



VETRADIOLOGIE  
Radiology made easy

## MODUL 10

### gutes Bild - schlechtes Bild

Kenngößen der Bildqualität – Teil 2

Antje Hartmann

Dr. med. vet., Dipl. ECVI, MRCVS  
European Specialist in Veterinary Diagnostic Imaging  
FTÄ Radiologie & andere bildgebende Verfahren

www.vetradiologie.de  
a.hartmann@vetradiologie.de



---

---

---

---

---

---

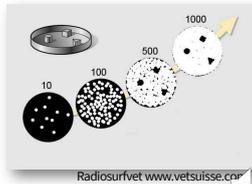
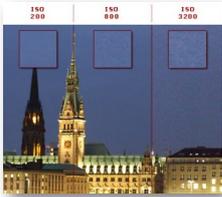
---

---

### Kontrast digitales Röntgen



- > Besser: Signal-zu-Rausch-Verhältnis (SNR)
- > SNR: Gibt Verhältnis von detektiertem (gewünschtem) Signal (Röntgenstrahlen) zu unerwünschtem Signal
- > Signal muss größer sein als Rauschen



Radiosurfvet www.vetsuisse.com

---

---

---

---

---

---

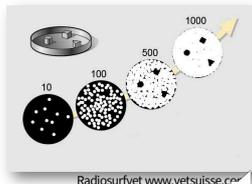
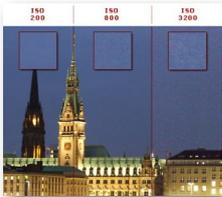
---

---

### Kontrast digitales Röntgen



- > Besser: Signal-zu-Rausch-Verhältnis (SNR)
- > SNR: Gibt Verhältnis von detektiertem (gewünschtem) Signal (Röntgenstrahlen) zu unerwünschtem Signal
- > Signal muss größer sein als Rauschen



Radiosurfvet www.vetsuisse.com

---

---

---

---

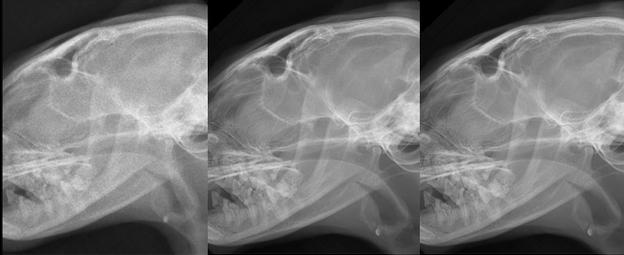
---

---

---

---

### Über- und Unterbelichtung - digitales Röntgen



unterbelichtet  
42 kV, 2 mAs

gute Belichtung  
42 kV, 16 mAs

überbelichtet  
42 kV, 32 mAs



---

---

---

---

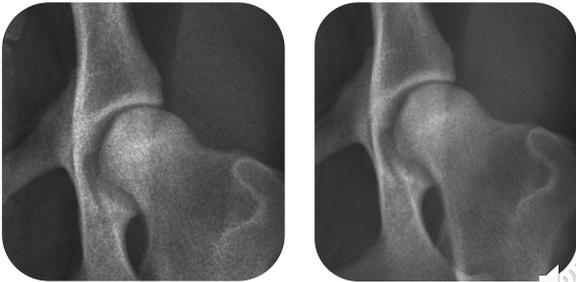
---

---

---

---

### Kontrast digitales Röntgen Signal-zu-Rausch-Verhältnis



---

---

---

---

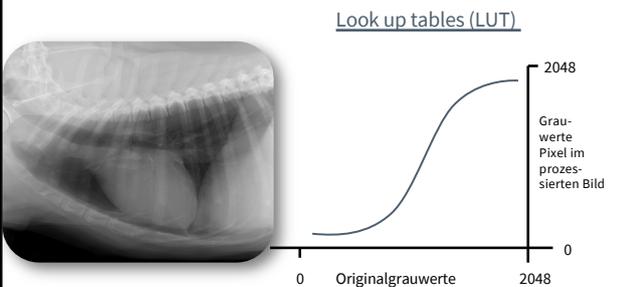
---

---

---

---

### Kontrast digitales Röntgen



---

---

---

---

---

---

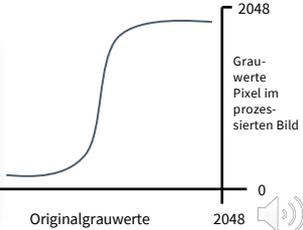
---

---

**Kontrast digitales Röntgen** 

Look up tables (LUT)

Original



0 Originalgrauwerte 2048

0 2048 Grauwerte Pixel im prozessierten Bild




---

---

---

---

---

---

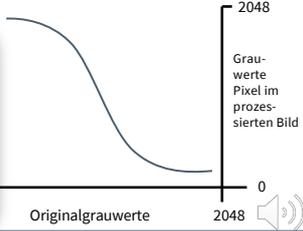
---

---

**Kontrast digitales Röntgen** 

Look up tables (LUT)

Original



0 Originalgrauwerte 2048

0 2048 Grauwerte Pixel im prozessierten Bild




---

---

---

---

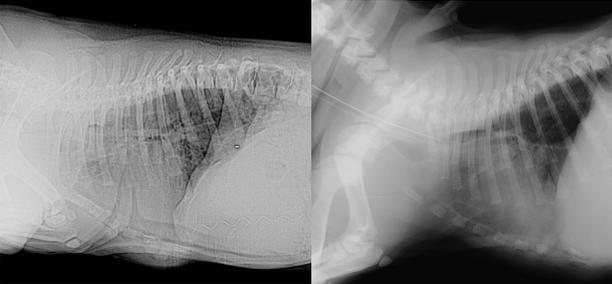
---

---

---

---

**Cave** 



Kontrast- / Kantenanhebung  
**Gefahr!! Befundunterdrückung**




---

---

---

---

---

---

---

---

**Cave**



Kontrast-/ Kantenanhebung  
**Gefahr:** Befundunterdrückung




---

---

---

---

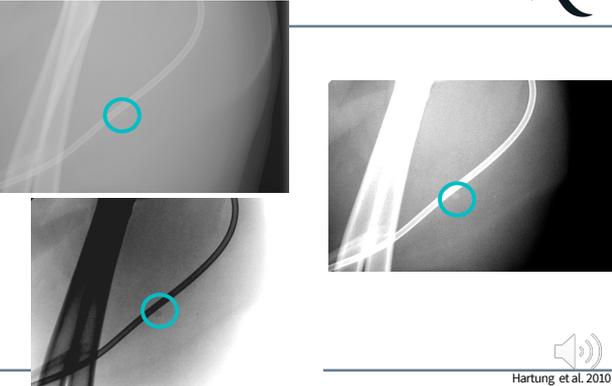
---

---

---

---

**Fensterung**

Hartung et al. 2010

---

---

---

---

---

---

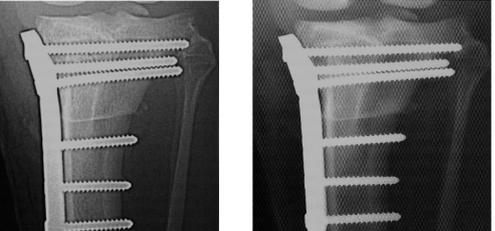
---

---

**Cave**



> Überschwinger Artefakt infolge zu starker Kantenanhebung



Überschwinger Artefakt um Schrauben im Knochen  
 Kein Überschwinger Artefakt mehr durch Reduktion der Kantenhebung

Hartung et al. 2010

---

---

---

---

---

---

---

---

## Belichtung



### Optimale Belichtung

Nicht möglich für jedes Objekt und jede Fragestellung

### Problem

- > Große Unterschiede in Dichte und Dicke
- > Unvorhersehbare pathologische Zustände (Pneumothorax / Pleuraerguss)



ClaudiaWollesen pixabay

947051 pixabay

---

---

---

---

---

---

---

---

## Belichtung



Wahl wird beeinflusst durch

- > Objekt (Größe, Dichte)
- > Röntgengerät (Strahlenausbeute)
- > Abstand Fokus-Objekt (-Film)
- > Verstärkerfolien / Film versus Detektorsystem
- > Filmverarbeitung
- > Streustrahlenraster



---

---

---

---

---

---

---

---

## Belichtung



### Daher möglichst viele Faktoren konstant halten

- Abstand Fokus-Objekt (-Film)
- Verstärkerfolien / Film
- Filmverarbeitung (Streustrahlenraster)

### Basis:

Dickenmessung/Gewicht



Stevepixabay

---

---

---

---

---

---

---

---

## Belichtung



Belichtungsprofilraum	± 1 Belichtungspunkt (BP)
Patientendicke	im Allgemeinen: ± 1 cm entspricht ± 1 BP Ausnahme Thorax: ± 1,5 cm entspricht ± 1 BP
Röhrenstromzeitprodukt (mAs)	doppeltes bzw. halbes mAs-Produkt: ± 3 BP von Wert zu Wert je 1 BP
Röhrenspannung (kV)	40 - 50 - 60 - 70 - 80 - 90 - 100 - 110 - 120 kV 6 5 3 3 3 2 2 1 1 ± 1 BP "mittlere kV-Werte"
Fokus-Film-Abstand (FFA)	0,5 1,0 1,4 2,0 m -6 -3 10 +3 +6 BP
Verstärkerfolien	5 = 25 + 3 BP 5 = 100 + 3 BP 5 = 200 ± 0 BP (Bosung) 5 = 400 - 3 BP 5 = 800 - 6 BP
Strahleneraster	hohe Selektivität z.B. Pb 12/60 mittlere Selektivität z.B. Pb 9/30 geringe Selektivität z.B. Pb 5/20 ohne Raster
Generatoren	6-Puls-Generator 50 (Bosung) 12-Puls-Generator 2-Puls-Generator
Einblendung	keine Reduzierung möglich zu großem: 50 bis + 4 BP (je nach Objektgröße, Raster und Einblendung)

Hartung et al. 2010

Allgemein:

> +/- 1cm = +/- 1BP

Thorax:

> +/- 1,5 cm = +/- 1BP

+/- 3 BP

= +/- 10kV oder  
doppelte/halbe mAs

BP = Belichtungspunkte




---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

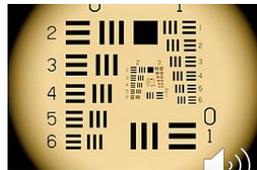
## Räumliche Auflösung



- > Fähigkeit zwei getrennte Objekte als getrennte Objekte wahrzunehmen, wenn sie kleiner werden und näher beieinanderliegen
- > Angabe der Auflösung in Linienpaaren pro Millimeter (Lp/mm) oder Hertz

Bestimmt durch Grad an Unschärfe

- > Bewegungsunschärfe
- > Geometrische Unschärfe
- > Innere Unschärfe (Film-Folien-System)
- > Matrix/ Pixelgröße (digital)




---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

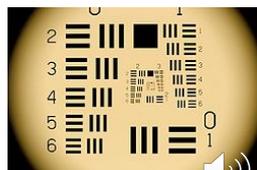
## Räumliche Auflösung



- > Fähigkeit zwei getrennte Objekte als getrennte Objekte wahrzunehmen, wenn sie kleiner werden und näher beieinanderliegen
- > Angabe der Auflösung in Linienpaaren pro Millimeter (Lp/mm) oder Hertz

Bestimmt durch Grad an Unschärfe

- > Bewegungsunschärfe
- > Geometrische Unschärfe
- > Innere Unschärfe (Film-Folien-System)
- > Matrix/ Pixelgröße (digital)




---

---

---

---

---

---

---

---

---

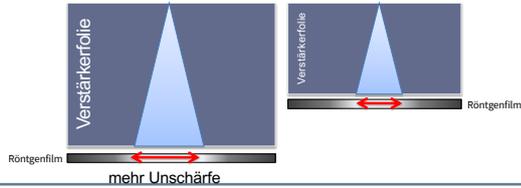
---

## Räumliche Auflösung Film-Folien Röntgen



### Größe und Verteilung Kristalle in Film und Folie Stichwort: Laterale Diffusion von Licht

- > Dicke Verstärkerfolie, Größe der Kristalle in Verstärkerfolie (sog. Körnigkeit) = Empfindlichkeit/Sensibilität/ speed (S)
- > Kontakt zwischen Film und Folie




---

---

---

---

---

---

---

---

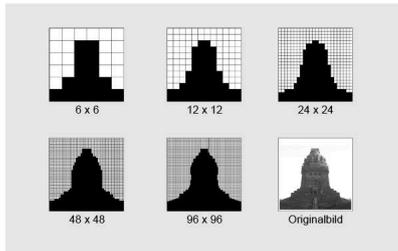
---

---

## Räumliche Auflösung digitales Röntgen



- > Abhängig von Matrix → Pixelgröße



Hartung et al. 2010

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Räumliche Auflösung digitales Röntgen



- > Bei Flachdetektoren bestimmt Abstand zwischen Pixelzentren bzw. Kantenlänge der Pixel Auflösung

Bsp:  
 Detektor 43 x 43 cm } → 2,5 Lp/mm  
 Kantenlänge Pixel 0,2 mm

- > Mindestanforderungen ACVR: 2,5 Lp/mm
- Auflösung von Strukturen bis ca. 0,3mm Größe möglich



Hartung et al. 2010

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Räumliche Auflösung



System	Lp/mm
Folienloser Film	50
Film - Folien - System	
Feinzeichnend	10
Universal	7
Hochverstärkend	5
Speicherfolie	2,5 - 5 (8)
Flachdetektor	2,5 - 4



Härtung et al. 2010

---

---

---

---

---

---

---

---



## DIGITAL VERSUS ANALOG




---

---

---

---

---

---

---

---

## Digital versus analog



	FF System	Speicherfolie	Festdetektor
DQE	20 - 25 %	20 - 45 %	Ca. 60 %
Auflösung (Lp/mm)	5 - 10	2,5 - 5 (8)	2,5 - 4
Pro	<ul style="list-style-type: none"> <li>Flexibler Einsatz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Größere Belichtungsspielraum</li> <li>Bilder stehen schneller zur Verfügung</li> <li>Kein Raumbedarf zur Bildspeicherung</li> </ul>	
Kontra	<ul style="list-style-type: none"> <li>Viele Arbeitsschritte</li> <li>Platzbedarf für Bildlagerung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Höher Anschaffungs- &amp; Unterhaltskosten als FF Systeme</li> <li>Höhere Risiko der Artefakt Erzeugung</li> <li>Mangelhafte Bildqualität evtl. mit Unterdrückung von Befunden inf. Ungeeigneter Logarithmen</li> </ul>	




---

---

---

---

---

---

---

---

## Digital versus analog



	FF System	Speicherfolie	Festdetektor
DQE	20 – 25 %	20 – 45 %	Ca. 60 %
Auflösung (Lp/mm)	5 - 10	2,5 – 5 (8)	2,5 - 4
Pro	<ul style="list-style-type: none"> <li>Flexibler Einsatz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Größere Belichtungsspielraum</li> <li>Bilder stehen schneller zur Verfügung</li> <li>Kein Raumbedarf zur Bildspeicherung</li> </ul>	
Kontra	<ul style="list-style-type: none"> <li>Viele Arbeitsschritte</li> <li>Platzbedarf für Bildlagerung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Höher Anschaffungs- &amp; Unterhaltskosten als FF Systeme</li> <li>Höhere Risiko der Artefakt Erzeugung</li> <li>Mangelhafte Bildqualität evtl. mit Unterdrückung von Befunden inf. Ungeeigneter Logarithmen</li> </ul>	




---

---

---

---

---

---

---

---

## Digital versus analog



	FF System	Speicherfolie	Festdetektor
DQE	20 – 25 %	20 – 45 %	Ca. 60 %
Auflösung (Lp/mm)	5 - 10	2,5 – 5 (8)	2,5 - 4
Pro	<ul style="list-style-type: none"> <li>Flexibler Einsatz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Größere Belichtungsspielraum</li> <li>Bilder stehen schneller zur Verfügung</li> <li>Kein Raumbedarf zur Bildspeicherung</li> </ul>	
Kontra	<ul style="list-style-type: none"> <li>Viele Arbeitsschritte</li> <li>Platzbedarf für Bildlagerung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Höher Anschaffungs- &amp; Unterhaltskosten als FF Systeme</li> <li>Höhere Risiko der Artefakt Erzeugung</li> <li>Mangelhafte Bildqualität evtl. mit Unterdrückung von Befunden inf. Ungeeigneter Logarithmen</li> </ul>	




---

---

---

---

---

---

---

---

## Vergleich der Bildqualität konventioneller und digitaler Radiographie bei Echsen

Mammographietechnik vs. digitales Detektorsystem

M. Bochmann<sup>1</sup>; E. Ludewig<sup>2</sup>; M. Pees<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Klinik für Vögel und Reptilien der Universität Leipzig; <sup>2</sup>Klinik für Kleintiere der Universität Leipzig

Tierärztliche Praxis (K) 2010

COMPARISON OF THE IMAGE QUALITY OF A HIGH-RESOLUTION SCREEN-FILM SYSTEM AND A DIGITAL FLAT PANEL DETECTOR SYSTEM IN AVIAN RADIOGRAPHY

MONIKA BOCHMANN, EBERHARD LUDWIG, MARIA-ELISABETH KRAUTWALD-JUNGHANS, MICHAEL PEES

Vet Radiol Ultrasound 2011



Digitales System konventionellem Film-Folien System überlegen oder ebenbürtig




---

---

---

---

---

---

---

---



### Vergleich der Bildqualität eines Speicherfolien-systems und eines Flachbilddetektors bei Thoraxröntgenaufnahmen von Katzen

E. Ludewig<sup>1</sup>; A. Werrmann<sup>1</sup>; D. Gosch<sup>2</sup>; G. Oechtering<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Klinik für Kleintiere der Universität Leipzig; <sup>2</sup>Klinik und Poliklinik für Diagnostische und Interventionelle Radiologie, Universität Leipzig

- > Dosisreduktion bei gleicher Bildqualität mit Flachdetektor (FD) vs. Speicherfolie (SF) möglich
- > Oder bessere Bildqualität FD vs. SF bei gleicher Dosis

Tierärztliche Praxis (K) 2010



---

---

---

---

---

---

---

---



**ENDE MODUL 10**



---

---

---

---

---

---

---

---