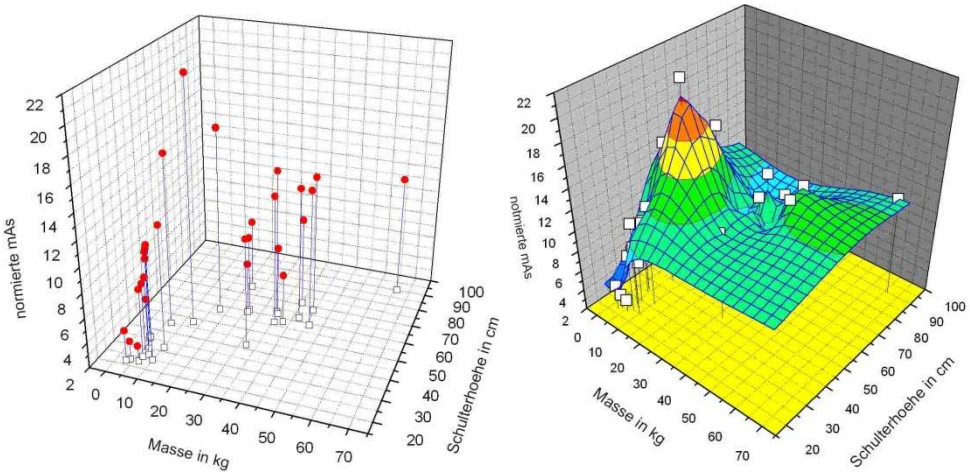


Abb. 21:Darstellung des Zusammenhangs von Tier-Masse m zur Schulterhöhe und normierter mAs am Beispiel der Aufnahme des Abdomens lateral.

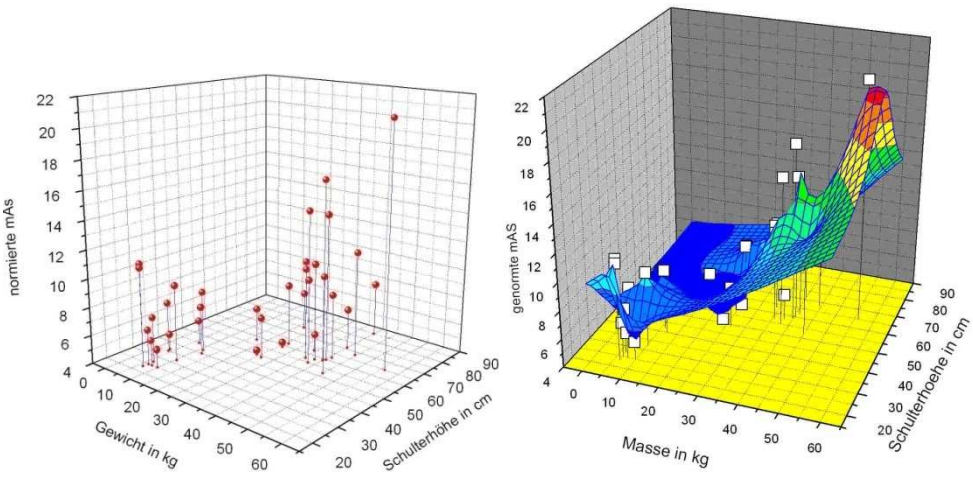


Abb. 22:Darstellung des Zusammenhangs von Tier-Masse m zur Schulterhöhe und normierter mAs am Beispiel der Aufnahme des Thorax lateral.

Hier ist zwar zu erkennen, dass eine Erhöhung der Schulterhöhe meist auch eine Erhöhung der mAs mit sich bringt, doch fehlen für differenziertere Aussagen Messwerte in Bereichen wie hohe Masse und kleiner Schulterhöhe.

Fehlerabschätzung

Bei der Erfassung der Schulterhöhe sollte ein Fehler von 2-3 cm angenommen werden. Insbesondere bei unruhigen Tieren war eine exakte Messung nur schwer möglich. Die Gewichtsmessungen fanden teilweise Wochen vor der radiologischen Untersuchung statt. Eine Überprüfung dieser Angabe konnte nicht bei jedem Tier erwartet werden. So ist auch hier mit einem halben Kilogramm Fehlertoleranz zu rechnen.

Schlussfolgerung

Es konnten erste Zusammenhänge zwischen Masse, Schulterhöhe und mAs bewiesen werden. Um jedoch präzisere Aussagen treffen zu können, sollten auch hier längere Studien mit deutlich mehr Messwerten in Betracht gezogen werden.

3. Erstellung des Digitalen Aufnahmehelfers

Ein Aufnahmehelfer *„wurde mit dem Ziel geschrieben, den Anwendern radiographischer Systeme auf Fragen aus der täglichen Arbeit eine rasche und möglichst einfache, aber exakte Antwort zu geben* [F. Buchmann, 26]*.“*
Nach diesem Leitsatz, aus dem Aufnahmehelfer der Firma Philips, soll hier eine Software entwickelt werden, die dem Benutzer eine schnelle Antwort auf Fragen der Praxis geben soll.
Die Entwicklung dieses Programms wird in den nächsten Kapiteln beschrieben.

3.1. Konzeption

Der digitale Aufnahmehelfer dient Studenten, Tierarzthelfern und Tierärzten als Anschauungs- und Lehrmaterial zur Radiologischen Bildgebung in der Veterinärmedizin. Im Zuge eines Kurses zur Erlangung der radiologischen Fachkenntnis kann dieses Programm eingesetzt werden und im Anschluss als Nachschlagewerk zur Vertiefung der erlangten Kenntnisse dienen. Ebenso soll es den an der Röntgenanlage arbeitenden Personen ermöglichen, schwierige oder seltene Aufnahmen noch einmal nachzuschlagen. Darüber hinaus können Neuerungen bei der Lagerungs- und Einstelltechnik durch dieses Programm erlernt werden.
Im Vergleich zu Fachbüchern, kann hier der Umgang mit der Anlage und dem Patienten auf multimediale Art vermittelt werden. Das heißt, neben Text und Grafiken werden noch andere Medien wie Film und Ton

eingesetzt. Eine interaktive Bedienoberfläche verbessert den Lernprozess und kann zudem weitere Informationen beinhalten. Die Option, dieses Programm nicht nur auf CD zu brennen, sondern auch online zu stellen, macht es außerdem möglich, es von jedem Internetanschluss der Welt aus aufzurufen.
Es beinhaltet Bilder zur Lagerungstechnik, Röntgenaufnahmen, Filme, und Belichtungstabellen, um dem Veterinärmediziner so die richtige Arbeit mit Tier und Röntgengerät näher zu bringen. Neben präzisen Beschreibungen der gängigsten Aufnahmen sind Verordnungstexte, ein kleines Lexikon und sonstige Erläuterungen integriert.
Um dies verwirklichen zu können, wurde eine Plattform benötigt, die ein hohes Maß an Multimedialität, Interaktivität und Benutzerfreundlichkeit bietet. Weiterhin sollte das Produkt systemunabhängig (Windows [I], Mac, Linux,...) nutzbar sein.
Die Wahl fiel somit auf eine Flash-basierte Anwendung. Layout und Ausgabeformat lassen großen Spielraum zu, während die Scriptsprache ActionScript ausreichende Möglichkeiten der Programmierung bietet. Zur Einbindung von Bildern und Bewegtbilder wurden allerdings noch weitere Applikationen benötigt. So wurden zur Bildbearbeitung Adobe Photoshop [II], zur Erstellung von 3D-Animationen und CG-Grafiken Autodesk Maya [III] und zur Effekt-Nachbearbeitung Adobe After Effects [IV] eingesetzt.

3.2. Das Programm

3.2.1. Material

Zur Erstellung kam die Entwicklersoftware Macromedia (inzwischen Adobe) Flash 8 Professional [V] zum Einsatz. Die Erarbeitung der ActionScripts fand in dem darin enthaltenen internen „Aktionen“-Editor statt.

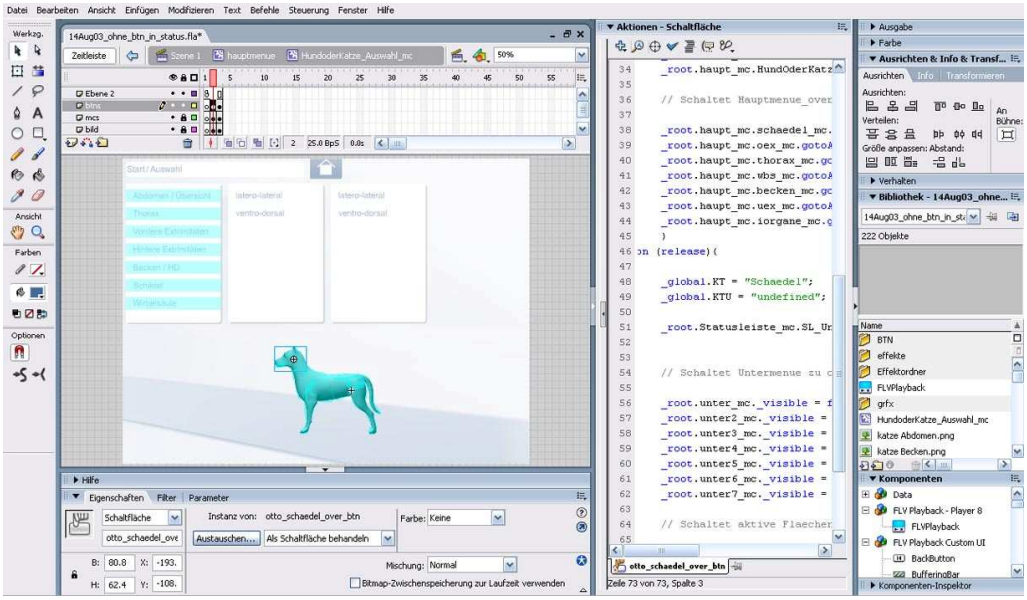


Abb. 23: Screenshot bei der Entwicklung des Programms in Macromedia Flash 8 prof.

Zur Kodierung der Videos wurde der Macromedia Flash 8 Video Encoder [VI] genutzt. Adobe Photoshop diente der Bearbeitung der integrierten Bilder und zur ersten digitalen Umsetzung von Designstudien.

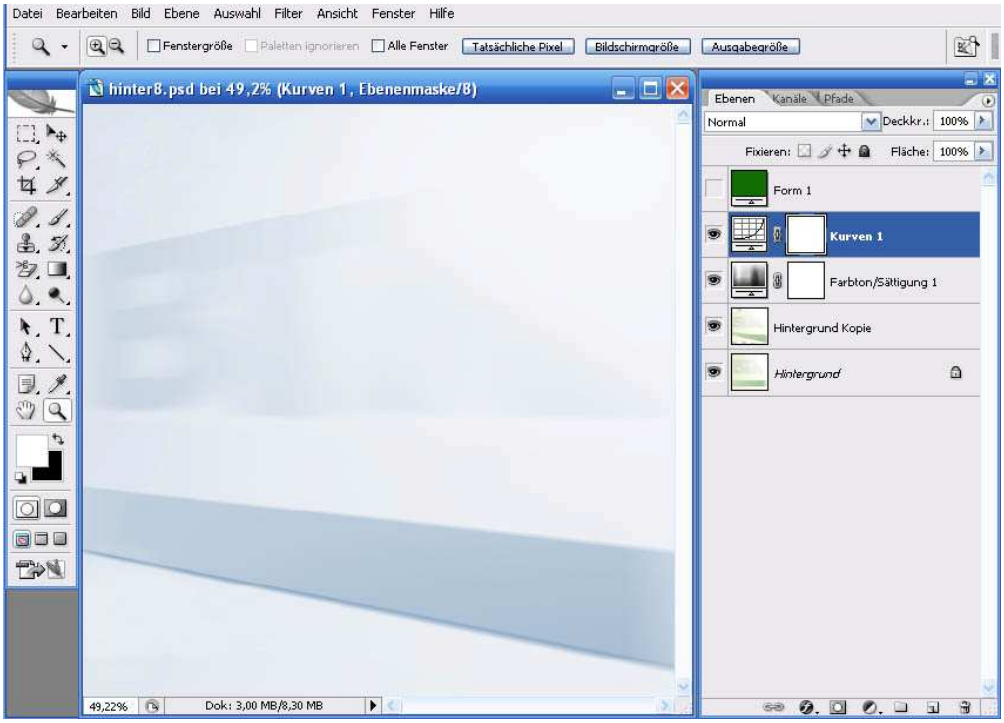


Abb. 24: Screenshot bei der Bearbeitung der Hintergrundgrafik in Adobe Photoshop

Wenn Schwierigkeiten bei der Programmierung auftraten, war zudem das Flash-Forum (www.flash-forum.de) eine große Hilfe.

3.2.2. Methoden

Das Userinterface:

Ziel war es, ein möglichst selbst erklärendes Interface zu entwickeln. Der Benutzer solle intuitiv handeln können. Da dies jeder Anweder anders tut, sollte es mehrere Wege geben, die gewünschte Information zu erhalten. In der Praxis bedeutet das: Egal was man anklickt, es sollte das Richtige passieren. Um dies umzusetzen, waren mehrere Tests mit Probanten nötig. In jedem Entwicklungsstadium wurde das Programm

auf Benutzerfreundlichkeit geprüft und Schwierigkeiten bei der Navigation korrigiert. Sollte ein Benutzer einmal gar nicht weiter kommen, so unterstützen Hilfe-Popups.

Struktur:

Folgendes Diagramm soll die Navigationsstruktur verdeutlichen:

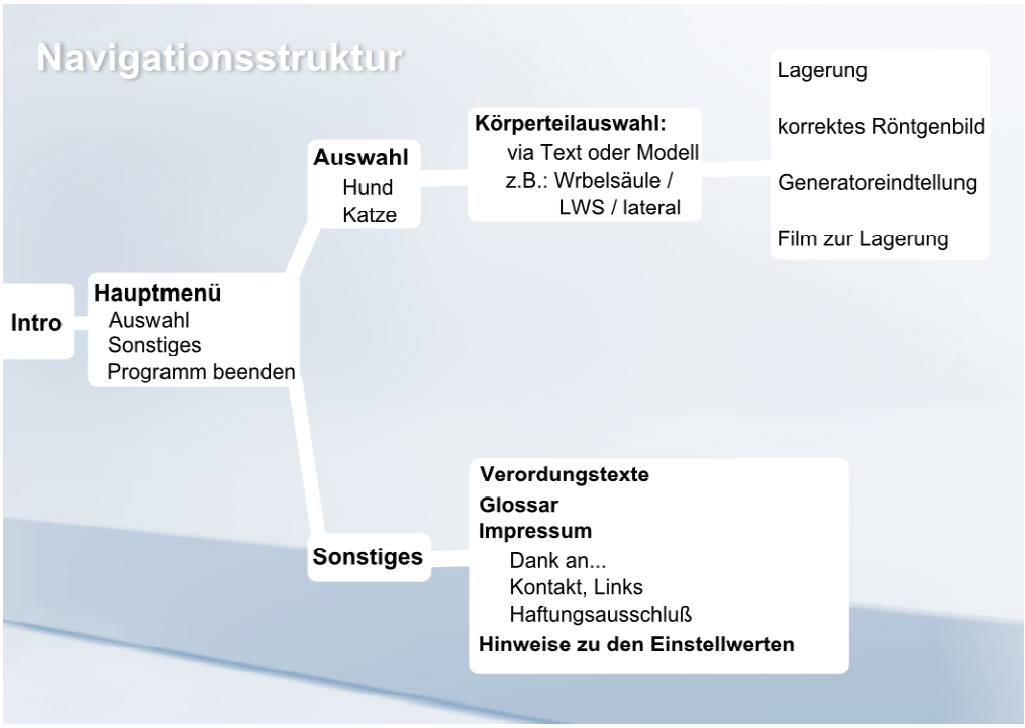


Abb. 25: Darstellung der Navigationsstruktur (Struktogramm) des „Digitalen Aufnahmehelfers“

Das Hauptmenu ist von jedem Punkt des Programms aus zu erreichen. So ist es möglich, vom Röntgenbild direkt zu den Verordnungstexten zu navigieren. Zudem wird ständig eine Statusleiste angezeigt, mit der es ähnlich wie bei diversen Websites möglich ist, schnell zum übergeordneten Punkt zu springen.

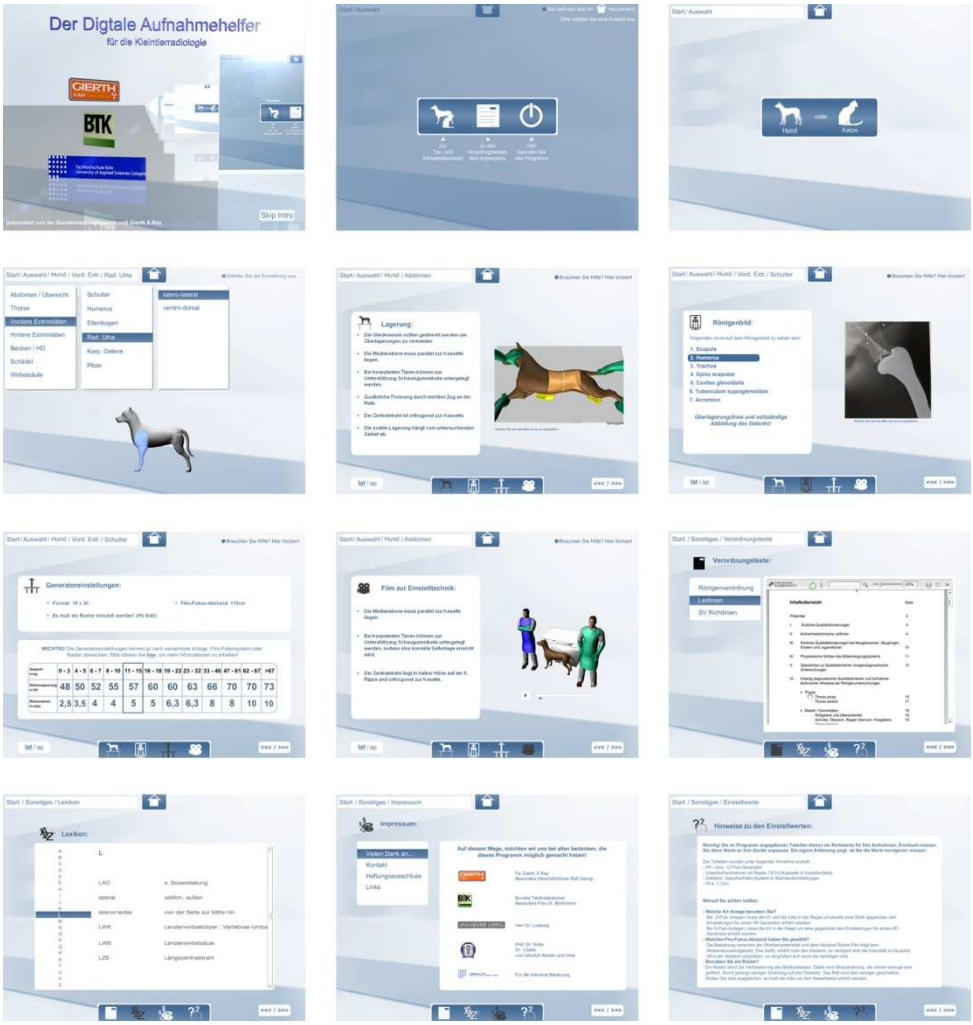


Abb. 26: Übersicht der einzelnen Seiten des „Digitalen Aufnahmehelfers“. Von links-oben nach rechts-unten: Intro, Hauptmenü, Auswahl (Tierart), Auswahl (Körperteil), Lagerung, Röntgenbild, Einstellwerte, Film, Verordnungstexte, Lexikon, Impressum und Hinweise zu den Einstellwerten.

Genaueres zur Navigation und Programmaufbau wird in der Bedienungsanleitung diskutiert.

Verzeichnis- und Datenstruktur:

Ständig werden neue Lagerungstechniken, bessere Geräte und neue Gesetze zum Umgang mit der Röntgenanlage erlassen. Es ist also vorteilhaft, wenn die Möglichkeit besteht, ohne großen Aufwand Neuerungen in das bestehende Programm zu integrieren, bzw. veraltete Empfehlungen zu korrigieren.
Um flexibel zu bleiben, ob das Programm später einmal als CD- oder Online-Version ausgespielt wird, wurde besonderen Wert auf das Splitting der Daten und deren Dateigröße gelegt. Eine Internetapplikation kann nur dann effektiv genutzt werden, wenn keine langen Downloadzeiten entstehen. Das bedeutet, es sollte immer nur die Information geladen werden, die auch wirklich benötigt wird.

Um diese Voraussetzungen zu erfüllen wurde folgende Datenstruktur entwickelt:
Das Programm wurde in 3 Hauptteile zerlegt. Start.swf, Inhalt.swf und Sonstiges.swf. Im Prinzip ist jede Datei für sich ein eigenständiges Programm.
Die Software wird mit Start.swf (bzw. Start.exe) gestartet. Innerhalb dieser Datei findet die Auswahl der Tierart, des Körperbereichs und der gewünschten Aufnahme statt. Je nach Einstellung werden dann globale Variabeln vergeben. Ist eine Auswahl getroffen, so wird die Datei Inhalt.swf geladen und die Auswahlparameter werden an diese übergeben. Jetzt lädt Inhalt.swf wiederum alle angeforderten Daten, wie Einstellungstexte, Lagerungsbilder, Röntgenbilder, Generatoreinstellungen und Filme zur Einstelltechnik.

Möchte der Benutzer keine Informationen zu einer bestimmten Aufnahme abrufen, sondern Verordnungstexte einsehen, so wird statt der Inhalt.swf die Datei Sonstiges.swf geladen.

Die folgende Abbildung zeigt die einzelnen Verzeichnisse mit den beinhalteten Dateien, die geladen werden können.

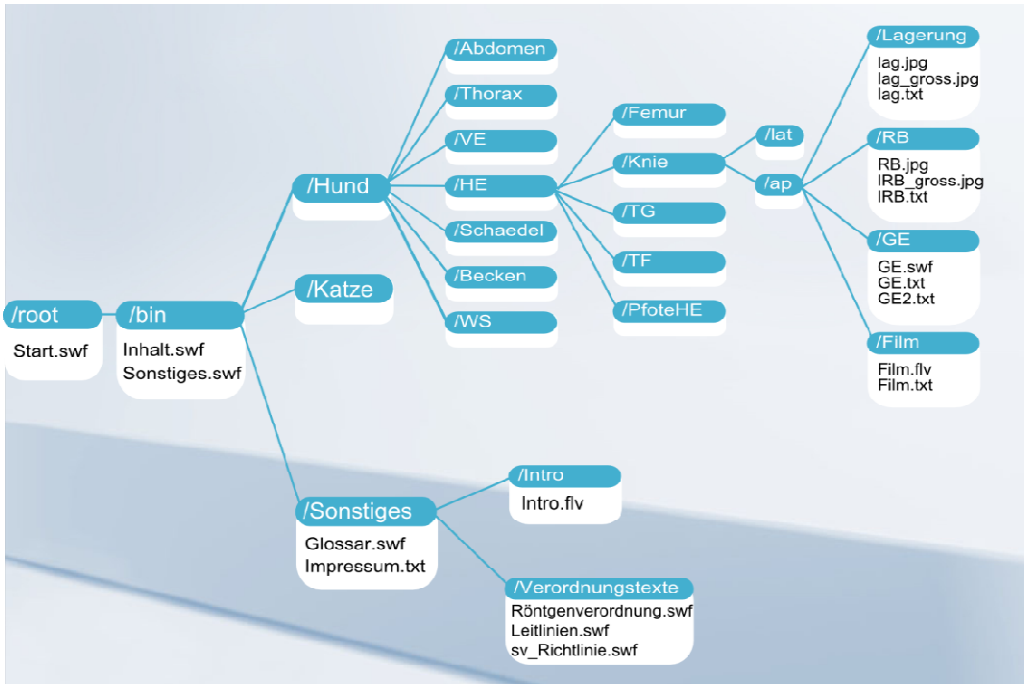


Abb. 27: Darstellung der Verzeichnis und Datenstruktur des „Digitalen Aufnahmehelfers“

Diese Dateistruktur macht es gewissenhaften Entwicklern leicht, Inhalte auf den neusten Stand zu bringen oder wenn nötig zu verbessern. Zum Beispiel können neue Verordnungstexte im Ordner \bin\Sonstiges\Verordnungstexte ausgetauscht werden. Zur

Verbesserung der Textes zur Lagerungstechnik beim Becken ap. kann die Textdatei lag.txt im Ordner \bin\Hund\VE\Schulter\ap\Lagerung geändert werden. Es ist also nicht nötig, mit Hilfe von Flash Dateien neu zu kompilieren.

3.3. Erstellung der Computeranimation

Inhalt des „Digitalen Aufnahmehelfers“ sind kurze Filme, welche dem Anwender exemplarisch den Umgang mit dem Patienten erläutern sollen. Jedoch wurde schnell klar, dass sich solche Filme bei der Arbeit mit Tieren auf konventionelle Art und Weise nicht ohne weiteres produzieren lassen. Es wären wohl mehrere Wochen nötig gewesen, adäquate Aufnahmen zu erstellen. Dies hätte eine Zumutung für die Tiere und Tierarzthelfer/-innen bedeutet und wäre wohl kaum während des normalen Klinikbetriebs möglich gewesen.
Deshalb wurden im Zuge dieser Arbeit 3D-Animationen entwickelt, welche die Lagerungstechniken visualisieren.
Grundsätzlich wurde dabei folgendes festgelegt:

- Es sollen 38 Bilder (Stills) und einige kurze Sequenzen zur Lagerung erstellt werden.
- Die Darstellungen werden auf die wichtigsten Merkmale reduziert um die Bilder möglichst übersichtlich zu halten.
- Alle wichtigen Handgriffe müssen dargestellt werden.
- Es besteht kein Anspruch auf eine realistische Darstellung

Programme:

Zur Entwicklung wurden unterschiedliche Programme eingesetzt. Das Modeling, Rigging und Rendering entstand mit Autodesk Maya 8.0, während zur Animation fast ausschließlich Autodesk MotionBuilder 7.5 [VII] genutzt wurde. Zudem wurde zum Sculpting Blender.org [VIII] und für die Effektnachbearbeitung Adobe After Effects eingesetzt.

Methoden:

Um erste Eindrücke zum Ablauf zu gewinnen, wurden vorab in der Tierhochschule Hannover Aufnahmen mit einer Canon XL1 (Mini-DV-Kamera) erstellt. Dabei wurde die Kamera fest aufgestellt und totale Einstellungen zu den gängigsten Aufnahmen in der Veterinärmedizin gefilmt. So konnten die Bewegungsabläufe genau analysiert werden. Im Atlas der Röntgenanatomie von H. Schebitz fanden sich zudem Illustrationen, die als gute Vorlage zur Lagerung der Tiere dienten. Im Folgenden wurden Storyboards erstellt.

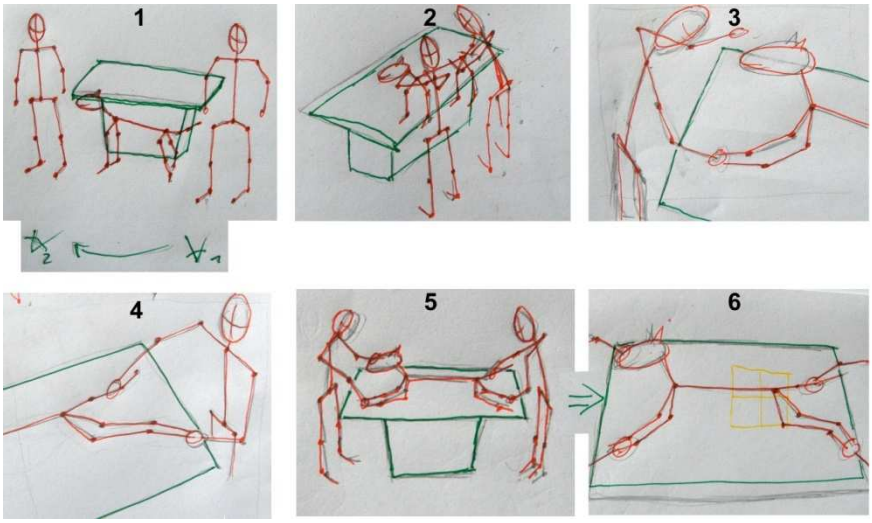


Abb. 28: Storyboard am Beispiel des Films zum Abdomen lateral

Diese dienen so als Grundlage der Animationen.

Um auf verschiedenste Schwierigkeiten bei der Erstellung der Animationen und dem Workflow aufmerksam zu werden, wurden so genannte Previsualisations erstellt. Im Prinzip ist dies nichts anderes als ein bewegtes Storyboard. Dabei wurden Low-Poly-Modelle geriggt, animiert und gerendert. Kamerapositionen und Bewegungsabläufe ließen sich so kontrollieren und anpassen. Überdies bestand die Möglichkeit, diese Filme von Medizinern auf Richtigkeit überprüfen zu lassen.

Modeling:

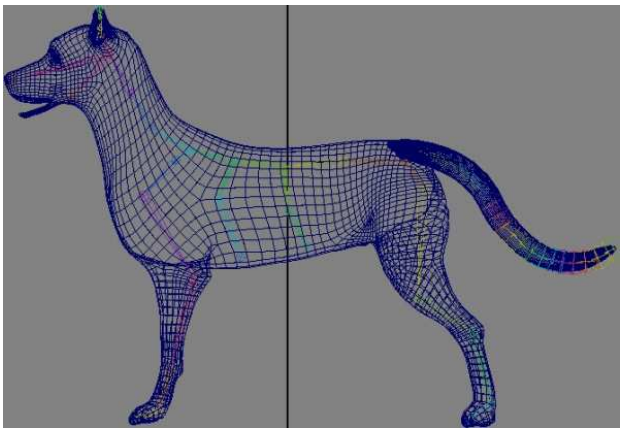
Folgende Modelle mussten erstellt werden:

- Hund
- Katze
- Tierarzthelfer (2 mal)
- Röntgentisch
- Schaumstoffkissen und Keile

Zur Modellierung der Charaktere wurde allerdings auf vorhandene Modelle zurückgegriffen. Diese wurden dann mit Hilfe des Sculpt-Tools des Programms Blender angepasst und verändert. Dieses Vorgehen ist zwar bei Artists nicht immer gut angesehen, aber heute eine gängige Methode bei der Erstellung organischer Objekte.
Bei der Modellierung der menschlichen Charaktere war zu beachten eine zutreffende Schutzkleidung zu entwerfen. Eine Bleischürze und Handschuhe wurden mit Autodesk Maya’s Cloth erarbeitet und als Mesh exportiert.

Rigging:

Bei der Platzierung und Benennung der Joints wurde darauf geachtet, dass diese den Vorgaben für MotionBuilder's FullBodyIK entsprachen. Körperteile, die weniger im Blickfeld der Kamera sein sollten, wurden nur mit den nötigsten Joints geriggt. Bei anderen Bereichen, wie den Händen der haltenden Personen wurde deutlich genauer differenziert. Zudem sollten zusätzliche „Auxilary-Joints" das Weighting (Wichtung einzelner Joints) vereinfachen und für natürlichere Verformungen sorgen. Außerdem wurden Joints für Ohren und Schwanz der Tiere eingefügt, sodass auch diese beweglich waren.



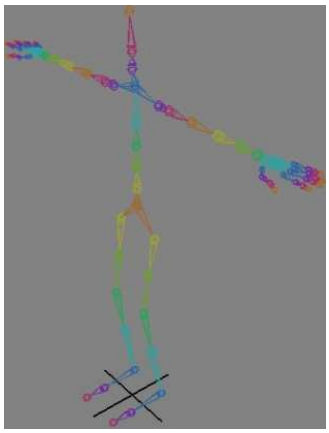


Abb. 29a: Screenshot aus Autodesk Maya. Hund-Mesh und Joints

Abb. 29b: Screenshot aus Autodesk Maya. Joint-Hierarchie der Person

Es stellte sich heraus, dass es nötig war, mehrere Rigs mit unterschiedlichem Weighting zu erstellen. So wurde z. B. bei Posen bei denen der Hund auf dem Rücken liegt ein anderes Modell verwendet, als bei Posen im seitlichen Liegen.

Stills (CGI‘s):

Durch die deutlich komfortablere Bearbeitung der geriggten Modelle in MotionBuilder wurden sämtliche Posen zur Erstellung der Bilder zur Lagerung mithilfe dieses Programms erstellt. Nachdem alle Charaktere und die Kamera positioniert waren, wurde die Datei wieder in Maya exportiert. Hier wurden letzte Korrekturen zum Material und Licht durchgeführt. Ein Mel-Skript für immer wiederkehrende Kommandos war dabei sehr hilfreich.

Animationen:

Neben einfacher Keyframe-Animation bot MotionBuilder mehrere andere Möglichkeiten der Bearbeitung an. So stellte sich das „Story-Window“ als geignetestes Werkzeug zur Animation heraus. Damit war es möglich, vorgefertigte Bewegungen zu importieren, auf ganz bestimmte Körperteile wirken zu lassen, deren Richtung zu ändern und mit Hilfe von Keyframes anzupassen.

Es wurde darauf geachtet, dass Bewegungsabläufe klar zu erkennen und nachzuvollziehen waren. Jedoch war es nicht das Ziel, eine vollkommen realistische Bewegung zu simulieren. Dies wäre in der zur Verfügung stehenden Zeit auch kaum möglich gewesen.

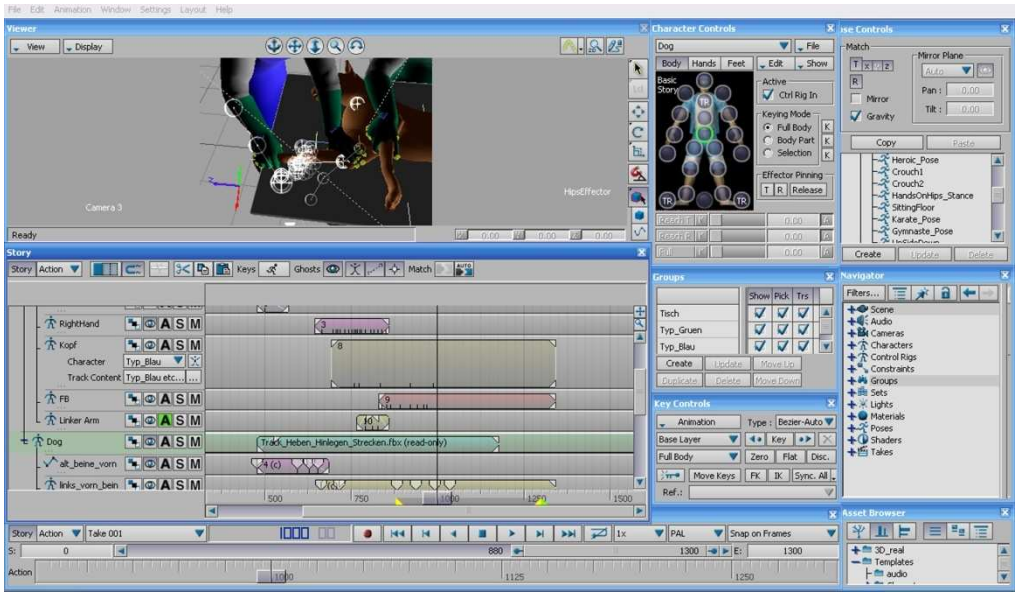


Abb. 30: Screenshot beim Animieren mit „Story“ und Autodesk MotionBuilder.

Rendering:

Eine Standard-Dreipunktausleuchtung war die Grundlage für das Lichtsetzen in allen Szenen. Zusätzliches Licht wurde nur da eingefügt, wo es nötig war. In der Regel konnte auf Shadow-Maps verzichtet werden, da diese zwar realistischere Effekte hervorriefen, allerdings der Übersichtlichkeit schadeten. Eine Ausnahme stellte die Darstellung des Lichtfeldes dar, da sie hier eine zusätzliche Information über die Lichtrichtung beinhalteten. Auch auf Raytracing-Effekte wurde wissentlich verzichtet.

Beim Rendern der Daten wurde auf den Maya-Software-Renderer zurückgegriffen. Die damit erzielten Ergebnisse waren mehr als ausreichend. Bei einer Auflösung von 436 x 327 Pixel und einem Anti-Aliasing von mittlerer Qualität betrug die Renderzeit für die Animationen

ca. 3 Sekunden. Für die Stills wurde ca. 8 Sekunden pro Bild benötigt, da hier eine Auflösung von 800 x 600 gefordert war und das Anti-Aliasing in hoher Qualität bessere Ergebnisse erzielte.
Abgespeichert wurden Targa-Files mit fortlaufender Nummerierung, die einen Alphakanal beinhalteten.

Nachbearbeitung:

Vor allem Lagerungsbilder mussten nachbearbeitet werden. Bei Bildern dieser Auflösung fielen kleinere Fehler und harte Kanten durch eine teilweise zu geringe Polygonzahl ins Auge. Diese konnten allerdings relativ leicht (Gaußscher-Weichzeichner-Filter) mit Adobe Photoshop ausgebessert werden.
Die Targa-Sequenzen mussten kaum nachbearbeitet werden. Schnitt, Überblendungseffekte und Titelerstellung erfolgte in Adobe After Effects.

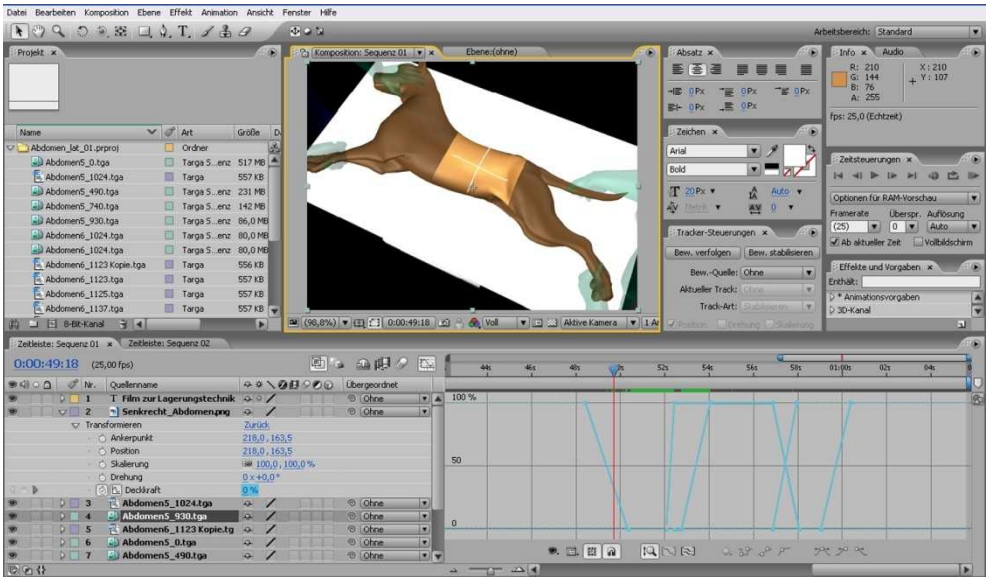


Abb. 31: Screenshot bei der Nachbearbeitung in Adobe After Effects

3.4. Ergebnisse

Es entstand ein leicht zu navigierendes Programm, welches dem Anwender schnell die gewünschten Informationen liefert. Mehrere Möglichkeiten der Navigation und interaktive Inhalte vermitteln ihm auf angenehme Art und Weise den richtigen Umgang mit dem Tier. Die Dateistruktur erlaubt es dabei, Entwicklern rasch Änderungen vorzunehmen, indem vorhandene Bilder oder Textdateien einfach ausgetauscht werden. Auch die Portierung in eine Online-Version ist möglich. Zahlreiche computergenerierte Bilder erläutern die Positionierung des Hundes / der Katze. Dabei wurde darauf geachtet, die Abbildung auf die wesentlichen Merkmale zu reduzieren. Ebenso entstanden kurze computeranimierte Sequenzen, welche die Bewegungsabläufe während einer Untersuchung darstellen. Diese sind deutlich übersichtlicher und leichter nachvollziehbar als real aufgenommenes Filmmaterial.

4. Diskussion / Schlussfolgerung

Um Strahlenschäden zu vermeiden, die Aufnahmequalität der Röntgenbilder zu verbessern und den Umgang mit der Röntgenanlage in der Veterinärmedizin zu erläutern, wurde im Rahmen dieser Arbeit ein „Digitaler Aufnahmehelfer“ entwickelt.
Dank der Zusammenarbeit mit der Tierhochschule Hannover, der Firma Gierth und der Bundestierärztekammer gelang es, ein Programm zu erstellen, dass dem zukünftigen und derzeitigen Personal eine Hilfe bei der Erlernung der richtigen Einstell- und Lagerungstechnik sein kann. Die erarbeiteten und in der Applikation integrierten Einstellwerte stellten sich als deutlich konsistenter dar als vorhandene Belichtungstabellen. Somit bilden sie gute Richtwerte für die Erstellung von Röntgen-aufnahmen in der Kleintierpraxis. Allerdings sollte darauf hingewiesen werden, dass diese Angaben sich immer auf ein bestimmtes angenommenes System (Generatortyp, FFA, Raster,...) beziehen. Dass der Benutzer des Digitalen Aufnahmehelfers eben genau dieses System vor sich hat, gilt als unwahrscheinlich und die Tabellen müssen also angepasst werden. Dies geschieht im Normalfall durch Anheben bzw. Absenken des mAs-Werts um einen, bzw. mehreren Belichtungs-punktewerte. Diese genau zu definieren, ist Aufgabe des untersuchenden Arztes.
Zudem wird in dieser Arbeit eine Methode aufgezeigt, mit deren Hilfe vorhandene Tabellen auf Richtigkeit überprüft und neue Belichtungs-tabellen erstellt werden können. Unstetigkeiten und große Sprünge der Dosiserhöhung können so beseitigt werden.

Im Rahmen dieser Arbeit bestand nicht die Möglichkeit die erarbeiteten Belichtungstabellen in der Praxis zu überprüfen. Eine Studie zur Überprüfung wäre wünschenswert.
Eine Korrelation von Schulterhöhe und Einstellwerten, kann ebenfalls nur durch eine Langzeitstudie erfasst werden. Erste Tendenzen ließen sich zwar erkennen, jedoch werden für sichere Schlussfolgerungen deutlich mehr Messwerte benötigt.
Die Produktion des Programms als Flash-basierte Anwendung ermöglichte das Erstellen eines benutzerfreundlichen Interfaces.
Durch die Fortschreitende Entwicklung im Bereich der Veterinärradiologie ist damit zu rechnen, dass gemachte Angaben veralten können und angepasst werden müssen. Die Möglichkeit dies mit geringem Aufwand zu tun, ist gegeben und die Methodik wurde beschrieben.
Um die medizinische Richtigkeit aller Angaben zu gewährleisten, wird das Programm von Radiologen und Medizinern geprüft.

Der „Digitale Aufnahmehelfer für die Kleintierradiologie“ ist so eine Ergänzung zu vorhandener Literatur und kann so zur Verbesserung der radiologischen Diagnostik dienen, denn
„grundsätzlich sollte man immer daran denken, dass eine gute und sichere Einarbeitung in das Gebiet der Röntgendiagnostik dem Untersuchenden stets neue Wege zur Erzielung befriedigender Ergebnisse öffnet und möglich werden lässt“ [H. J. Ficus, 27].

Literaturverzeichnis:

[1] Claudia Deient, Strahlenschutz in der Tiermedizin (2003)

[2] Röntgenverordnung, § 2c (2) (2002)

[3] K. Hartung, B. Tellheim, Der Weg zum guten Röntgenbild (2000) S. 147

[4] H. Waibl, Atlas der Röntgenanatomie des Hundes (2003), S. 14

[5] K. Hartung, B. Tellheim, Der Weg zum guten Röntgenbild (2000) S. 145

[6] Röntgenverordnung, § 18a (1) (2002)

[7] K. Hartung, B. Tellheim, Der Weg zum guten Röntgenbild (2000) S. 1

[8] W. Schnitzlein, Ein Beitrag zum Strahlenschutz des Röntgenpersonals in der Veterinärmedizin unter besonderer Berücksichtigung der Kleintiere (1959), S.15-18

[9] H. Schebitz, H. Wilkens, Atlas der Röntgenanatomie von Hund und Katze (1977), S. 62

[10] M. P. Weaver, H. Rudorf, Techniken zum strahlenschutzgerechten Röntgen von Kleintieren (1994), S. 73-76

[11] H. Waibl, Atlas der Röntgenanatomie des Hundes (2003), S. 12

[12] W. Schnitzlein, Ein Beitrag zum Strahlenschutz des Röntgenpersonals in der Veterinärmedizin unter besonderer Berücksichtigung der Kleintiere (1959), S.15-18

[13] K. Hartung, B. Tellheim, Der Weg zum guten Röntgenbild (2000) S. 124

[14] K. Hartung, B. Tellheim, Der Weg zum guten Röntgenbild (2000) S. 124

[15] http://www.kleintierklinik-hartmann.de/roentgen.html (20.08.2007)

[16] H. Waibl, Atlas der Röntgenanatomie des Hundes (2003), S. 15

[17] H. J. Ficus, Röntgendiagnostik in der Kleintierpraxis (1978), S. 15

[18] K. Hartung, B. Tellheim, Der Weg zum guten Röntgenbild (2000) S. 8

[19] http://www.vetline.de/vetservices/praxismanager/ /praxis_und_management/alterntive_digitales_roentgen.htm

[20] H. J. Ficus, Röntgendiagnostik in der Kleintierpraxis (1978), S. 105

[21] G. Goretzki, Medizinische Strahlenkunde (2004), S. 120

[22] G. Goretzki, Medizinische Strahlenkunde (2004), S. 116

[23] DIN 6867-3, Sensitometrie an Film-Folien-Systemen für die medizinische Radiographie - Teil 3

[24] R. Janker, Röntgenaufnahmetechnik 1 (1976), S. 139

[25] K.-F. Kamm, Dosisindikatoren in der Digitalen Radiographie (2006), S. 5

[26] F. Buchmann, Handbuch Radiographie (1996), S. 4

[27] H. J. Ficus, Röntgendiagnostik in der Kleintierpraxis (1978), S. 50

Verwendete Programme:

I. Microsoft Windows, © 1985-2001 Microsoft Corporation
http://www.microsoft.com

II. Adobe® Photoshop, © 1990-2003 Adobe Systems Incorporated
http://www.adobe.com

III. Autodesk® Maya®, © 1997-2007 Autodesk, Inc.
http://www.autodesk.com

IV. After Effects, © 1992-2003 Adobe Systems Incorporated
http://www.adobe.com

V. Macromedia® Flash® 8 Professional, © 1993-2005 Macromedia
http://www.adobe.com

VI. Macromedia® Flash® 8 Video Encoder
http://www.adobe.com

VII. Autodesk® MotionBuilder™, © 1994-2006 Autodesk, Inc.
http://www.autodesk.com

VIII. Blender 2.44, Blender Foundation, GNU General Public License
http://www.blender.org

Optional verwendbare Programme:

- Maxon Cinema 4D, http://www.maxon.net
- Pixologic Z-Brush, http://www.pixologic.com
- Adobe Premiere, http:// www.adobe.com
- Adobe Illustrator, http://www.adobe.com
- Inkscape, http://www.inkscape.org/
- Irfan View, http://www.irfanview.de/

Eidesstattliche Erklärung:

Ich versichere hiermit, die vorgelegte Arbeit in dem gemeldeten Zeitraum ohne fremde Hilfe verfasst und mich keiner anderen als der angegebenen Hilfsmittel und Quellen bedient zu haben.

Köln, den 30.08.2007

Christoph Roßgoderer

Anhang:

- Kleintier-Belichtungstabelle der Tierhochschule Hannover
- Kleintier-Belichtungstabelle der Firma Gierth X-Ray international
- Tabellen zur Erstellung neuer Einstellwerte
- Messwerte zur Untersuchung der Korrelation von Schulterhöhe und mAs
- Erstellte CGI‘s
- „*Der Digitale Aufnahmehelfer für die Kleintierradiologie*“ (CD und Bedienungsanleitung)

Kleintier-Belichtungstabelle der Tierhochschule Hannover

Hund und Katze

Gewicht (kg)	0 - 3	3 - 5	6 - 10	11 - 15	16 - 20	21 - 30	31 - 40	41 - 50	51 - 60	61 - 70	> 71
	Angegeben sind Röhrenspannung und Milliamperesekundenprodukt (kV/mAs):										
Schädel lat.	52/10	52/12	52/12	55/12	55/12	57/12	60/12	60/12	66/12	73/12	
ap.	55/10	55/12	55/12	57/12	57/12	60/12	63/12	66/12	70 66/12	77/12	
Nase lat.	50/8	52/10	52/10	55/10	55/10	57/10					
ap.	52/10	55/10	55/10	57/10	57/10	60/10					
Kiefer lat.	52/10	52/12	52/12	57/12	55/12	57/12	57/12	60/12	63/12	63/12	66/12
* ap.	55/10	55/12	55/12	57/12	57/12	60/12	60/12	63/12	66/12	66/12	70/12
Halsweichteile	50/8	50/8	50/8	55/10	60/10	66/10	66/10	70 66/10	73 66/10	77 66/10	77 70/10
HWS	52/5	55/6,3	60/8	63/8	66/8	66/8	70/8	70/8	73/10	77/10	81/10
BWS	57/8	60/8	63/10	66/8	70/8	77/8	81/10	81/10	85/10	85/10	96/12
LWS	57/8	60/8	63/10	66/10	73/10	73/10	81/10	81/10	85/10	90/10	96/12
Thorax lat.	52/8	55/8	60/8	60/8	66/8	70/8	70/8	73/8	73/8	77/8	81/10
ap.	55/8	57/8	63/8	63/8	70/8	73/8	81/8	85/8	85/12	85/12	85/12
Übersicht Abdomen	60/6,3	60/6,3	70/8	70/8	73/10	85/10	85/10	85/10	90/12	90/12	96/12
Becken	52/8	60/8	60/8	66/8	70/8	66/10	73/12	73/12	77/12	81/12	81/12
HL	50/8	55/8	60/8	63/8	66/8	70/8	70/10	73/10	77/10	81/12	90/12
Schwanz	46/5	46/5	46/5	46/5	46/5	46/5	46/6,3	46/6,3	48/6,3	48/6,3	48/8
Schulter lat.	50/12	52/6,3	52/6,3	55/6,3	60/6,3	63/8	63/8	73/8	77/8	77/8	81/8
ap.	52/12	55/8	55/8	57/8	63/8	66/10	66/10	77/8	81/8	81/8	85/10
Humerus lat.	50/5	52/5	55/5	57/5	57/5	60/6,3	60/6,3	63/6,3	63/6,3	66/8	70/8
ap.	52/5	55/5	57/5	60/8	60/8	63/8	63/8	66/8	66/8	70/10	77/10
Ellenbogen lat.	46/5	48/5	52/6,3	55/6,3	55/6,3	55/6,3	55/6,3	57/6,3	60/6,3	63/8	66/8 70
ap.	48/6,3	48/6,3	57/6,3	60/8	60/8	60/8	63 60/8	63 60/8	66/8	3 70/8	77/10

* Kiefer (angeschobene Platte) - frei gehalten - ⇒ WLT 55/5

Kleintier-Belichtungstabelle der Tierhochschule Hannover

© Chr. Ebermaier, 10.06

Gewicht (kg)		0 - 3	3 - 5	6 - 10	11 - 15	16 - 20	21 - 30	31 - 40	41 - 50	51 - 60	61 - 70	> 71
Rad. Ulna	lat.	44/5	46/5	48/6,3	50/5	50/6,3	50/6,3	52/6,3	52/6,3	55/6,3	63/6,3	63/8
	ap.	46/5	46/8	48/8	50/8	50/8	50/8	57/6,3	57/6,3	57/8	60/8	66/8
Karp. G.	lat.	48/6,3	50/6,3	50/6,3	50/6,3	50/6,3	52/8	52/8	55/8	57/8	57/8	60/8
	ap.	50/6,3	55/6,3	55/6,3	57/6,3	57/6,3	57/8	57/8	60/8	60/8	60/8	63/8
Pfote	lat.	48/6,3	48/6,3	50/6,3	50/6,3	50/6,3	52/8	52/8	52/8	55/8	57/8	57/8
	ap.	50/6,3	50/8	52/8	55/8	55/8	57/8	57/8	57/8	57/8	60/8	60/8
Femur	lat.	50/6,3	55/6,3	60/8	60/8	63/8	66/8	66/8	66/8	66/8	70/8	
	ap.	50/8	57/8	63/8	63/8	66/8	70/8	70/8	70/8	70/10	73/10	
Knie	lat.	46/6,3	46/6,3	48/6,3	52/6,3	55/6,3	55/6,3	55/6,3	57/6,3	57/6,3	60/6,3	
	ap.	50/6,3	52/6,3	55/8	57/8	60/8	63/8	63/8	63/10	63/10	66/12	
Tib./Fib.	lat.	46/5	46/6,3	52/6,3	52/6,3	52/6,3	55/6,3	52/8	55/8	57/8	60/10	63/10
	ap.	48/6,3	48/6,3	55/6,3	55/8	55/8	57/8	57/8	60/8	63/8	66/10	70/10
Tars. G.	lat.	48/6,3	50/6,3	50/6,3	50/6,3	52/6,3	52/6,3	52/6,3	55/6,3	55/6,3	57/6,3	60/6,3
	ap.	50/6,3	52/8	52/8	52/8	55/8	55/8	55/8	57/8	57/8	60/8	63/8

GIERTH X-Ray international GmbH

Am Südspeicher 4 • D - 01587 Riesa
Hotline: +49 (0) 18 05 – 44 37 44 • Telefax: +49 (0) 18 05 – 44 37 77
e-Mail: info@gierth-x-ray.de • Internet: www.gierth-x-ray.de

Februar 2004

Kleintier-Belichtungstabelle für GIERTH HF80plus- Hochfrequenz Röntgengerät

FILME (grün)	Folie SE - (SELTENE ERDEN)	R = Rasterkassette oder Auflegeraster
RETINA XOD **FFD 75 cm**(Film-Fokus-Distanz)	**Typ GIERTH SE-ortho 400** hochverstärkend (grünes System)	**34 Linien/cm, 6:1, parallel** Entwicklung: Maschine, bei 32℃

Region	Katze etwa 4 kg	kleiner Hund etwa 8 kg	mittlerer Hund etwa 15 kg	großer Hund etwa 30 kg	sehr großer Hund etwa 45 kg
	kV / mAs (Zeit)	kV / mAs (Zeit)	kV / mAs (Zeit)	kV / mAs (Zeit)	kV / mAs (Zeit)
Kopf seitlich	50 / 1,2 (0,08) *	50 / 2,1 (0,14) *	56/ 1,8 (0,12) *	60 / 1,5 (0,10) *	66 / 1,5 (0,10) *
Kopf DV	50 / 1,5 (0,10) *	50 / 2,7 (0,18) *	60 / 1,5 (0,10) *	66 / 1,5 (0,10) *	70 / 1,5 (0,10) *
HWS seitl.	50 / 1,2 (0,08) *	50 / 1,8 (0,12) *	56 / 3,3 (0,22) Raster	60 / 3,6 (0,24) Raster	70 / 3,0 (0,20) Raster
HWS VD	50 / 1,5 (0,10) *	50 / 2,1 (0,14) *	56 / 3,6 (0,24) Raster	66 / 3,6 (0,24) Raster	70 / 3,9 (0,26) Raster
BWS seitl	50 / 1,5 (0,10)	50 / 3,9 (0,26) Raster	56 / 3,9 (0,26) Raster	66 / 3,9 (0,26) Raster	76 / 3,6 (0,24) Raster
BWS VD	50 / 1,8 (0,12)	56 / 3,9 (0,26) Raster	66 / 3,9 (0,26) Raster	70 / 3,9 (0,26) Raster	80 / 3,9 (0,26) Raster
LWS seitl.	50 / 1,5 (0,10)	56 / 3,6 (0,24) Raster	60 / 3,6 (0,24) Raster	70 / 3,6 (0,24) Raster	76 / 3,9 (0,26) Raster
LWS VD	50 / 1,8 (0,12)	56 / 3,9,(0,26) Raster	60 / 4,5 (0,30) Raster	76 / 3,9 (0,26) Raster	80 / 4,2 (0,28) Raster
Becken seitl.	56 / 2,1 (0,14)	60 / 4,8 (0,32) Raster	66 / 4,8 (0,32) Raster	76 / 5,1 (0,34) Raster	80 / 5,1 (0,34) Raster
HD		60/ 3,3 (0,22) Raster	66 / 3,3 (0,22) Raster	70 / 4,5 (0,30) Raster	76 / 5,1 (0,34) Raster
Thorax seitl.	50 / 0,9 (0,06)	56 / 1,8 (0,12) Raster	66 / 1,8 (0,12) Raster	76 / 1,8 (0,12) Raster	80 / 2,4 (0,16) Raster
Thorax VD	50 / 1,5 (0,10)	60 / 1,8 (0,12) Raster	70 / 1,8 (0,12) Raster	80 / 1,8 (0,12) Raster	80 / 3,0 (0,20) Raster
Abdomen seitl. cranialer Teil	50 / 1,8 (0,12)	60 / 3,0 (0,20) Raster	64 / 4,2 (0,28) Raster	70 / 4,8 (0,32) Raster	74 / 4,8 (0,32) Raster
Abdomen seitl. kaudaler Teil	50 / 1,5 (0,10)	60 / 2,7 (0,18) Raster	60 / 3,9 (0,26) Raster	70 / 3,6 (0,24) Raster	70 / 4,2 (0,28) Raster
Abdomen VD	50 / 1,8 (0,12)	60 / 3,3 (0,22) Raster	64 / 3,3 (0,22) Raster	70 / 4,5 (0,30) Raster	74 / 5,1 (0,34) Raster
Schultergelenk seitl.	50 / 0,9 (0,06)	50 / 1,5 (0,10)	56 / 3,0 (0,20) Raster	60 / 3,0 (0,20 Raster	66 / 3,0 (0,20) Raster
Schultergelenk VD	50 / 1,2 (0,08)	56 / 1,8 (0,12)	60 / 3,0 (0,20) Raster	66 / 3,3 (0,22) Raster	70 / 3,3 (0,22) Raster
Ellbogengelenk seitl.	50 / 0,9 (0,06) *	50 / 1,2 (0,08) *	50 / 1,5 (0,10) *	50 / 2,1 (0,14) *	56 / 2,7 (0,18) *
Ellbogengelenk kran.-kaud	50 / 0,9 (0,06) *	50 / 1,5 (0,10) *	50 / 2,1 (0,14) *	56 / 1,8 (0,12) *	56 / 3,3 (0,22) *
Carpus - Pfote	50 / 0,9 (0,06) *	50 / 0,9 (0,06) *	50 / 1,5 (0,10) *	50 / 1,8 (0,12) *	50 / 2,1 (0,14) *
Knie seitl.	50 / 0,9 (0,06) *	50 / 1,2 (0,08) *	50 / 1,5 (0,10) *	56 / 1,8 (0,12) *	56 / 1,5 (0,10) *
Knie kaud.-kran	50 / 1,2 (0,08) *	50 / 1,5 (0,10) *	50 / 2,1 (0,14) *	56 / 1,5 (0,10) *	60 / 1,5 (0,10) *
Tarsus - Pfote	50 / 0,9 (0,06) *	50 / 0,9 (0,06) *	50 / 1,5 (0,10) *	50 / 1,8 (0,12) *	56 / 1,5 (0,14) *

**** Bei diesen Aufnahmen ist die Verwendung feinzeichnender Verstärkerfolien (200/100) zu empfehlen !***

Angegebene Belichtungszeiten sind danach anzupassen ! - Bei Fragen helfen wir Ihnen gern weiter !!

ALLGEMEINE HINWEISE

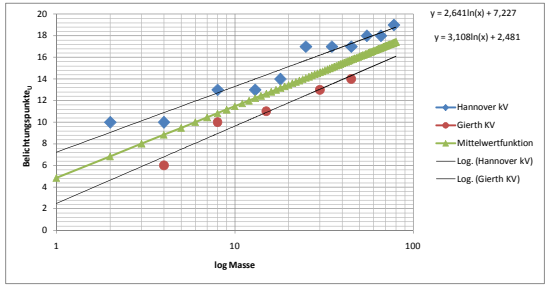
Die Belichtungszeiten sind abhängig von dem verwendeten Folienfabrikat / -typ und Filmfabrikat / -typ und können immer nur durchschnittliche Richtwerte sein. Die Belichtungszeiten sind gegebenenfalls zu reduzieren bzw. zu erhöhen.
Sind die entwickelten Aufnahmen zu hell, dann wurde zuwenig belichtet. Sind die entwickelten Aufnahmen zu dunkel, dann wurde zuviel belichtet. Bei zu hellen Aufnahmen eine Zeitstufe höher einstellen, bei zu dunklen Aufnahmen eine Zeitstufe niedriger einstellen. kV Zahl nicht verändern. Voraussetzung ist, daß die Dunkelkammerverhältnisse in Ordnung sind. Prüfen, ob Chemie noch gut ist (Tankspindel), Temperatur zwischen 18-20°C. 5 Min. entwi ckeln, 1 Min. zwischenwässern, 5 Min. fixieren

Tabelle zur Erstellung neuer Einstellwerte

Abdomen

Masse in [kg]	U-Hannover in [kV]	KV-BP's-Hannover	mAs-Hannover	∑-BP's Hannover	Korregierte ∑BP's (Raster)	U-Gierth in [kV]	KV-BP's-Gierth	mAs-Giert	∑-BP's Gierth	Korregierte ∑BP's (FFA+1)
1	60		6,3							
2	60	10	6,3	18	14					
3	60		6,3							
4	60	10	6,3	18	14	50	6	1,8	8	12
5	60		6,3							
6	70		8							
7	70		8							
8	70	13	8	22	22	60	10	3	15	19
9	70		8							
10	70		8							
11	70		8							
12	70		8							
13	70	13	8	22	22					
14	70		8							
15	70		8			64	11	4,2	17	21
16	73		10							
17	73		10							
18	73	14	10	24	24					
19	73		10							
20	73		10							
21	85		10							
22	85		10							
23	85		10							
24	85		10							
25	85	17	10	27	27					
26	85		10							
27	85		10							
28	85		10							
29	85		10							
30	85		10			70	13	4,8	20	24
31	85		10							
32	85		10							
33	85		10							
34	85		10							
35	85	17	10	27	27					
36	85		10							
37	85		10							
38	85		10							
39	85		10							
40	85		10							
41	85		10							
42	85		10							
43	85		10							
44	85		10							
45	85	17	10	27	27	74	14	4,8	21	25
46	85		10							
47	85		10							
48	85		10							
49	85		10							
50	85		10							
51	90		12							
52	90		12							
53	90		12							
54	90		12							
55	90	18	12	29	29					
56	90		12							
57	90		12							
58	90		12							
59	90		12							
60	90		12							
61	90		12							
62	90		12							
63	90		12							
64	90		12							
65	90		12							
66	90	18	12	29	29					
67	90		12							
68	90		12							
69	90		12							
70	90		12							
71	96		12							
72	96		12							
73	96		12							
74	96		12							
75	96		12							
76	96		12							
77	96		12							
78	96	19	12	29	29					
79	96		12							
80	96		12							

∑BP nach Fkt.	kV-BP nach Fkt.	mAs-BP	*kV*	*mAs*
9	5	4	52	4
12	7	5	52	4
14	8	6	57	4
15	9	6	57	4
16	9	7	57	5
17	10	7	60	5
18	10	7	60	5
19	11	8	63	6,3
19	11	8	63	6,3
20	11	8	63	6,3
20	12	8	66	6,3
20	12	8	66	6,3
21	12	9	66	8
21	12	9	66	8
22	13	9	70	8
22	13	9	70	8
22	13	9	70	8
22	13	9	70	8
23	13	9	70	8
23	13	9	70	8
23	14	10	73	10
23	14	10	73	10
24	14	10	73	10
24	14	10	73	10
24	14	10	73	10
24	14	10	73	10
24	14	10	73	10
24	14	10	73	10
25	14	10	73	10
25	15	10	77	10
25	15	10	77	10
25	15	10	77	10
25	15	10	77	10
26	15	11	77	12,5
26	15	11	77	12,5
26	15	11	77	12,5
26	15	11	77	12,5
26	15	11	77	12,5
26	15	11	77	12,5
26	16	11	81	12,5
27	16	11	81	12,5
27	16	11	81	12,5
27	16	11	81	12,5
27	16	11	81	12,5
27	16	11	81	12,5
27	16	11	81	12,5
27	16	11	81	12,5
27	16	11	81	12,5
28	16	11	81	12,5
28	16	11	81	12,5
28	16	11	81	12,5
28	16	11	81	12,5
28	16	12	81	16
28	17	12	85	16
28	17	12	85	16
28	17	12	85	16
28	17	12	85	16
28	17	12	85	16
28	17	12	85	16
29	17	12	85	16
29	17	12	85	16
29	17	12	85	16
29	17	12	85	16
29	17	12	85	16
29	17	12	85	16
29	17	12	85	16
29	17	12	85	16
29	17	12	85	16
29	17	12	85	16
29	17	12	85	16
30	17	12	85	16



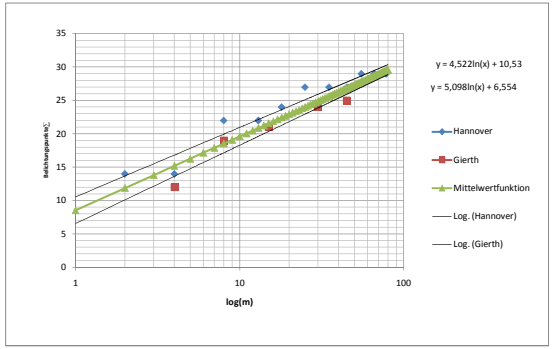
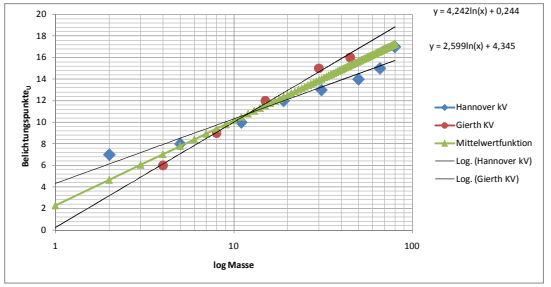


Tabelle zur Erstellung neuer Einstellwerte

Thorax_lat

Masse in [kg]	U-Hannover in [kV]	KV-BP's-Hannover	mAs-Hannover	∑-BP's Hannover	Korregierte ∑BP's (Raster)	U-Gierth in [kV]	KV-BP's-Gierth	mAs-Giert	∑-BP's Gierth	Korregierte ∑BP's (FFA+1)
1	52		8							
2	52	7	8							
3	52		8	16	12					
4	55		8			50	6	0,9	6	10
5	55	8	8							
6	55		8							
7	60		8							
8	60		8			56	9	1,8	11	15
9	60		8							
10	60		8							
11	60	10	8	18	18					
12	60		8							
13	60		8							
14	60		8							
15	60		8			66	12	1,8	13,4	17,4
16	60		8							
17	66		8							
18	66		8							
19	66	12	8	21	21					
20	66		8							
21	66		8							
22	70		8							
23	70		8							
24	70		8							
25	70		8							
26	70		8							
27	70		8							
28	70		8							
29	70		8							
30	70		8	22	22	76	15	1,8	17,5	21,5
31	70	13	8							
32	70		8							
33	70		8							
34	70		8							
35	70		8							
36	70		8							
37	70		8							
38	70		8							
39	70		8							
40	70		8							
41	70		8							
42	73		8							
43	73		8							
44	73		8							
45	73		8			80	16	2,4	17,8	21,8
46	73		8							
47	73		8							
48	73		8							
49	73		8							
50	73	14	8	25	25					
51	73		8							
52	73		8							
53	73		8							
54	73		8							
55	73		8							
56	73		8							
57	73		8							
58	73		8							
59	73		8							
60	73		8							
61	73		8							
62	77		8							
63	77		8							
64	77		8							
65	77		8							
66	77	15	8							
67	77		8	26	26					
68	77		8							
69	77		8							
70	77		8							
71	77		8							
72	85		10							
73	85		10							
74	85		10							
75	85		10							
76	85		10							
77	85		10							
78	85		10							
79	85		10							
80	85	17	10	27	27					
81	85		10							

∑BP nach Fkt.	kV-BP nach Fkt.	mAs-BP	*kV*	*mAs*
6	2	3	50	2,5
9	5	4	50	2,5
11	6	5	50	3,5
12	7	5	55	3,5
13	8	5	55	3,5
14	8	6	55	4
15	9	6	57	4
15	9	6	57	4
16	10	6	60	4
16	10	6	60	4
17	10	6	60	4
17	11	7	63	5
18	11	7	63	5
18	11	7	63	5
18	12	7	66	5
19	12	7	66	5
19	12	7	66	5
19	12	7	66	5
19	12	7	66	5
20	13	7	70	5
20	13	7	70	5
20	13	7	70	5
20	13	7	70	5
21	13	7	70	5
21	13	7	70	5
21	13	8	70	6,3
21	14	8	73	6,3
21	14	8	73	6,3
21	14	8	73	6,3
22	14	8	73	6,3
22	14	8	73	6,3
22	14	8	73	6,3
22	14	8	73	6,3
22	14	8	73	6,3
22	15	8	77	6,3
23	15	8	77	6,3
23	15	8	77	6,3
23	15	8	77	6,3
23	15	8	77	6,3
23	15	8	77	6,3
23	15	8	77	6,3
23	15	8	77	6,3
23	15	8	77	6,3
24	15	8	77	6,3
24	15	8	77	6,3
24	15	8	77	6,3
24	16	8	81	6,3
24	16	8	81	6,3
24	16	8	81	6,3
24	16	8	81	6,3
24	16	8	81	6,3
24	16	8	81	6,3
24	16	9	81	8
25	16	9	81	8
25	16	9	81	8
25	16	9	81	8
25	16	9	81	8
25	16	9	81	8
25	16	9	81	8
25	16	9	81	8
25	17	9	85	8
25	17	9	85	8
25	17	9	85	8
25	17	9	85	8
25	17	9	85	8
26	17	9	85	8
26	17	9	85	8
26	17	9	85	8
26	17	9	85	8
26	17	9	85	8
26	17	9	85	8
26	17	9	85	8
26	17	9	85	8
26	17	9	85	8
26	17	9	85	8



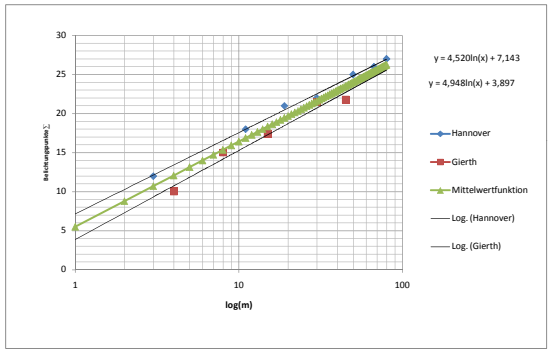
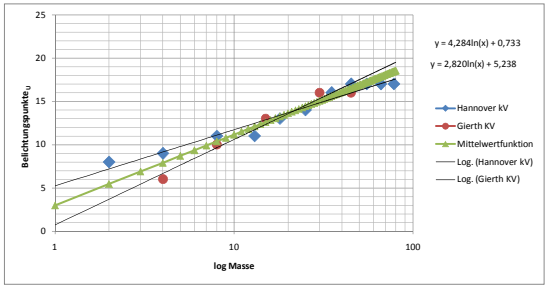


Tabelle zur Erstellung neuer Einstellwerte

Thorax_ap

Masse in [kg]	U-Hannover in [kV]	KV-BP's-Hannover	mAs-Hannover	∑-BP's Hannover	Korregierte ∑BP's (Raster)	U-Gierth in [kV]	KV-BP's-Gierth	mAs-Giert	∑-BP's Gierth	Korregierte ∑BP's (FFA+1)
1	55		8							
2	55	8	8	17	13					
3	55		8							
4	57	9	8	18	14	50	6	1,5	8	12
5	57		8							
6	57		8							
7	63		8							
8	63	11	8	20	20	60	10	1,8	13	17
9	63		8							
10	63		8							
11	63		8							
12	63		8							
13	63	11	8	20	20					
14	63		8							
15	63		8			70	13	1,8	15	19
16	63		8							
17	70		8							
18	70	13	8	22	22					
19	70		8							
20	70		8							
21	70		8							
22	73		8							
23	73		8							
24	73		8							
25	73	14	8	23	23					
26	73		8							
27	73		8							
28	73		8							
29	73		8							
30	73		8			80	16	1,8	18	22
31	73		8							
32	81		8							
33	81		8							
34	81		8							
35	81	16	8	25	25					
36	81		8							
37	81		8							
38	81		8							
39	81		8							
40	81		8							
41	81		8							
42	85		12							
43	85		12							
44	85		12							
45	85	17	12	28	28	80	16	3	21	25
46	85		12							
47	85		12							
48	85		12							
49	85		12							
50	85		12							
51	85		12							
52	85		12							
53	85		12							
54	85		12							
55	85	17	12	28	28					
56	85		12							
57	85		12							
58	85		12							
59	85		12							
60	85		12							
61	85		12							
62	85		12							
63	85		12							
64	85		12							
65	85		12							
66	85	17	12	28	28					
67	85		12							
68	85		12							
69	85		12							
70	85		12							
71	85		12							
72	85		12							
73	85		12							
74	85		12							
75	85		12							
76	85		12							
77	85		12							
78	85	17	12	28	28					
79	85		12							
80	85		12							
81	85		12							

∑BP nach Fkt.	kV-BP nach Fkt.	mAs-BP	*kV*	*mAs*
7	3	4	52	3,5
11	5	5	52	3,5
13	7	6	52	4
14	8	6	57	4
15	9	6	57	4
16	9	7	57	5
17	10	7	60	5
17	10	7	60	5
18	11	7	63	5
18	11	7	63	5
19	12	7	66	5
19	12	7	66	5
20	12	8	66	6,3
20	12	8	66	6,3
20	13	8	70	6,3
21	13	8	70	6,3
21	13	8	70	6,3
21	13	8	70	6,3
21	13	8	70	6,3
22	14	8	73	6,3
22	14	8	73	6,3
22	14	8	73	6,3
22	14	8	73	6,3
23	14	8	73	6,3
23	14	8	73	6,3
23	15	8	77	6,3
23	15	8	77	6,3
23	15	8	77	6,3
23	15	8	77	6,3
24	15	9	77	8
24	15	9	77	8
24	15	9	77	8
24	15	9	77	8
24	16	9	81	8
24	16	9	81	8
24	16	9	81	8
25	16	9	81	8
25	16	9	81	8
25	16	9	81	8
25	16	9	81	8
25	16	9	81	8
25	16	9	81	8
25	16	9	81	8
25	16	9	81	8
26	17	9	85	8
26	17	9	85	8
26	17	9	85	8
26	17	9	85	8
26	17	9	85	8
26	17	9	85	8
26	17	9	85	8
26	17	9	85	8
26	17	9	85	8
26	17	9	85	8
27	17	9	85	8
27	17	9	85	8
27	17	9	85	8
27	17	9	85	8
27	18	9	90	8
27	18	9	90	8
27	18	9	90	8
27	18	9	90	8
27	18	9	90	8
27	18	9	90	8
27	18	9	90	8
27	18	10	90	10
28	18	10	90	10
28	18	10	90	10
28	18	10	90	10
28	18	10	90	10
28	18	10	90	10
28	18	10	90	10
28	18	10	90	10
28	18	10	90	10
28	18	10	90	10
28	19	10	96	10
28	19	10	96	10
28	19	10	96	10



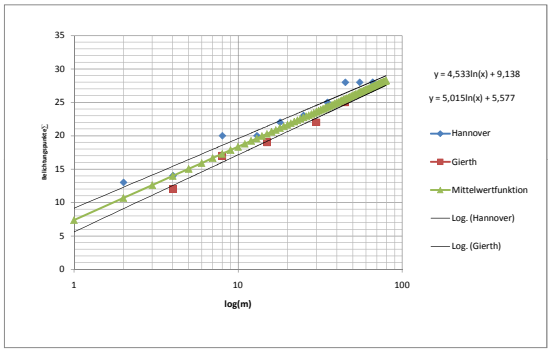
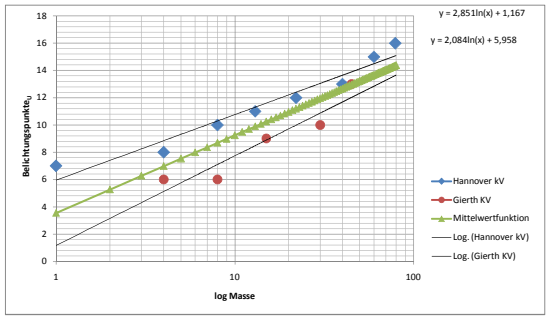


Tabelle zur Erstellung neuer Einstellwerte

HWS

Masse in [kg]	U-Hannover in [kV]	KV-BP's-Hannover	mAs-Hannover	∑-BP's Hannover	Korregierte ∑BP's (Raster)	U-Gierth in [kV]	KV-BP's-Gierth	mAs-Giert	∑-BP's Gierth	Korregierte ∑BP's (FFA+1)
1	52	7	5,0	14						
2	52		5,0							
3	55		6,3							
4	55	8	6,3	16	12	50	6	1,2	7	11
5	55		6,3							
6	60		8,0							
7	60		8,0							
8	60	10	8,0	19	15	50	6	1,8	9	13
9	60		8,0							
10	60		8,0							
11	63		8,0							
12	63		8,0							
13	63	11	8,0	20	20					
14	63		8,0							
15	63		8,0			56	9	3,3	14	18
16	66		8,0							
17	66		8,0							
18	66		8,0							
19	66		8,0							
20	66		8,0							
21	66		8,0							
22	66	12	8,0	21	21					
23	66		8,0							
24	66		8,0							
25	66		8,0							
26	66		8,0							
27	66		8,0							
28	66		8,0							
29	66		8,0							
30	66		8,0			60	10	3,6	15	19
31	70		8,0							
32	70		8,0							
33	70		8,0							
34	70		8,0							
35	70		8,0							
36	70		8,0							
37	70		8,0							
38	70		8,0							
39	70		8,0							
40	70	13	8,0	22	22					
41	70		8,0							
42	70		8,0							
43	70		8,0							
44	70		8,0							
45	70		8,0			70	13	3	18	22
46	70		8,0							
47	70		8,0							
48	70		8,0							
49	70		8,0							
50	70		8,0							
51	77		10,0							
52	77		10,0							
53	77		10,0							
54	77		10,0							
55	77		10,0							
56	77		10,0							
57	77		10,0							
58	77		10,0							
59	77		10,0							
60	77	15	10,0	25	25					
61	77		10,0							
62	77		10,0							
63	77		10,0							
64	77		10,0							
65	77		10,0							
66	77		10,0							
67	77		10,0							
68	77		10,0							
69	77		10,0							
70	77		10,0							
71	81		10,0							
72	81		10,0							
73	81		10,0							
74	81		10,0							
75	81		10,0							
76	81		10,0							
77	81		10,0							
78	81		10,0							
79	81	16	10,0	26	26					
80	81		10,0							

∑BP nach Fkt.	kV-BP nach Fkt.	mAs-BP	*kV*	*mAs*
6	4	3	52	3,5
9	5	4	52	3,5
11	6	5	52	3,5
12	7	5	52	3,5
13	8	6	55	4
14	8	6	55	4
15	8	6	55	4
15	9	6	57	4
16	9	7	57	5
16	9	7	57	5
17	9	7	57	5
17	10	7	60	5
17	10	7	60	5
18	10	8	60	6,3
18	10	8	60	6,3
18	10	8	60	6,3
18	11	8	63	6,3
19	11	8	63	6,3
19	11	8	63	6,3
19	11	8	63	6,3
19	11	8	63	6,3
20	11	8	63	6,3
20	11	8	63	6,3
20	11	9	63	8
20	12	9	66	8
20	12	9	66	8
20	12	9	66	8
21	12	9	66	8
21	12	9	66	8
21	12	9	66	8
21	12	9	66	8
21	12	9	66	8
22	12	9	66	8
22	12	9	66	8
22	12	9	66	8
22	13	9	70	8
22	13	9	70	8
22	13	10	70	10
22	13	10	70	10
22	13	10	70	10
23	13	10	70	10
23	13	10	70	10
23	13	10	70	10
23	13	10	70	10
23	13	10	70	10
23	13	10	70	10
23	13	10	70	10
23	13	10	70	10
24	13	10	70	10
24	13	10	70	10
24	14	10	73	10
24	14	10	73	10
24	14	10	73	10
24	14	10	73	10
24	14	10	73	10
24	14	10	73	10
24	14	10	73	10
24	14	10	73	10
24	14	10	73	10
24	14	10	73	10
24	14	10	73	10
25	14	11	73	12,5
25	14	11	73	12,5
25	14	11	73	12,5
25	14	11	73	12,5
25	14	11	73	12,5
25	14	11	73	12,5
25	14	11	73	12,5
25	14	11	73	12,5
25	14	11	73	12,5
25	14	11	73	12,5
25	14	11	73	12,5
25	14	11	73	12,5



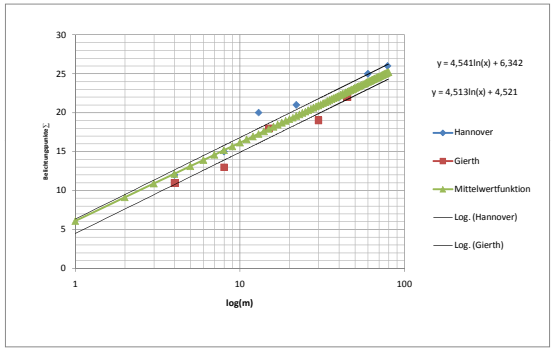
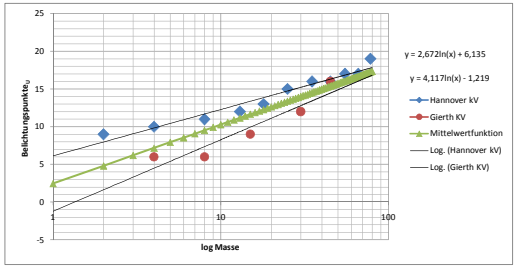


Tabelle zur Erstellung neuer Einstellwerte

BWS

Masse in [kg]	U-Hannover in [kV]	KV-BP's-Hannover	mAs-Hannover	∑-BP's Hannover	Korregierte ∑BP's (Raster)	U-Gierth in [kV]	KV-BP's-Gierth	mAs-Giert	∑-BP's Gierth	Korregierte ∑BP's (FFA+1)	∑.BP nach Fkt.	kV-BP nach Fkt.	mAs-BP	*kV*	*mAs*
1	57		8								8	2	5	52	4
2	57	9	8	18	14						11	5	6		
3	60		8								13	6	7		5
4	60	10	8	19	15	50	6	1,5	8	12	14	7	7		
5	60		8								15	8	7	57	
6	63		8								16	9	8		6,3
7	63		8								17	9	8		
8	63	11	8	20	20	50	6	3,9	12	16	18	10	8	60	
9	63		8								18	10	8		
10	63		8								19	10	8		
11	66		8								19	11	9	63	8
12	66		8								20	11	9		
13	66	12	8	21	21						20	11	9		
14	66		8								20	11	9		
15	66		8			56	9	3,9	15	19	21	12	9	66	
16	70		8								21	12	9		
17	70		8								21	12	9		
18	70	13	8	22	22						21	12	9		
19	70		8								22	12	9		
20	70		8								22	13	9	70	
21	77		8								22	13	9		
22	77		8								22	13	9		
23	77		8								23	13	10		10
24	77		8								23	13	10		
25	77	15	8	24	24						23	13	10		
26	77		8								23	14	10	73	
27	77		8								23	14	10		
28	77		8								24	14	10		
29	77		8								24	14	10		
30	77		8			66	12	3,9	18	22	24	14	10		
31	81		10								24	14	10		
32	81		10								24	14	10		
33	81		10								24	14	10		
34	81		10								24	14	10		
35	81	16	10	26	26						25	15	10	77	
36	81		10								25	15	10		
37	81		10								25	15	10		
38	81		10								25	15	10		
39	81		10								25	15	10		
40	81		10								25	15	10		
41	81		10								25	15	10		
42	81		10								25	15	10		
43	81		10								26	15	10		
44	81		10								26	15	10		
45	81	16	10	26	26	80	16	3,9	22	26	26	15	10		
46	81		10								26	15	10		
47	81		10								26	16	10	81	
48	81		10								26	16	10		
49	81		10								26	16	11		12,5
50	81		10								26	16	11		
51	85		10								26	16	11		
52	85		10								26	16	11		
53	85		10								27	16	11		
54	85		10								27	16	11		
55	85	17	10	27	27						27	16	11		
56	85		10								27	16	11		
57	85		10								27	16	11		
58	85		10								27	16	11		
59	85		10								27	16	11		
60	85		10								27	16	11		
61	85		10								27	16	11		
62	85		10								27	16	11		
63	85		10								27	17	11	85	
64	85		10								27	17	11		
65	85		10								28	17	11		
66	85	17	10	27	27						28	17	11		
67	85		10								28	17	11		
68	85		10								28	17	11		
69	85		10								28	17	11		
70	85		10								28	17	11		
71	96		12								28	17	11		
72	96		12								28	17	11		
73	96		12								28	17	11		
74	96		12								28	17	11		
75	96		12								28	17	11		
76	96		12								28	17	11		
77	96		12								28	17	11		
78	96	19	12	30	30						28	17	11		
79	96		12								28	17	11		
80	96		12								29	17	11		



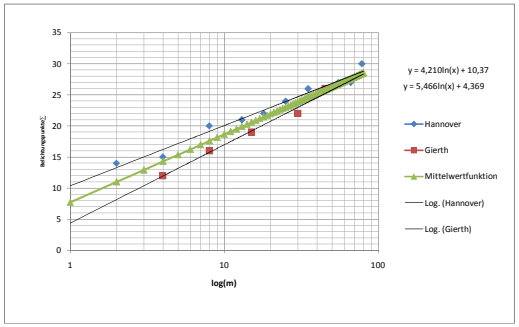
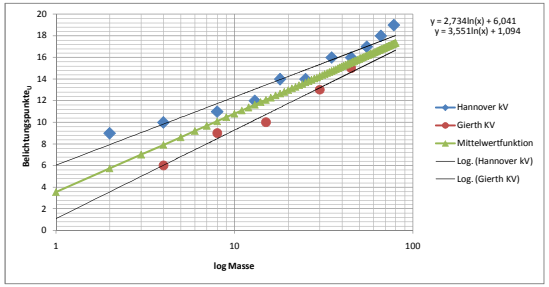


Tabelle zur Erstellung neuer Einstellwerte

LWS

Masse in [kg]	U-Hannover in [kV]	KV-BP's-Hannover	mAs-Hannover	∑-BP's Hannover	Korregierte ∑BP's (Raster)	U-Gierth in [kV]	KV-BP's-Gierth	mAs-Giert	∑-BP's Gierth	Korregierte ∑BP's (FFA+1)
1	57		8,0							
2	57	9	8,0	18	14					
3	60		8,0							
4	60	10	8,0	19	15	50	6	1,5	8	12
5	60		8,0							
6	63,0		10							
7	63,0		10							
8	63,0	11	10	21	21	56	9	3,6	14	18
9	63,0		10							
10	63,0		10							
11	66,0		10							
12	66,0		10							
13	66,0	12	10	22	22					
14	66,0		10							
15	66,0		10			60	10	3,6	15	19
16	73,0		10							
17	73,0		10							
18	73,0	14	10	24	24					
19	73,0		10							
20	73,0		10							
21	73,0		10							
22	73,0		10							
23	73,0		10							
24	73,0		10							
25	73,0	14	10	24	24					
26	73,0		10							
27	73,0		10							
28	73,0		10							
29	73,0		10							
30	73,0		10			70	13	3,6	18	22
31	81,0		10							
32	81,0		10							
33	81,0		10							
34	81,0		10							
35	81,0	16	10	26	26					
36	81,0		10							
37	81,0		10							
38	81,0		10							
39	81,0		10							
40	81,0		10							
41	81,0		10							
42	81,0		10							
43	81,0		10							
44	81,0		10							
45	81,0	16	10	26	26	76	15	3,9	21	25
46	81,0		10							
47	81,0		10							
48	81,0		10							
49	81,0		10							
50	81,0		10							
51	85,0		10							
52	85,0		10							
53	85,0		10							
54	85,0		10							
55	85,0	17	10	27	27					
56	85,0		10							
57	85,0		10							
58	85,0		10							
59	85,0		10							
60	85,0		10							
61	90,0		10							
62	90,0		10							
63	90,0		10							
64	90,0		10							
65	90,0		10							
66	90,0	18	10	28	28					
67	90,0		10							
68	90,0		10							
69	90,0		10							
70	90,0		10							
71	96,0		12							
72	96,0		12							
73	96,0		12							
74	96,0		12							
75	96,0		12							
76	96,0		12							
77	96,0		12							
78	96,0	19	12	30	30					
79	96,0		12							
80	96,0		12							

∑BP nach Fkt.	kV-BP nach Fkt.	mAs-BP	kV	mAs
9	4	5	52	4
12	6	6	52	4
14	7	6	52	4
15	8	7	57	5
16	9	7	57	5
17	9	7	57	5
17	10	8	60	6,3
18	10	8	60	6,3
18	10	8	60	6,3
19	11	8	63	6,3
19	11	8	63	6,3
20	11	8	63	6,3
20	12	9	66	8
20	12	9	66	8
21	12	9	66	8
21	12	9	66	8
21	12	9	66	8
22	13	9	70	8
22	13	9	70	8
22	13	9	70	8
22	13	9	70	8
23	13	9	70	8
23	13	9	70	8
23	14	9	73	8
23	14	9	73	8
23	14	9	73	8
23	14	10	73	10
24	14	10	73	10
24	14	10	73	10
24	14	10	73	10
24	14	10	73	10
24	15	10	77	10
24	15	10	77	10
25	15	10	77	10
25	15	10	77	10
25	15	10	77	10
25	15	10	77	10
25	15	10	77	10
25	15	10	77	10
25	15	10	77	10
25	15	10	77	10
26	15	10	77	10
26	15	10	77	10
26	16	10	81	10
26	16	10	81	10
26	16	10	81	10
26	16	10	81	10
26	16	10	81	10
26	16	10	81	10
26	16	10	81	10
26	16	10	81	10
27	16	10	81	10
27	16	10	81	10
27	16	11	81	12,5
27	16	11	81	12,5
27	16	11	81	12,5
27	16	11	81	12,5
27	16	11	81	12,5
27	16	11	81	12,5
27	16	11	81	12,5
27	17	11	85	12,5
27	17	11	85	12,5
27	17	11	85	12,5
27	17	11	85	12,5
27	17	11	85	12,5
28	17	11	85	12,5
28	17	11	85	12,5
28	17	11	85	12,5
28	17	11	85	12,5
28	17	11	85	12,5
28	17	11	85	12,5
28	17	11	85	12,5
28	17	11	85	12,5
28	17	11	85	12,5
28	17	11	85	12,5
28	17	11	85	12,5
28	17	11	85	12,5



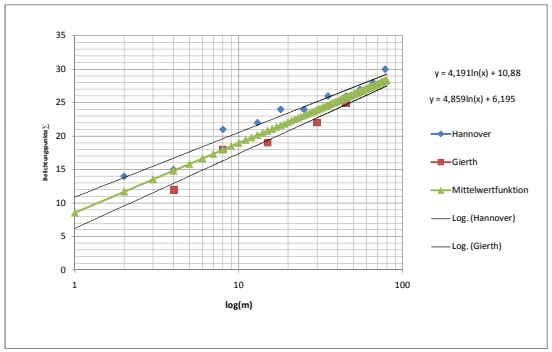
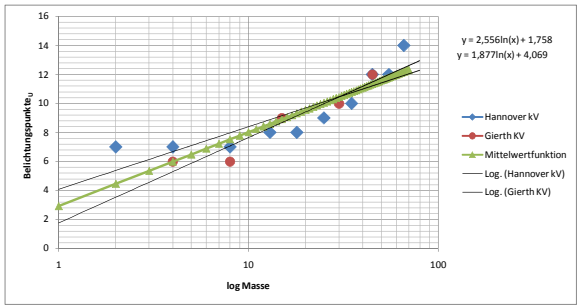


Tabelle zur Erstellung neuer Einstellwerte

Schaedel_lat

Masse in [kg]	U-Hannover in [kV]	KV-BP's-Hannover	mAs-Hannover	∑-BP's Hannover	Korregierte ∑BP's (Raster)	U-Gierth in [kV]	KV-BP's-Gierth	mAs-Giert	∑-BP's Gierth	Korregierte ∑BP's (FFA+1)	∑BP nach Fkt.	kV-BP nach Fkt.	mAs-BP	*kV*	*mAs*
1	52		10,0								9	3	6	48	4
2	52	7	10,0	17	13						10	4	6	48	4
3	52		10,0								11	5	6	48	4
4	52	7	10,0	17	13	50	6	1,2	7	11	12	6	6	50	4
5	52		12,0								13	6	6	50	4
6	52		12,0								13	7	6	52	4
7	52		12,0								13	7	6	52	4
8	52	7	12,0	18	14	50	6	2,1	9	13	14	8	6	55	4
9	52		12,0								14	8	6	55	4
10	52		12,0								14	8	6	55	4
11	52		12,0								14	8	6	55	4
12	55		12,0								15	8	6	55	4
13	55	8	12,0	19	15						15	9	6	57	4
14	55		12,0								15	9	6	57	4
15	55		12,0			56	9	1,8	10	14	15	9	6	57	4
16	55		12,0								15	9	6	57	4
17	55		12,0								16	9	6	57	4
18	55	8	12,0	19	15						16	9	6	57	4
19	55		12,0								16	9	6	57	4
20	55		12,0								16	10	6	60	4
21	55		12,0								16	10	6	60	4
22	57		12,0								16	10	6	60	4
23	57		12,0								16	10	6	60	4
24	57		12,0								16	10	6	60	4
25	57	9	12,0	20	16						16	10	6	60	4
26	57		12,0								17	10	6	60	4
27	57		12,0								17	10	6	60	4
28	57		12,0								17	10	6	60	4
29	57		12,0								17	10	6	60	4
30	57		12,0			60	10	1,5	12	16	17	10	6	60	4
31	57		12,0								17	11	6	63	4
32	60		12,0								17	11	6	63	4
33	60		12,0								17	11	6	63	4
34	60		12,0								17	11	6	63	4
35	60	10	12,0	21	17						17	11	6	63	4
36	60		12,0								17	11	6	63	4
37	60		12,0								17	11	6	63	4
38	60		12,0								17	11	6	63	4
39	60		12,0								18	11	7	63	5
40	60		12,0								18	11	7	63	5
41	60		12,0								18	11	7	63	5
42	66		12,0								18	11	7	63	5
43	66		12,0								18	11	7	63	5
44	66		12,0								18	11	7	63	5
45	66	12	12,0	23	19	66	12	1,5	14	18	18	11	7	63	5
46	66		12,0								18	11	7	63	5
47	66		12,0								18	11	7	63	5
48	66		12,0								18	11	7	63	5
49	66		12,0								18	12	7	66	5
50	66		12,0								18	12	7	66	5
51	66		12,0								18	12	7	66	5
52	66		12,0								18	12	7	66	5
53	66		12,0								18	12	7	66	5
54	66		12,0								18	12	7	66	5
55	66	12	12,0	23	19						18	12	7	66	5
56	66		12,0								18	12	7	66	5
57	66		12,0								18	12	7	66	5
58	66		12,0								19	12	7	66	5
59	66		12,0								19	12	7	66	5
60	66		12,0								19	12	7	66	5
61	66		12,0								19	12	7	66	5
62	73		12,0								19	12	7	66	5
63	73		12,0								19	12	7	66	5
64	73		12,0								19	12	7	66	5
65	73		12,0								19	12	7	66	5
66	73	14	12,0	25	21						19	12	7	66	5
67	73		12,0								19	12	7	66	5
68	73		12,0								19	12	7	66	5
69	73		12,0								19	12	7	66	5
70	73		12,0								19	12	7	66	5



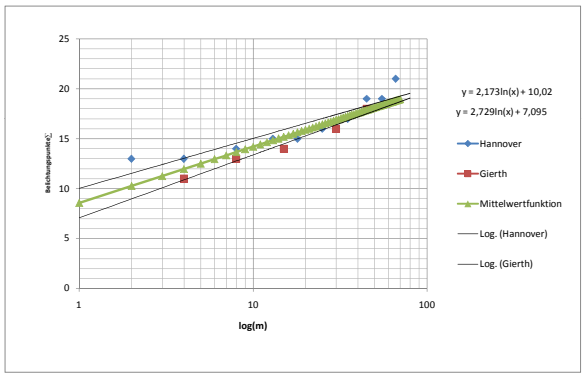
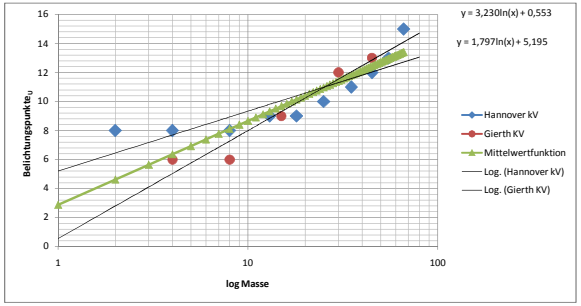


Tabelle zur Erstellung neuer Einstellwerte

Schaedel_ap

Masse in [kg]	U-Hannover in [kV]	KV-BP's-Hannover	mAs-Hannover	∑-BP's Hannover	Korregierte ∑BP's (Raster)	U-Gierth in [kV]	KV-BP's-Gierth	mAs-Giert	∑-BP's Gierth	Korregierte ∑BP's (FFA+1)	∑BP nach Fkt.	kV-BP nach Fkt.	mAs-BP	*kV*	*mAs*
1	55		10,0								10	3	7	48	5
2	55	8	10,0	18	14						11	5	7	48	5
3	55		12,0								12	6	7	50	5
4	55	8	12,0	19	15	50	6	1,5	8	12	13	6	7	50	5
5	55		12,0								14	7	7	52	5
6	55		12,0								14	7	7	52	5
7	55		12,0								14	8	7	55	5
8	55	8	12,0	19	15	50	6	2,7	9	13	15	8	7	55	5
9	55		12,0								15	8	7	55	5
10	55		12,0								15	9	7	57	5
11	57		12,0								15	9	7	57	5
12	57		12,0								16	9	7	57	5
13	57	9	12,0	20	16						16	9	7	57	5
14	57		12,0								16	10	7	60	5
15	57		12,0			60	9	1,5	12	16	16	10	7	60	5
16	57		12,0								16	10	7	60	5
17	57		12,0								16	10	6	60	4
18	57	9	12,0	20	16						17	10	6	60	4
19	57		12,0								17	10	6	60	4
20	57		12,0								17	10	6	60	4
21	60		12,0								17	11	6	63	4
22	60		12,0								17	11	6	63	4
23	60		12,0								17	11	6	63	4
24	60		12,0								17	11	6	63	4
25	60	10	12,0	21	17						17	11	6	63	4
26	60		12,0								17	11	6	63	4
27	60		12,0								18	11	6	63	4
28	60		12,0								18	11	6	63	4
29	60		12,0								18	11	6	63	4
30	60		12,0			66	12	1,5	14	18	18	11	6	63	4
31	63		12,0								18	12	6	66	4
32	63		12,0								18	12	6	66	4
33	63		12,0								18	12	6	66	4
34	63		12,0								18	12	6	66	4
35	63	11	12,0	22	18						18	12	6	66	4
36	63		12,0								18	12	6	66	4
37	63		12,0								18	12	6	66	4
38	63		12,0								18	12	6	66	4
39	63		12,0								18	12	6	66	4
40	63		12,0								19	12	6	66	4
41	66		12,0								19	12	6	66	4
42	66		12,0								19	12	6	66	4
43	66		12,0								19	12	6	66	4
44	66		12,0								19	12	6	66	4
45	66	12	12,0	23	19	70	13	1,5	15	19	19	12	6	66	4
46	66		12,0								19	12	6	66	4
47	66		12,0								19	13	6	70	4
48	66		12,0								19	13	6	70	4
49	66		12,0								19	13	6	70	4
50	66		12,0								19	13	6	70	4
51	70		12,0								19	13	6	70	4
52	70		12,0								19	13	6	70	4
53	70		12,0								19	13	6	70	4
54	70		12,0								19	13	6	70	4
55	70	13	12,0	24	20						19	13	6	70	4
56	70		12,0								19	13	6	70	4
57	70		12,0								19	13	6	70	4
58	70		12,0								19	13	6	70	4
59	70		12,0								19	13	6	70	4
60	70		12,0								19	13	6	70	4
61	77		12,0								20	13	6	70	4
62	77		12,0								20	13	6	70	4
63											20	13	6	70	4
64											20	13	6	70	4
65											20	13	6	70	4
66		15									20	13	6	70	4



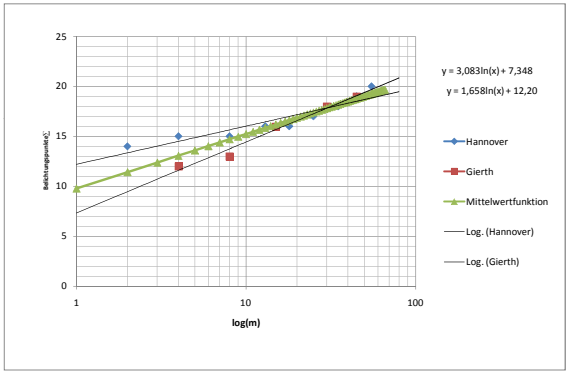
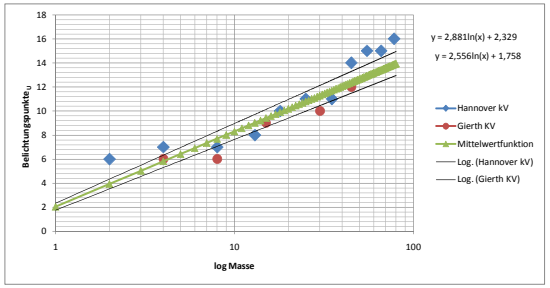


Tabelle zur Erstellung neuer Einstellwerte

Schulter_lat

Masse in [kg]	U-Hannover in [kV]	KV-BP's-Hannover	mAs-Hannover	∑-BP's Hannover	Korregierte ∑BP's (Raster)	U-Gierth in [kV]	KV-BP's-Gierth	mAs-Giert	∑-BP's Gierth	Korregierte ∑BP's (FFA+1)	∑BP nach Fkt.	kV-BP nach Fkt.	mAs-BP	*kV*	*mAs*
1	50		12,0								5	2	3	48	2,5
2	50	6	12,0	17	13						8	4	4	48	2,5
3	52		6,3								9	5	4	48	2,5
4	52	7	6,3	15	11	50	6	0,9	6	10	11	6	5	50	3,5
5	52		6,3								12	6	5	50	3,5
6	52		6,3								13	7	6	52	4
7	52		6,3								13	7	6	52	4
8	52	7	6,3	15	11	50	6	1,5	8	12	14	8	6	55	4
9	52		6,3								14	8	6	55	4
10	52		6,3								15	8	6	55	4
11	55		6,3								15	9	7	57	5
12	55		6,3								16	9	7	57	5
13	55	8	6,3	16	16						16	9	7	57	5
14	55		6,3								16	9	7	57	5
15	55		6,3			56	9	3	11	15	17	9	7	57	5
16	60		6,3								17	10	7	60	5
17	60		6,3								17	10	7	60	5
18	60	10	6,3	18	18						17	10	7	60	5
19	60		6,3								18	10	8	60	6,3
20	60		6,3								18	10	8	60	6,3
21	63		8,0								18	10	8	60	6,3
22	63		8,0								18	10	8	60	6,3
23	63		8,0								18	11	8	63	6,3
24	63		8,0								19	11	8	63	6,3
25	63	11	8,0	20	20						19	11	8	63	6,3
26	63		8,0								19	11	8	63	6,3
27	63		8,0								19	11	8	63	6,3
28	63		8,0								19	11	8	63	6,3
29	63		8,0								19	11	8	63	6,3
30	63		8,0			60	10	3	15	19	20	11	8	63	6,3
31	63		8,0								20	11	8	63	6,3
32	63		8,0								20	11	8	63	6,3
33	63		8,0								20	12	8	66	6,3
34	63		8,0								20	12	9	66	8
35	63	11	8,0	20	20						20	12	9	66	8
36	63		8,0								20	12	9	66	8
37	63		8,0								21	12	9	66	8
38	63		8,0								21	12	9	66	8
39	63		8,0								21	12	9	66	8
40	63		8,0								21	12	9	66	8
41	73		8,0								21	12	9	66	8
42	73		8,0								21	12	9	66	8
43	73		8,0								21	12	9	66	8
44	73		8,0								21	12	9	66	8
45	73	14	8,0	23	23	66	12	3	17	21	21	12	9	66	8
46	73		8,0								21	12	9	66	8
47	73		8,0								22	13	9	70	8
48	73		8,0								22	13	9	70	8
49	73		8,0								22	13	9	70	8
50	73		8,0								22	13	9	70	8
51	77		8,0								22	13	9	70	8
52	77		8,0								22	13	9	70	8
53	77		8,0								22	13	9	70	8
54	77		8,0								22	13	9	70	8
55	77	15	8,0	24	24						22	13	9	70	8
56	77		8,0								22	13	9	70	8
57	77		8,0								22	13	9	70	8
58	77		8,0								22	13	9	70	8
59	77		8,0								23	13	9	70	8
60	77		8,0								23	13	9	70	8
61	77		8,0								23	13	9	70	8
62	77		8,0								23	13	10	70	10
63	77		8,0								23	13	10	70	10
64	77		8,0								23	13	10	70	10
65	77		8,0								23	13	10	70	10
66	77	15	8,0	24	24						23	13	10	70	10
67	77		8,0								23	13	10	70	10
68	77		8,0								23	14	10	73	10
69	77		8,0								23	14	10	73	10
70	77		8,0								23	14	10	73	10
71	81		8,0								23	14	10	73	10
72	81		8,0								23	14	10	73	10
73	81		8,0								23	14	10	73	10
74	81		8,0								24	14	10	73	10
75	81		8,0								24	14	10	73	10
76	81		8,0								24	14	10	73	10
77	81		8,0								24	14	10	73	10
78	81	16	8,0	25	25						24	14	10	73	10
79	81		8,0								24	14	10	73	10
80	81		8,0								24	14	10	73	10



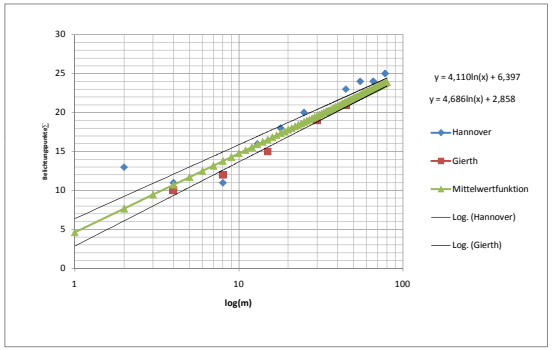
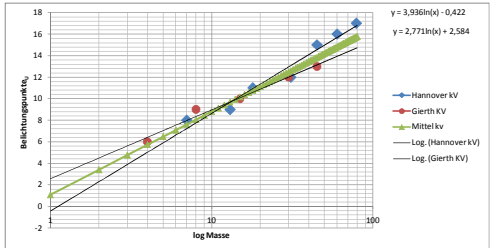


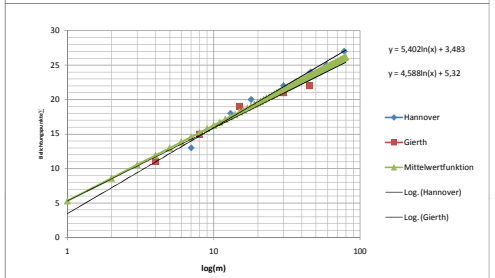
Tabelle zur Erstellung neuer Einstellwerte

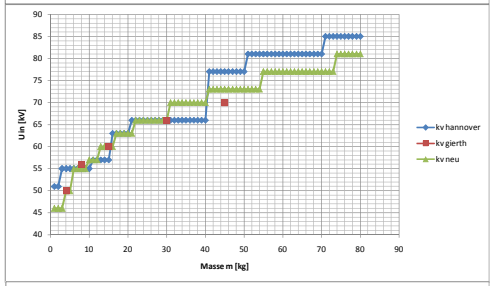
Schulter_ap

Masse in [kg]	U-Hannover in [kV]	KV-BP's-Hannover	mAs-Hannover	∑-BP's Hannover	Korregierte ∑BP's (Raster)	U-Gierth in [kV]	KV-BP's-Gierth	mAs-Giert	∑-BP's Gierth	Korregierte ∑BP's (FFA+1)
1	51		12							
2	51		12							
3	55		8							
4	55		8			50	6	1,2	7	11
5	55		8							
6	55		8							
7	55	8	8	17	13					
8	55		8			56	9	1,8	11	15
9	55		8							
10	55		8							
11	57		8							
12	57		8							
13	57	9	8	18	18					
14	57		8							
15	57		8			60	10	3	15	19
16	63		8							
17	63		8							
18	63	11	8	20	20					
19	63		8							
20	63		8							
21	66		10							
22	66		10							
23	66		10							
24	66		10							
25	66		10							
26	66		10							
27	66		10							
28	66		10							
29	66		10							
30	66		10		22	66	12	3,3	17	21
31	66	12	10	22						
32	66		10							
33	66		10							
34	66		10							
35	66		10							
36	66		10							
37	66		10							
38	66		10							
39	66		10							
40	66		10							
41	77		8							
42	77		8							
43	77		8							
44	77		8							
45	77	15	8			70	13	3,3	18	22
46	77		8	24	24					
47	77		8							
48	77		8							
49	77		8							
50	77		8							
51	81		8							
52	81		8							
53	81		8							
54	81		8							
55	81		8							
56	81		8							
57	81		8							
58	81		8							
59	81		8	25	25					
60	81	16	8							
61	81		8							
62	81		8							
63	81		8							
64	81		8							
65	81		8							
66	81		8							
67	81		8							
68	81		8							
69	81		8							
70	81		8							
71	85		10							
72	85		10							
73	85		10							
74	85		10							
75	85		10							
76	85		10							
77	85		10							
78	85		10	27	27					
79	85	17	10							
80	85		10							

∑BP nach Fkt.	kV-BP nach Fkt.	mAs-BP	*kV*	*mAs*
5	1	4	46	3,5
9	3	5	46	3,5
11	5	6	46	3,5
12	6	6	50	4
13	6	6	50	4
14	7	7	55	5
15	8	7	55	5
15	8	7	55	5
16	8	7	55	5
16	9	7	57	6,3
17	9	8	57	6,3
17	9	8	57	6,3
18	10	8	60	6,3
18	10	8	60	6,3
18	10	8	60	6,3
18	10	8	60	6,3
19	11	8	63	6,3
19	11	8	63	6,3
19	11	8	63	6,3
20	11	8	63	6,3
20	11	8	63	6,3
20	11	9	66	8
20	12	9	66	8
20	12	9	66	8
21	12	9	66	8
21	12	9	66	8
21	12	9	66	8
21	12	9	66	8
21	12	9	66	8
21	12	9	66	8
22	13	9	70	8
22	13	9	70	8
22	13	9	70	8
22	13	9	70	8
22	13	9	70	8
22	13	9	70	8
22	13	9	70	8
23	13	9	70	8
23	13	9	70	8
23	14	9	73	8
23	14	9	73	8
23	14	9	73	8
23	14	10	73	10
23	14	10	73	10
24	14	10	73	10
24	14	10	73	10
24	14	10	73	10
24	14	10	73	10
24	14	10	73	10
24	14	10	73	10
24	14	10	73	10
24	14	10	73	10
24	15	10	77	10
24	15	10	77	10
25	15	10	77	10
25	15	10	77	10
25	15	10	77	10
25	15	10	77	10
25	15	10	77	10
25	15	10	77	10
25	15	10	77	10
25	15	10	77	10
25	15	10	77	10
25	15	10	77	10
25	15	10	77	10
26	15	10	77	10
26	15	10	77	10
26	15	10	77	10
26	15	10	77	10
26	16	10	81	10
26	16	10	81	10
26	16	10	81	10
26	16	10	81	10
26	16	10	81	10
26	16	10	81	10
26	16	10	81	10







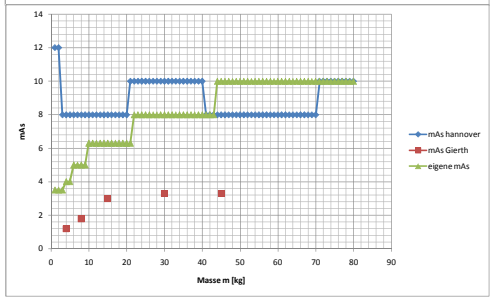
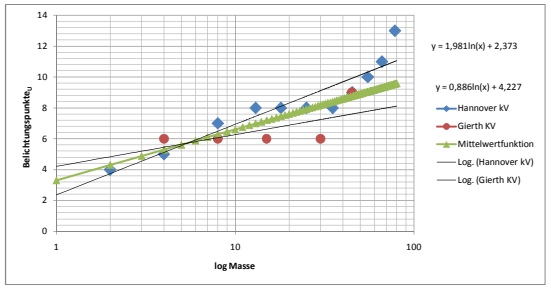


Tabelle zur Erstellung neuer Einstellwerte

Ellenbogen_lat

Masse in [kg]	U-Hannover in [kV]	KV-BP's-Hannover	mAs-Hannover	∑-BP's Hannover	Korregierte ∑BP's (Raster)	U-Gierth in [kV]	KV-BP's-Gierth	mAs-Giert	∑-BP's Gierth	Korregierte ∑BP's (FFA+1)	∑BP nach Fkt.	kV-BP nach Fkt.	mAs-BP	*kV*	*mAs*
1	46		5,0								6	3	3	46	2
2	46	4	5,0	11	7						8	4	3	46	2
3	48		5,0								9	5	4	48	2,5
4	48	5	5,0	12	8	50	6	0,9	6	10	9	5	4	48	2,5
5	48		5,0								10	6	4	50	2,5
6	52		6,3								10	6	4	50	2,5
7	52		6,3								10	6	4	50	2,5
8	52	7	6,3	15	11	50	6	1,2	7	11	11	6	4	50	2,5
9	52		6,3								11	6	4	50	2,5
10	52		6,3								11	7	4	52	2,5
11	55		6,3								11	7	4	52	2,5
12	55		6,3								11	7	5	52	3,5
13	55	8	6,3	16	12						12	7	5	52	3,5
14	55		6,3								12	7	5	52	3,5
15	55		6,3			50	6	1,5	8	12	12	7	5	52	3,5
16	55		6,3								12	7	5	52	3,5
17	55		6,3								12	7	5	52	3,5
18	55	8	6,3	16	12						12	7	5	52	3,5
19	55		6,3								12	8	5	55	3,5
20	55		6,3								12	8	5	55	3,5
21	55		6,3								13	8	5	55	3,5
22	55		6,3								13	8	5	55	3,5
23	55		6,3								13	8	5	55	3,5
24	55		6,3								13	8	5	55	3,5
25	55	8	6,3	16	12						13	8	5	55	3,5
26	55		6,3								13	8	5	55	3,5
27	55		6,3								13	8	5	55	3,5
28	55		6,3								13	8	5	55	3,5
29	55		6,3								13	8	5	55	3,5
30	55		6,3			50	6	2,1	9	13	13	8	5	55	3,5
31	55		6,3								13	8	5	55	3,5
32	55		6,3								13	8	5	55	3,5
33	55		6,3								13	8	5	55	3,5
34	55		6,3								13	8	5	55	3,5
35	55	8	6,3	16	12						14	8	5	55	3,5
36	55		6,3								14	8	5	55	3,5
37	55		6,3								14	8	5	55	3,5
38	55		6,3								14	9	5	57	3,5
39	55		6,3								14	9	5	57	3,5
40	55		6,3								14	9	5	57	3,5
41	57		6,3								14	9	5	57	3,5
42	57		6,3								14	9	5	57	3,5
43	57		6,3								14	9	5	57	3,5
44	57		6,3								14	9	5	57	3,5
45	57	9	6,3	17	13	56	9	2,7	10	14	14	9	5	57	3,5
46	57		6,3								14	9	5	57	3,5
47	57		6,3								14	9	5	57	3,5
48	57		6,3								14	9	5	57	3,5
49	57		6,3								14	9	5	57	3,5
50	57		6,3								14	9	5	57	3,5
51	60		6,3								14	9	5	57	3,5
52	60		6,3								14	9	5	57	3,5
53	60		6,3								14	9	5	57	3,5
54	60		6,3								14	9	5	57	3,5
55	60	10	6,3	18	14						14	9	5	57	3,5
56	60		6,3								14	9	5	57	3,5
57	60		6,3								15	9	5	57	3,5
58	60		6,3								15	9	5	57	3,5
59	60		6,3								15	9	5	57	3,5
60	60		6,3								15	9	5	57	3,5
61	63		8,0								15	9	5	57	3,5
62	63		8,0								15	9	5	57	3,5
63	63		8,0								15	9	5	57	3,5
64	63		8,0								15	9	6	57	4
65	63		8,0								15	9	6	57	4
66	63	11	8,0	20	16						15	9	6	57	4
67	63		8,0								15	9	6	57	4
68	63		8,0								15	9	6	57	4
69	63		8,0								15	9	6	57	4
70	63		8,0								15	9	6	57	4
71	70		8,0								15	9	6	57	4
72	70		8,0								15	9	6	57	4
73	70		8,0								15	9	6	57	4
74	70		8,0								15	9	6	57	4
75	70		8,0								15	9	6	57	4
76	70		8,0								15	10	6	60	4
77	70		8,0								15	10	6	60	4
78	70	13	8,0	22	18						15	10	6	60	4
79	70		8,0								15	10	6	60	4
80	70		8,0								15	10	6	60	4



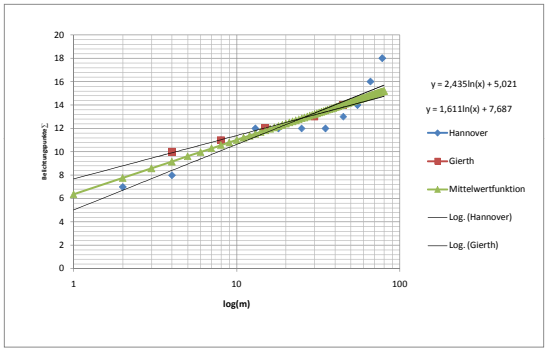
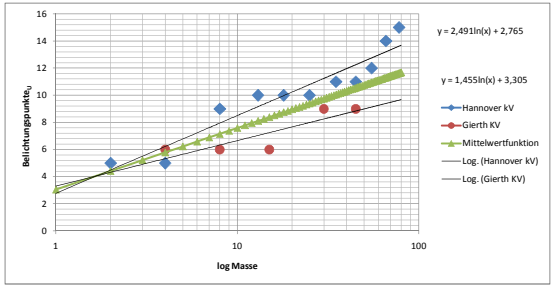


Tabelle zur Erstellung neuer Einstellwerte

Ellenbogen_ap

Masse in [kg]	U-Hannover in [kV]	KV-BP's-Hannover	mAs-Hannover	∑-BP's Hannover	Korregierte ∑BP's (Raster)	U-Gierth in [kV]	KV-BP's-Gierth	mAs-Giert	∑-BP's Gierth	Korregierte ∑BP's (FFA+1)	∑BP nach Fkt.	kV-BP nach Fkt.	mAs-BP	*kV*	*mAs*
1	48		6,3								6	3	3	48	2,5
2	48	5	6,3	13	9						8	4	4	48	2,5
3	48		6,3								9	5	4	48	2,5
4	48	5	6,3	13	9	50	6	0,9	6	10	10	6	4	50	2,5
5	48		6,3								11	6	4	50	2,5
6	57		6,3								11	7	5	52	3,5
7	57		6,3								12	7	5	52	3,5
8	57	9	6,3	17	13	50	6	1,5	8	12	12	7	5	52	3,5
9	57		6,3								12	7	5	52	3,5
10	57		6,3								13	8	5	55	3,5
11	60		8								13	8	5	55	3,5
12	60		8								13	8	5	55	3,5
13	60	10	8	19	15						14	8	5	55	3,5
14	60		8								14	8	6	55	4
15	60		8			50	6	2,1	9	13	14	8	6	55	4
16	60		8								14	9	6	57	4
17	60		8								14	9	6	57	4
18	60	10	8	19	15						15	9	6	57	4
19	60		8								15	9	6	57	4
20	60		8								15	9	6	57	4
21	60		8								15	9	6	57	4
22	60		8								15	9	6	57	4
23	60		8								15	9	6	57	4
24	60		8								15	9	6	57	4
25	60	10	8	19	15						15	9	6	57	4
26	60		8								16	9	6	57	4
27	60		8								16	10	6	60	4
28	60		8								16	10	6	60	4
29	60		8								16	10	6	60	4
30	60		8			56	9	1,8	10	14	16	10	6	60	4
31	63		8								16	10	6	60	4
32	63		8								16	10	6	60	4
33	63		8								16	10	6	60	4
34	63		8								16	10	6	60	4
35	63	11	8	20	16						16	10	6	60	4
36	63		8								17	10	6	60	4
37	63		8								17	10	6	60	4
38	63		8								17	10	7	60	5
39	63		8								17	10	7	60	5
40	63		8								17	10	7	60	5
41	63		8								17	10	7	60	5
42	63		8								17	10	7	60	5
43	63		8								17	10	7	60	5
44	63		8								17	11	7	63	5
45	63	11	8	23	19	56	9	3,3	14	18	17	11	7	63	5
46	63		8								17	11	7	63	5
47	63		8								17	11	7	63	5
48	63		8								17	11	7	63	5
49	63		8								17	11	7	63	5
50	63		8								18	11	7	63	5
51	66		8								18	11	7	63	5
52	66		8								18	11	7	63	5
53	66		8								18	11	7	63	5
54	66		8								18	11	7	63	5
55	66	12	8	21	17						18	11	7	63	5
56	66		8								18	11	7	63	5
57	66		8								18	11	7	63	5
58	66		8								18	11	7	63	5
59	66		8								18	11	7	63	5
60	66		8								18	11	7	63	5
61	73		8								18	11	7	63	5
62	73		8								18	11	7	63	5
63	73		8								18	11	7	63	5
64	73		8								18	11	7	63	5
65	73		8								18	11	7	63	5
66	73	14	8	23	19						18	11	7	63	5
67	73		8								18	11	7	63	5
68	73		8								18	11	7	63	5
69	73		8								18	11	7	63	5
70	73		8								19	11	7	63	5
71	77		10								19	11	7	63	5
72	77		10								19	11	7	63	5
73	77		10								19	12	7	66	5
74	77		10								19	12	7	66	5
75	77		10								19	12	7	66	5
76	77		10								19	12	7	66	5
77	77		10								19	12	7	66	5
78	77	15	10	25	21						19	12	7	66	5
79	77		10								19	12	7	66	5
80	77		10								19	12	7	66	5



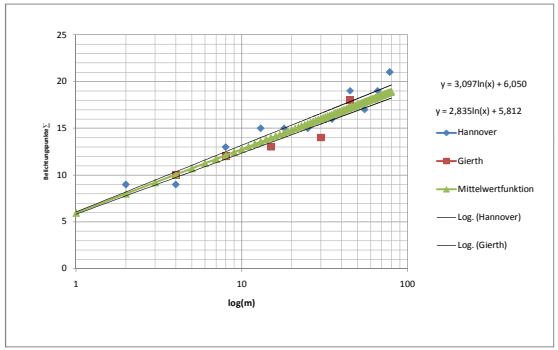
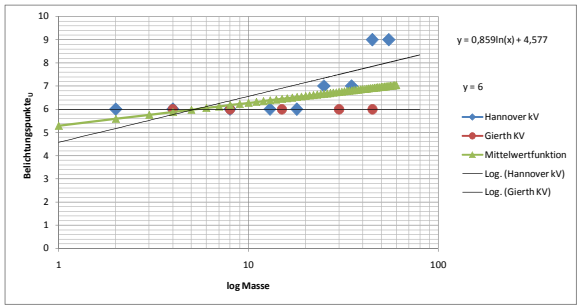


Tabelle zur Erstellung neuer Einstellwerte

Karpus_lat

Masse in [kg]	U-Hannover in [kV]	KV-BP's-Hannover	mAs-Hannover	∑-BP's Hannover	Korregierte ∑BP's (Raster)	U-Gierth in [kV]	KV-BP's-Gierth	mAs-Giert	∑-BP's Gierth	Korregierte ∑BP's (FFA+1)	∑BP nach Fkt.	kV-BP nach Fkt.	mAs-BP	*kV*	*mAs*
1	50		6,3								8	5	3	50	2,5
2	50	6	6,3	14	10						9	6	3	50	2,5
3	50		6,3								9	6	4	50	2,5
4	50	6	6,3	14	10	50	6	0,9	6	10	10	6	4	50	2,5
5	50		6,3								10	6	4	50	2,5
6	50		6,3								10	6	4	50	2,5
7	50		6,3								10	6	4	50	2,5
8	50	6	6,3	14	10	50	6	0,9	6	10	11	6	4	50	2,5
9	50		6,3								11	6	5	50	3,5
10	50		6,3								11	6	5	50	3,5
11	50		6,3								11	6	5	50	3,5
12	50		6,3								11	6	5	50	3,5
13	50	6	6,3	14	10						11	6	5	50	3,5
14	50		6,3								11	6	5	50	3,5
15	50		6,3			50	6	1,5	8	12	11	6	5	50	3,5
16	50		6,3								12	6	5	50	3,5
17	50		6,3								12	7	5	52	3,5
18	50	6	6,3	14	10						12	7	5	52	3,5
19	50		6,3								12	7	5	52	3,5
20	50		6,3								12	7	5	52	3,5
21	52		8,0								12	7	5	52	3,5
22	52		8,0								12	7	5	52	3,5
23	52		8,0								12	7	5	52	3,5
24	52		8,0								12	7	5	52	3,5
25	52	7	8,0	16	12						12	7	6	52	4
26	52		8,0								12	7	6	52	4
27	52		8,0								12	7	6	52	4
28	52		8,0								12	7	6	52	4
29	52		8,0								12	7	6	52	4
30	52		8,0			50	6	1,8	9	13	12	7	6	52	4
31	52		8,0								12	7	6	52	4
32	52		8,0								13	7	6	52	4
33	52		8,0								13	7	6	52	4
34	52		8,0								13	7	6	52	4
35	52	7	8,0	16	12						13	7	6	52	4
36	52		8,0								13	7	6	52	4
37	52		8,0								13	7	6	52	4
38	52		8,0								13	7	6	52	4
39	52		8,0								13	7	6	52	4
40	52		8,0								13	7	6	52	4
41	57		8,0								13	7	6	52	4
42	57		8,0								13	7	6	52	4
43	57		8,0								13	7	6	52	4
44	57		8,0								13	7	6	52	4
45	57	9	8,0	18	14	50	6	2,1	9	13	13	7	6	52	4
46	57		8,0								13	7	6	52	4
47	57		8,0								13	7	6	52	4
48	57		8,0								13	7	6	52	4
49	57		8,0								13	7	6	52	4
50	57		8,0								13	7	6	52	4
51	57		8,0								13	7	6	52	4
52	57		8,0								13	7	6	52	4
53	57		8,0								13	7	6	52	4
54	57		8,0								13	7	6	52	4
55	57	9	8,0	18	14						13	7	6	52	4
56	57		8,0								13	7	6	52	4
57	57		8,0								13	7	6	52	4
58	57		8,0								13	7	6	52	4
59	57		8,0								13	7	6	52	4
60	57		8,0								13	7	6	52	4



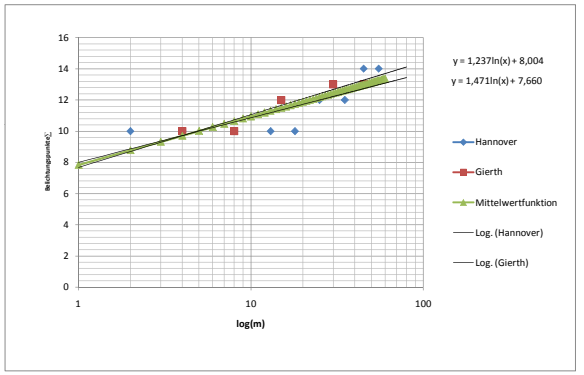
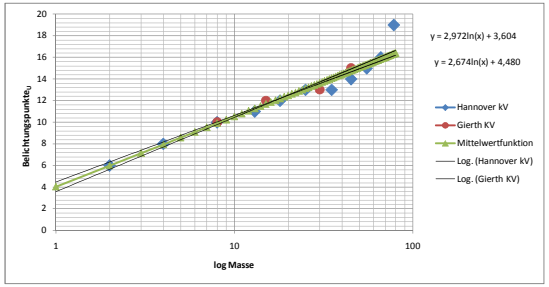


Tabelle zur Erstellung neuer Einstellwerte

HD

Masse in [kg]	U-Hannover in [kV]	KV-BP's-Hannover	mAs-Hannover	∑-BP's Hannover	Korregierte ∑BP's (Raster)	U-Gierth in [kV]	KV-BP's-Gierth	mAs-Giert	∑-BP's Gierth	Korregierte ∑BP's (FFA+1)
1	50		8,0							
2	50	6	8,0	15	11					
3	55		8,0							
4	55	8	8,0	17	13					
5	55		8,0							
6	60		8,0							
7	60		8,0							
8	60	10	8,0	19	19	60	10	3,3	15	19
9	60		8,0							
10	60		8,0							
11	63		8,0							
12	63		8,0							
13	63	11	8,0	20	20					
14	63		8,0							
15	63		8,0			66	12	3,3	17	21
16	66		8,0							
17	66		8,0							
18	66	12	8,0	21	21					
19	66		8,0							
20	66		8,0							
21	70		8,0							
22	70		8,0							
23	70		8,0							
24	70		8,0							
25	70	13	8,0	22	22					
26	70		8,0							
27	70		8,0							
28	70		8,0							
29	70		8,0							
30	70		8,0			70	13	4,5	19	23
31	70		10,0							
32	70		10,0							
33	70		10,0							
34	70		10,0							
35	70	13	10,0	23	23					
36	70		10,0							
37	70		10,0							
38	70		10,0							
39	70		10,0							
40	70		10,0							
41	73		10,0							
42	73		10,0							
43	73		10,0							
44	73		10,0							
45	73	14	10,0	24	24	76	15	5,1	22	26
46	73		10,0							
47	73		10,0							
48	73		10,0							
49	73		10,0							
50	73		10,0							
51	77		10,0							
52	77		10,0							
53	77		10,0							
54	77		10,0							
55	77	15	10,0	25	25					
56	77		10,0							
57	77		10,0							
58	77		10,0							
59	77		10,0							
60	77		10,0							
61	81		12,0							
62	81		12,0							
63	81		12,0							
64	81		12,0							
65	81		12,0							
66	81	16	12,0	27	27					
67	81		12,0							
68	81		12,0							
69	81		12,0							
70	81		12,0							
71	96		12,0							
72	96		12,0							
73	96		12,0							
74	96		12,0							
75	96		12,0							
76	96		12,0							
77	96		12,0							
78	96	19	12,0	30	30					
79	96		12,0							
80	96		12,0							

∑BP nach Fkt.	kV-BP nach Fkt.	mAs-BP	*kV*	*mAs*
9	4	5	52	4
12	6	6	52	4
14	7	7	52	5
15	8	7	52	5
16	9	7	57	5
17	9	8	60	6,3
17	10	8	60	6,3
18	10	8	60	6,3
18	10	8	60	6,3
19	11	8	63	8
19	11	9	63	8
20	11	9	63	8
20	11	9	63	8
20	11	9	63	8
21	12	9	66	8
21	12	9	66	8
21	12	9	66	8
21	12	9	66	8
22	12	9	66	8
22	12	9	66	8
22	13	9	70	8
22	13	9	70	8
22	13	10	70	10
23	13	10	70	10
23	13	10	70	10
23	13	10	70	10
23	13	10	70	10
23	13	10	70	10
23	14	10	73	10
24	14	10	73	10
24	14	10	73	10
24	14	10	73	10
24	14	10	73	10
24	14	10	73	10
24	14	10	73	10
24	14	10	73	10
25	14	10	73	10
25	14	10	73	10
25	14	10	73	10
25	15	10	77	10
25	15	10	77	10
25	15	10	77	10
25	15	10	77	10
25	15	10	77	10
25	15	11	77	12,5
25	15	11	77	12,5
26	15	11	77	12,5
26	15	11	77	12,5
26	15	11	77	12,5
26	15	11	77	12,5
26	15	11	77	12,5
26	15	11	77	12,5
26	15	11	77	12,5
26	15	11	77	12,5
26	15	11	77	12,5
26	15	11	77	12,5
26	16	11	81	12,5
26	16	11	81	12,5
26	16	11	81	12,5
27	16	11	81	12,5
27	16	11	81	12,5
27	16	11	81	12,5
27	16	11	81	12,5
27	16	11	81	12,5
27	16	11	81	12,5
27	16	11	81	12,5
27	16	11	81	12,5
27	16	11	81	12,5
27	16	11	81	12,5
27	16	11	81	12,5
27	16	11	81	12,5
27	16	11	81	12,5
28	16	11	81	12,5
28	16	11	81	12,5
28	16	11	81	12,5
28	16	11	81	12,5



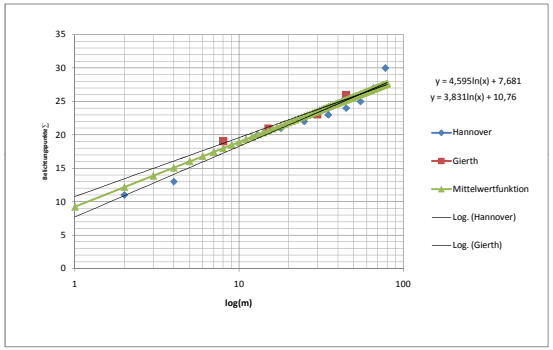
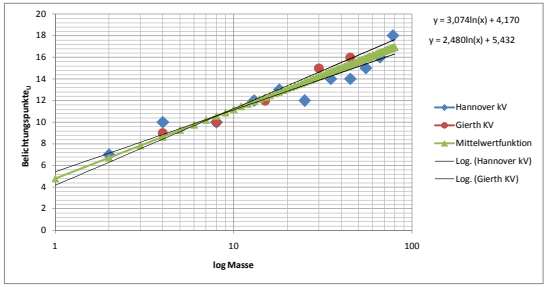


Tabelle zur Erstellung neuer Einstellwerte

Becken

Masse in [kg]	U-Hannover in [kV]	KV-BP's-Hannover	mAs-Hannover	∑-BP's Hannover	Korregierte ∑BP's (Raster)	U-Gierth in [kV]	KV-BP's-Gierth	mAs-Giert	∑-BP's Gierth	Korregierte ∑BP's (FFA+1)
1	52									
2	52	7	8,0	16	12					
3	60		8,0							
4	60	10	8,0	19	15	56	9	2,1	11	15
5	60		8,0							
6	60		8,0							
7	60		8,0							
8	60	10	8,0	19	19	60	10	4,8	17	21
9	60		8,0							
10	60		8,0							
11	66		8,0							
12	66		8,0							
13	66	12	8,0	21	21					
14	66		8,0							
15	66		8,0			66	12	4,8	19	23
16	70		8,0							
17	70		8,0							
18	70	13	8,0	22	22					
19	70		8,0							
20	70		8,0							
21	66		10,0							
22	66		10,0							
23	66		10,0							
24	66		10,0							
25	66	12	10,0	22	22					
26	66		10,0							
27	66		10,0							
28	66		10,0							
29	66		10,0							
30	66		10,0			76	15	5,1	22	26
31	73		12,0							
32	73		12,0							
33	73		12,0							
34	73		12,0							
35	73	14	12,0	25	25					
36	73		12,0							
37	73		12,0							
38	73		12,0							
39	73		12,0							
40	73		12,0							
41	73		12,0							
42	73		12,0							
43	73		12,0							
44	73		12,0							
45	73	14	12,0	25	25	80	16	5,1	23	27
46	73		12,0							
47	73		12,0							
48	73		12,0							
49	73		12,0							
50	73		12,0							
51	77		12,0							
52	77		12,0							
53	77		12,0							
54	77		12,0							
55	77	15	12,0	26	26					
56	77		12,0							
57	77		12,0							
58	77		12,0							
59	77		12,0							
60	77		12,0							
61	81		12,0							
62	81		12,0							
63	81		12,0							
64	81		12,0							
65	81		12,0							
66	81	16	12,0	27	27					
67	81		12,0							
68	81		12,0							
69	81		12,0							
70	81		12,0							
71	90		12,0							
72	90		12,0							
73	90		12,0							
74	90		12,0							
75	90		12,0							
76	90		12,0							
77	90		12,0							
78	90	18	12,0	29	29					
79	90		12,0							
80	90		12,0							

∑BP nach Fkt.	kV-BP nach Fkt.	mAs-BP	kV	mAs
9	5	5	52	4
13	7	6	52	4
14	8	7	57	5
16	9	7	57	5
17	9	7	57	5
18	10	8	60	6,3
18	10	8	60	6,3
19	11	8	63	6,3
19	11	9	63	8
20	11	9	63	8
20	11	9	63	8
21	12	9	66	8
21	12	9	66	8
21	12	9	66	8
22	12	9	66	8
22	13	10	70	10
22	13	10	70	10
23	13	10	70	10
23	13	10	70	10
23	13	10	70	10
23	13	10	70	10
24	14	10	73	10
24	14	10	73	10
24	14	10	73	10
24	14	10	73	10
24	14	10	73	10
25	14	11	73	12,5
25	14	11	73	12,5
25	14	11	73	12,5
25	14	11	73	12,5
25	14	11	73	12,5
25	15	11	77	12,5
25	15	11	77	12,5
26	15	11	77	12,5
26	15	11	77	12,5
26	15	11	77	12,5
26	15	11	77	12,5
26	15	11	77	12,5
26	15	11	77	12,5
26	15	11	77	12,5
26	15	11	77	12,5
27	15	11	77	12,5
27	15	11	77	12,5
27	15	11	77	12,5
27	15	11	77	12,5
27	16	11	81	12,5
27	16	11	81	12,5
27	16	12	81	16
27	16	12	81	16
27	16	12	81	16
27	16	12	81	16
28	16	12	81	16
28	16	12	81	16
28	16	12	81	16
28	16	12	81	16
28	16	12	81	16
28	16	12	81	16
28	16	12	81	16
28	16	12	81	16
28	16	12	81	16
28	16	12	81	16
28	16	12	81	16
29	16	12	81	16
29	17	12	85	16
29	17	12	85	16
29	17	12	85	16
29	17	12	85	16
29	17	12	85	16
29	17	12	85	16
29	17	12	85	16
29	17	12	85	16
29	17	12	85	16
29	17	12	85	16



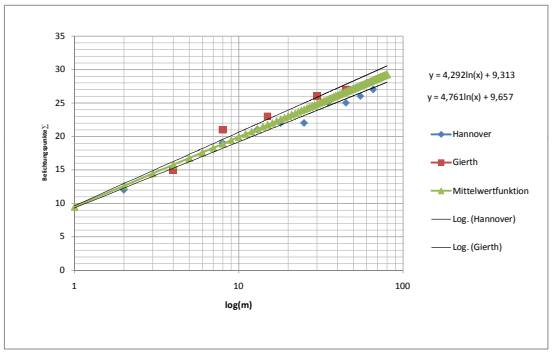
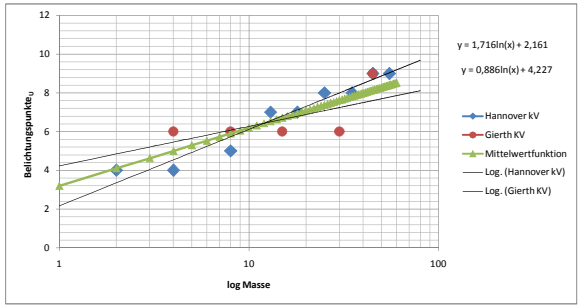


Tabelle zur Erstellung neuer Einstellwerte

Knie_ap

Masse in [kg]	U-Hannover in [kV]	KV-BP's-Hannover	mAs-Hannover	∑-BP's Hannover	Korregierte ∑BP's (Raster)	U-Gierth in [kV]	KV-BP's-Gierth	mAs-Giert	∑-BP's Gierth	Korregierte ∑BP's (FFA+1)	∑BP nach Fkt.	kV-BP nach Fkt.	mAs-BP	*kV*	*mAs*
1	46		6,3								7	3	4	46	2,5
2	46	4	6,3	12	8						8	4	4	46	2,5
3	46		6,3								9	5	4	48	2,5
4	46	4	6,3	12	8	50	6	0,9	6	10	9	5	4	48	2,5
5	46		6,3								9	5	4	48	2,5
6	48		6,3								10	6	4	50	2,5
7	48		6,3								10	6	4	50	2,5
8	48	5	6,3	13	9	50	6	1,2	7	11	10	6	4	50	2,5
9	48		6,3								10	6	4	50	2,5
10	48		6,3								11	6	4	50	2,5
11	52		6,3								11	6	4	50	2,5
12	52		6,3								11	6	5	50	3,5
13	52	7	6,3	14	10						11	7	5	52	3,5
14	52		6,3								11	7	5	52	3,5
15	52		6,3			50	6	1,5	8	12	11	7	5	52	3,5
16	52		6,3								11	7	5	52	3,5
17	52		6,3								12	7	5	52	3,5
18	52	7	6,3	14	10						12	7	5	52	3,5
19	52		6,3								12	7	5	52	3,5
20	52		6,3								12	7	5	52	3,5
21	55		6,3								12	7	5	52	3,5
22	55		6,3								12	7	5	52	3,5
23	55		6,3								12	7	5	52	3,5
24	55		6,3								12	7	5	52	3,5
25	55	8	6,3	16	12						12	7	5	52	3,5
26	55		6,3								12	7	5	52	3,5
27	55		6,3								12	7	5	52	3,5
28	55		6,3								12	8	5	55	3,5
29	55		6,3								12	8	5	55	3,5
30	55		6,3			50	6	1,8	9	13	12	8	5	55	3,5
31	55		6,3								13	8	5	55	3,5
32	55		6,3								13	8	5	55	3,5
33	55		6,3								13	8	5	55	3,5
34	55		6,3								13	8	5	55	3,5
35	55	8	6,3	16	12						13	8	5	55	3,5
36	55		6,3								13	8	5	55	3,5
37	55		6,3								13	8	5	55	3,5
38	55		6,3								13	8	5	55	3,5
39	55		6,3								13	8	5	55	3,5
40	55		6,3								13	8	5	55	3,5
41	57		6,3								13	8	5	55	3,5
42	57		6,3								13	8	5	55	3,5
43	57		6,3								13	8	5	55	3,5
44	57		6,3								13	8	5	55	3,5
45	57	9	6,3	17	13	56	9	1,5	10	14	13	8	5	55	3,5
46	57		6,3								13	8	5	55	3,5
47	57		6,3								13	8	5	55	3,5
48	57		6,3								13	8	5	55	3,5
49	57		6,3								13	8	5	55	3,5
50	57		6,3								13	8	5	55	3,5
51	57		6,3								13	8	5	55	3,5
52	57		6,3								13	8	5	55	3,5
53	57		6,3								13	8	5	55	3,5
54	57		6,3								13	8	5	55	3,5
55	57	9	6,3	17	13						13	8	5	55	3,5
56	57		6,3								14	8	5	55	3,5
57	57		6,3								14	8	5	55	3,5
58	57		6,3								14	8	5	55	3,5
59	57		6,3								14	8	5	55	3,5
60	57		6,3								14	9	5	57	3,5



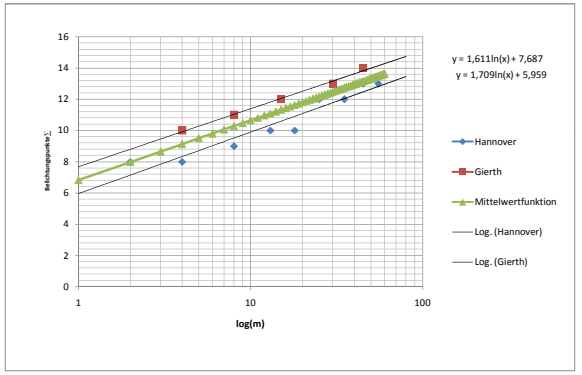
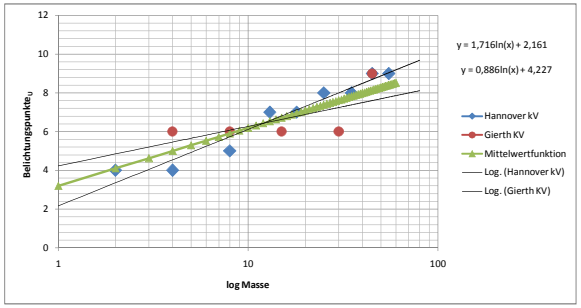


Tabelle zur Erstellung neuer Einstellwerte

Knie_lat

Masse in [kg]	U-Hannover in [kV]	KV-BP's-Hannover	mAs-Hannover	∑-BP's Hannover	Korregierte ∑BP's (Raster)	U-Gierth in [kV]	KV-BP's-Gierth	mAs-Giert	∑-BP's Gierth	Korregierte ∑BP's (FFA+1)	∑BP nach Fkt.	kV-BP nach Fkt.	mAs-BP	*kV*	*mAs*
1	46		6,3								7	3	4	46	2,5
2	46	4	6,3	12	8						8	4	4	46	2,5
3	46		6,3								9	5	4	48	2,5
4	46	4	6,3	12	8	50	6	0,9	6	10	9	5	4	48	2,5
5	46		6,3								9	5	4	48	2,5
6	48		6,3								10	6	4	50	2,5
7	48		6,3								10	6	4	50	2,5
8	48	5	6,3	13	9	50	6	1,2	7	11	10	6	4	50	2,5
9	48		6,3								10	6	4	50	2,5
10	48		6,3								11	6	4	50	2,5
11	52		6,3								11	6	4	50	2,5
12	52		6,3								11	6	5	50	3,5
13	52	7	6,3	14	10						11	7	5	52	3,5
14	52		6,3								11	7	5	52	3,5
15	52		6,3			50	6	1,5	8	12	11	7	5	52	3,5
16	52		6,3								11	7	5	52	3,5
17	52		6,3								12	7	5	52	3,5
18	52	7	6,3	14	10						12	7	5	52	3,5
19	52		6,3								12	7	5	52	3,5
20	52		6,3								12	7	5	52	3,5
21	55		6,3								12	7	5	52	3,5
22	55		6,3								12	7	5	52	3,5
23	55		6,3								12	7	5	52	3,5
24	55		6,3								12	7	5	52	3,5
25	55	8	6,3	16	12						12	7	5	52	3,5
26	55		6,3								12	7	5	52	3,5
27	55		6,3								12	7	5	52	3,5
28	55		6,3								12	8	5	55	3,5
29	55		6,3								12	8	5	55	3,5
30	55		6,3			50	6	1,8	9	13	12	8	5	55	3,5
31	55		6,3								13	8	5	55	3,5
32	55		6,3								13	8	5	55	3,5
33	55		6,3								13	8	5	55	3,5
34	55		6,3								13	8	5	55	3,5
35	55	8	6,3	16	12						13	8	5	55	3,5
36	55		6,3								13	8	5	55	3,5
37	55		6,3								13	8	5	55	3,5
38	55		6,3								13	8	5	55	3,5
39	55		6,3								13	8	5	55	3,5
40	55		6,3								13	8	5	55	3,5
41	57		6,3								13	8	5	55	3,5
42	57		6,3								13	8	5	55	3,5
43	57		6,3								13	8	5	55	3,5
44	57		6,3								13	8	5	55	3,5
45	57	9	6,3	17	13	56	9	1,5	10	14	13	8	5	55	3,5
46	57		6,3								13	8	5	55	3,5
47	57		6,3								13	8	5	55	3,5
48	57		6,3								13	8	5	55	3,5
49	57		6,3								13	8	5	55	3,5
50	57		6,3								13	8	5	55	3,5
51	57		6,3								13	8	5	55	3,5
52	57		6,3								13	8	5	55	3,5
53	57		6,3								13	8	5	55	3,5
54	57		6,3								13	8	5	55	3,5
55	57	9	6,3	17	13						13	8	5	55	3,5
56	57		6,3								14	8	5	55	3,5
57	57		6,3								14	8	5	55	3,5
58	57		6,3								14	8	5	55	3,5
59	57		6,3								14	8	5	55	3,5
60	57		6,3								14	9	5	57	3,5



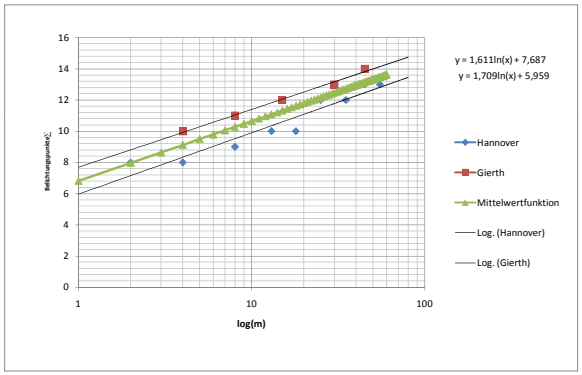
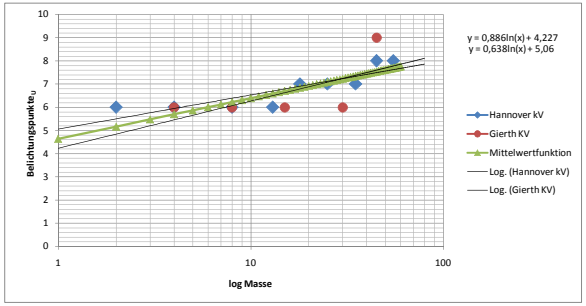
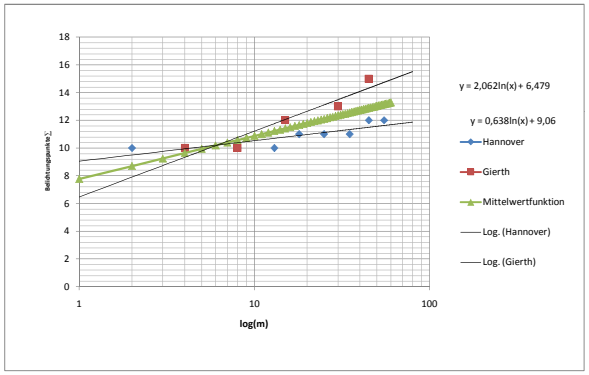


Tabelle zur Erstellung neuer Einstellwerte

Tarsus_lat

Masse in [kg]	U-Hannover in [kV]	KV-BP's-Hannover	mAs-Hannover	∑-BP's Hannover	Korregierte ∑BP's (Raster)	U-Gierth in [kV]	KV-BP's-Gierth	mAs-Giert	∑-BP's Gierth	Korregierte ∑BP's (FFA+1)	∑BP nach Fkt.	kV-BP nach Fkt.	mAs-BP	*kV*	*mAs*
1	50		6,3								8	5	3	48	2,5
2	50	6	6,3	14	10						9	5	4	48	2,5
3	50		6,3								9	5	4	48	2,5
4	50	6	6,3	14	10	50	6	0,9	6	10	10	6	4	50	2,5
5	50		6,3								10	6	4	50	2,5
6	50		6,3								10	6	4	50	2,5
7	50		6,3								10	6	4	50	2,5
8	50	6	6,3	14	10	50	6	0,9	6	10	11	6	4	50	2,5
9	50		6,3								11	6	4	50	2,5
10	50		6,3								11	6	4	50	2,5
11	50		6,3								11	6	5	50	3,5
12	50		6,3								11	7	5	52	3,5
13	50	6	6,3	14	10						11	7	5	52	3,5
14	50		6,3								11	7	5	52	3,5
15	50		6,3			50	6	1,5	8	12	11	7	5	52	3,5
16	52		6,3								12	7	5	52	3,5
17	52		6,3								12	7	5	52	3,5
18	52	7	6,3	15	11						12	7	5	52	3,5
19	52		6,3								12	7	5	52	3,5
20	52		6,3								12	7	5	52	3,5
21	52		6,3								12	7	5	52	3,5
22	52		6,3								12	7	5	52	3,5
23	52		6,3								12	7	5	52	3,5
24	52		6,3								12	7	5	52	3,5
25	52	7	6,3	15	11						12	7	5	52	3,5
26	52		6,3								12	7	5	52	3,5
27	52		6,3								12	7	5	52	3,5
28	52		6,3								12	7	5	52	3,5
29	52		6,3								12	7	5	52	3,5
30	52		6,3			50	6	1,8	9	13	12	7	5	52	3,5
31	52		6,3								12	7	5	52	3,5
32	52		6,3								12	7	5	52	3,5
33	52		6,3								12	7	5	52	3,5
34	52		6,3								13	7	5	52	3,5
35	52	7	6,3	15	11						13	7	5	52	3,5
36	52		6,3								13	7	5	52	3,5
37	52		6,3								13	7	5	52	3,5
38	52		6,3								13	7	5	52	3,5
39	52		6,3								13	7	5	52	3,5
40	52		6,3								13	7	5	52	3,5
41	55		6,3								13	7	5	52	3,5
42	55		6,3								13	7	5	52	3,5
43	55		6,3								13	8	5	55	3,5
44	55		6,3								13	8	5	55	3,5
45	55	8	6,3	16	12	56	9	1,5	11	15	13	8	5	55	3,5
46	55		6,3								13	8	5	55	3,5
47	55		6,3								13	8	5	55	3,5
48	55		6,3								13	8	5	55	3,5
49	55		6,3								13	8	5	55	3,5
50	55		6,3								13	8	5	55	3,5
51	55		6,3								13	8	5	55	3,5
52	55		6,3								13	8	5	55	3,5
53	55		6,3								13	8	5	55	3,5
54	55		6,3								13	8	5	55	3,5
55	55	8	6,3	16	12						13	8	5	55	3,5
56	55		6,3								13	8	5	55	3,5
57	55		6,3								13	8	6	55	4
58	55		6,3								13	8	6	55	4
59	55		6,3								13	8	6	55	4
60	55		6,3								13	8	6	55	4





Messwerte zur Untersuchung der Korrelation von Schulterhöhe und mAs

KÖRPERTEIL / BEREICH	GEWICHT	SCHULTER -HÖHE	KV	mAs	Dosisindikator (LgM) ideal 2	normierte mAs
Abdomen ap	66	90	91	11,6	1,77	19,70
Abdomen ap	66	90	91	15,7	1,84	22,69
Abdomen ap	10,35	32	70	6,79	1,77	11,53
Abdomen lat	35,6	57	85	3,44	1,44	12,5
Abdomen lat	32	42	85	5,47	1,71	10,7
Abdomen lat	38	58	85	2,24	1,57	6,0
Abdomen lat	9,9	25	70	4,88	1,64	11,2
Abdomen lat	26	59	85	2,3	1,57	6,2
Abdomen lat	6,6	25	70	3,86	1,71	7,5
Abdomen lat	45	52	85	5,83	1,54	16,8
Abdomen lat	24,8	51	85	3,56	1,7	7,1
Abdomen lat	39	60	85	3,56	1,66	7,8
Abdomen lat	41,8	62	85	5,6	1,64	12,8
Abdomen lat	40	71	85	4,02	1,64	9,2
Abdomen lat	46	59	85	7,75	1,77	13,2
Abdomen lat	23	55	85	3,19	1,61	7,8
Abdomen lat	6,35	30	70	4,23	1,84	6,1
Abdomen lat	7,8	25	70	3,9	1,67	8,3
Abdomen lat	4,8	23	60	3,9	2,2	2,5
Abdomen lat	21,8	75	85	2	1,41	7,78
Abdomen lat	6,65	45	60	6,9	1,64	15,81
Abdomen lat	35	62	85	4,21	1,74	7,66
Abdomen lat	26	62	85	2,27	1,44	8,24
Abdomen lat	4	23	60	3,27	1,97	3,50
Abdomen lat	57	65	91	7,17	1,44	26,03
Abdomen lat	3,1	23	60	3,9	1,94	4,48
Abdomen lat	3,75	36	60	3,7	1,64	8,48
Abdomen lat	4,25	35	60	5,4	1,77	9,17
Abdomen lat	4,25	35	60	4,8	1,71	9,36
Abdomen lat	6,5	27	70	3,6	1,67	7,70
Abdomen lat	6,5	23	60	3,5	2,03	3,27
Abdomen lat	12,6	48	60	14,9	1,84	21,54
Abdomen lat	17,4	58	73	5,48	1,51	16,93
Abdomen lat	34,3	63	85	5,13	1,57	13,81
Abdomen lat	44,6	68	85	4,91	1,57	13,22
Abdomen lat	66	90	91	5,85	1,7	11,67
Abdomen lat	10,35	32	70	8,23	1,84	11,90
Becken	32	42	73	12,5	2,2	7,9
Becken	4,8	23	52	8	1,9	10,1
Becken	28	60	66	10	2,13	7,4
BWS	26	59	77	8	2,07	6,8
BWS	3,75	40	60	8	2,23	4,71
BWS	34,3	63	81	10	2,13	7,41
Ellenbogen ap	24	48	60	8	2,2	5,0
Ellenbogen ap	20	43	55	6,3	2,23	3,7
Ellenbogen ap	20	43	60	8	2,49	2,6
Ellenbogen ap	46,5	60	57	6,3	2,16	4,4
Ellenbogen ap	5	25	48	6,3	1,94	7,2
Ellenbogen ap	24	48	63	8	2,43	3,0
Ellenbogen ap	24	48	63	8	2,53	2,4
Ellenbogen ap	46	59	63	8	2,33	3,7
Ellenbogen ap	46	59	63	8	2,39	3,3
Ellenbogen ap	41	62	63	8	2,23	4,7

Messwerte zur Untersuchung der Korrelation von Schulterhöhe und mAs

KÖRPERTEIL / BEREICH	GEWICHT	SCHULTER -HÖHE	KV	mAs	Dosisindikator (LgM) ideal 2	normierte mAs
Ellenbogen ap	41	62	63	8	2,43	3,0
Ellenbogen ap	22	55	60	8	2,26	4,40
Ellenbogen ap	22	55	60	8	2,16	5,53
Ellenbogen lat	24	48	55	6,3	1,9	7,9
Ellenbogen lat	20	43	60	6,3	2,23	3,7
Ellenbogen lat	20	43	60	8	2,26	4,4
Ellenbogen lat	26	59	55	6,3	2,33	2,9
Ellenbogen lat	26	59	55	6,3	2,26	3,5
Ellenbogen lat	46,5	60	63	8	2,33	3,7
Ellenbogen lat	5	25	52	6,3	2,23	3,7
Ellenbogen lat	24	48	57	6,3	2,36	2,8
Ellenbogen lat	46	59	57	6,3	2,16	4,4
Ellenbogen lat	46	59	57	6,3	2,16	4,4
Ellenbogen lat	41	62	57	6,3	2,23	3,7
Ellenbogen lat	41	62	57	6,3	2,23	3,7
Ellenbogen lat	22	55	55	6,3	2,16	4,36
Ellenbogen lat	22	55	55	6,3	1,97	6,75
Ellenbogen lat	26	60	50	6,3	2,16	4,36
Hals	11	42	55	10	1,97	10,7
HD	32	42	70	10	2,1	7,9
HD	26	59	70	8	2,16	5,5
HD	4,8	23	50	8	2,13	5,9
HD	45	52	73	10	1,97	10,7
HD	2,8	33	50	8	1,94	9,19
HD	4,8	33	50	8	2	8,00
HD	3,75	40	55	8	2,16	5,53
HD	12,3	40	63	8	2,1	6,35
HD	17,4	58	66	8	2,16	5,53
HD	10,35	32	60	8	2,07	6,81
HD	26,4	95	70	8	2,13	5,93
Humerus	24	48	63	6,3	2,3	3,2
Humerus lat	4	23	50	5	1,97	5,4
HWS	38	55	50	8	1,64	18,3
HWS	38	55	50	8	1,71	15,6
HWS	26	62	66	8	1,77	13,59
HWS ap	45	70	70	8	1,84	11,6
HWS lat	45	70	70	8	1,97	8,6
Karp lat	35	75	52	8	2,13	5,93
KG ap	35	75	57	8	2,16	5,53
KG ap	35	75	57	8	2,43	2,97
Kiefer ap	4	23	55	10	2,46	3,5
Kiefer lat	4	23	52	10	2,3	5,0
Knie ap	7,2	31	55	8	2,26	4,4
Knie lat	45	52	57	6,3	2,23	3,7
Knie lat	45	52	57	6,3	2,13	4,7
Knie lat	7,2	31	48	6,3	2,07	5,4
Knie lat	3,8	33	46	6,3	1,94	7,23
Knie lat	10,35	32	48	6,3	1,94	7,23
LWS	26	59	73	10	2,13	7,4
LWS	3,75	40	60	8	2,16	5,53
LWS	34,3	63	81	10	1,94	11,48
LWS	5	25	57	8	2,26	4,40
LWS	26,4	95	73	10	1,94	11,48

Messwerte zur Untersuchung der Korrelation von Schulterhöhe und mAs

KÖRPERTEIL / BEREICH	GEWICHT	SCHULTER -HÖHE	KV	mAs	Dosisindikator (LgM) ideal 2	normierte mAs
Pfote	34,5	50	57	8	2,53	2,4
Pfote ap	35	95	57	8	2,53	2,36
Pfote lat	35	95	52	8	2,36	3,49
Rad. Ulma ap	26	60	50	8	2,03	7,47
Rad. Ulma ap	37,5	100	57	6,3	2,36	2,75
Rad. Ulma lat	37,5	100	52	6,3	2,23	3,71
Rad. Ulna ap	33	43	57	6,3	2,3	3,2
Rad. Ulna lat	33	43	52	6,3	2,2	4,0
Schädel ap	35,6	57	63	12	2,1	9,5
Schädel ap	41	62	66	12,5	2,13	9,3
Schädel ap	3	32	55	12,5	2,59	3,21
Schädel lat	35,6	57	60	12	2,13	8,9
Schädel lat	41	62	60	12,5	2,16	8,6
Schädel lat	3	32	52	12,5	2,39	5,09
Schädel lat	11,7	60	55	12,5	2,2	7,89
Schulter	20	43	60	6,3	2,1	5,0
Schulter	20	43	60	6,3	2,13	4,7
Schulter ap	9,5	30	55	8	1,8	12,7
Schulter lat	9,5	30	52	6,3	2,1	5,0
Schulter lat	12,3	40	55	6,3	1,84	9,11
Schulter lat	12,3	40	55	6,3	2,03	5,88
Thorax ap	48		85	9,14	1,74	16,6
Thorax ap	11	42	63	13,6	2,16	9,4
Thorax ap	4,25	35	55	6,6	2	6,60
Thorax ap	4,23	35	57	6,88	2,1	5,46
Thorax lat	40	59	73	11,5	1,84	16,6
Thorax lat	35,6	57	70	4,24	1,61	10,4
Thorax lat	35,6	57	70	3,79	1,54	10,9
Thorax lat	32		73	6,92	1,8	11,0
Thorax lat	9,9	25	60	4,57	1,94	5,2
Thorax lat	9,9	25	60	4,62	1,94	5,3
Thorax lat	26	59	70	3,43	1,9	4,3
Thorax lat	38	55	70	8,62	1,77	14,6
Thorax lat	38	55	70	6,25	1,8	9,9
Thorax lat	6,6	25	60	6,9	2,03	6,4
Thorax lat	45	52	73	10	1,97	10,7
Thorax lat	41	62	73	6,8	1,9	8,6
Thorax lat	40,5	60	70	13,3	1,97	14,3
Thorax lat	40	71	70	5,05	1,87	6,8
Thorax lat	11	42	60	6,58	1,9	8,3
Thorax lat	56	65	73	16,6	1,9	20,9
Thorax lat	24	50	70	3,18	1,87	4,3
Thorax lat	7,8	25	60	4,29	1,87	5,8
Thorax lat	38	58	70	4,3	1,87	5,8
Thorax lat	39	60	70	6,31	1,9	7,9
Thorax lat	39	60	70	5,73	1,9	7,2
Thorax lat	24,8	51	70	3,82	2,03	3,6
Thorax lat	4,1	33	52	11,8	2,23	6,95
Thorax lat	5,1	33	52	7,96	2,1	6,32
Thorax lat	6,5	27	60	7,7	2,03	7,19
Thorax lat	17,4	58	66	4	1,8	6,34
Thorax lat	44,6	68	73	7,2	1,8	11,41
Thorax lat	6,65	45	70	4,51	1,9	5,68

Messwerte zur Untersuchung der Korrelation von Schulterhöhe und mAs

KÖRPERTEIL / BEREICH	GEWICHT	SCHULTER -HÖHE	KV	mAs	Dosisindikator (LgM) ideal 2	normierte mAs
Thorax lat	10,35	32	60	8,15	1,94	9,36
Thorax lat	26	62	70	3,9	1,67	8,34
Thorax lat	3,75	36	55	6	2,07	5,11
Thorax lat	4,25	35	55	7,54	2	7,54
Thorax lat	6,5	23	52	11,2	2	11,20
Thorax lat	6,5	23	52	11,7	2,03	10,92
Thorax lat	12,3	40	60	6,9	1,97	7,39
Thorax lat	34,3	63	70	4,51	1,64	10,33
Thorax lat	40	85	70	6,8	1,94	7,81
Thorax lat	21,8	75	70	2,91	1,64	6,67
Thorax lat	12,6	48	60	10,9	1,97	11,68
Thorax lat	26,4	49	70	5,1	1,87	6,88

