



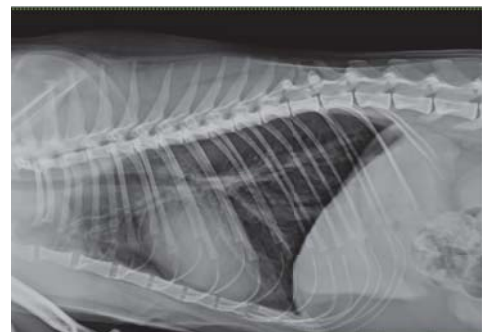
Besondere Aspekte des Digitalen Röntgens im Strahlenschutz

Nele Ondreka

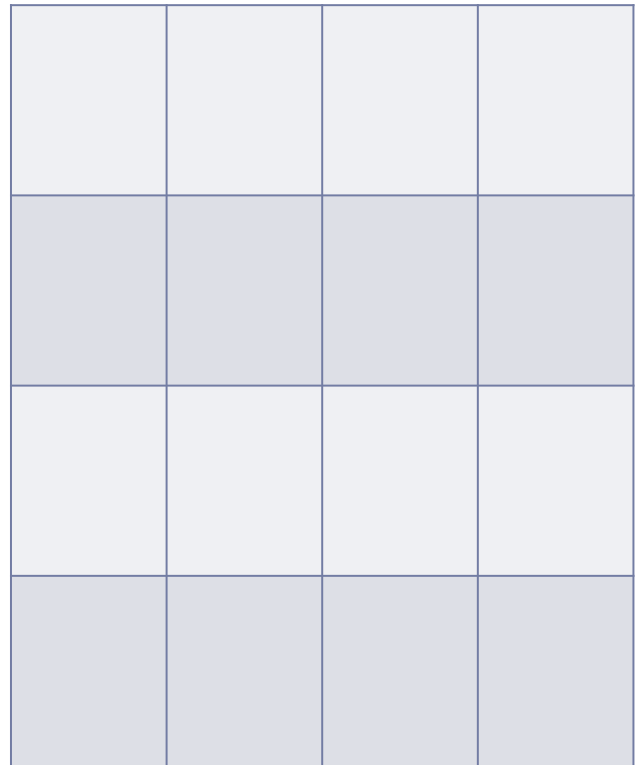
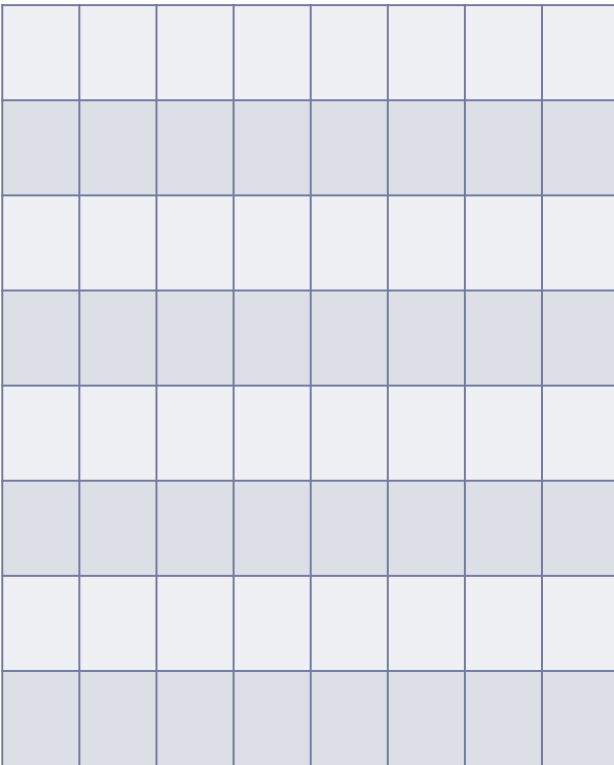
Digitales Röntgenbild

- ▶ Matrix aus Bildelementen (Picture Elements = Pixel)
- ▶ Grauwert je nach Signalstärke Grauwerte zugeordnet

DIN 6814



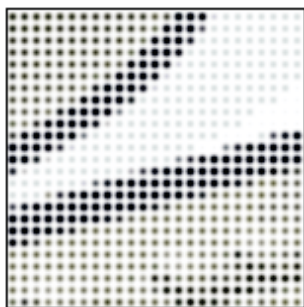
Die Matrix



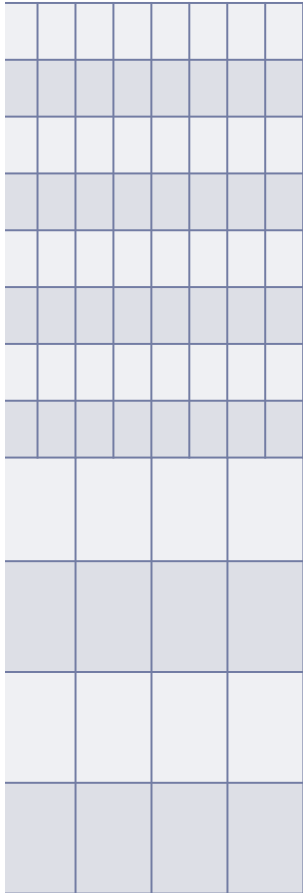
Ortsauflösung

- ▶ Im digitalen Röntgen definiert durch den Pixel-Pitch = Abstand der Pixelzentren

→ Pixelgröße



Matrix & Ortsauflösung



- ▶ Große Matrix – kleine Pixel – gute **Ortsauflösung**

- ▶ Kleine Matrix – große Pixel – schlechte **Ortsauflösung**

Matrixgröße

▶ Beispiele

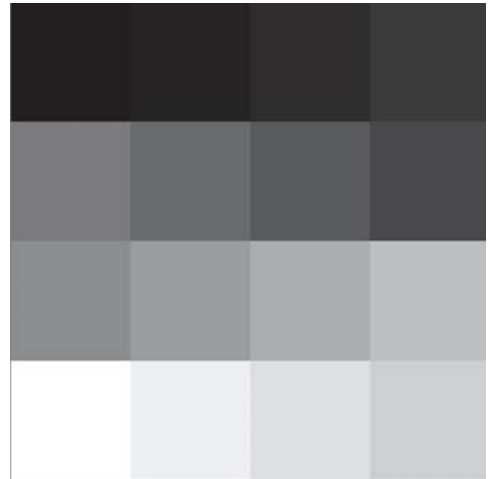
- ▶ Bildverstärker (DSA) 1024 x 1024
- ▶ Speicherfolien 2000 x 2000
- ▶ Flachdetektor 3000 x 3000



Kontrastauflösung

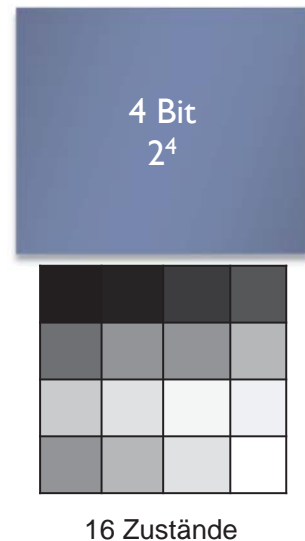
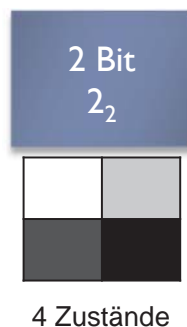
- ▶ Jeder Pixel bekommt einen Grauwert
- ▶ Abhängig von der Signalstärke = Anzahl der Photonen = Dosis
- ▶ Gesamtzahl unterscheidbarer Grauwerte

→ Speichertiefe



Binär kodiert...

- ▶ Speichertiefe pro Pixel in einem Bild:



- ▶ Beispiel:

- ▶ 8bit = $2^8 = 256$ Graustufen

- ▶ Moderne Speichertiefe: ca. 14 bit = 16384 Graustufen



▶ Hartung/Ludewig/Tellhelm: Röntgenuntersuchung in der Tierarztpraxis

Vorteile

- ▶ Günstige und platzsparende Archivierung
- ▶ An mehreren Orten zeitgleich nutzbar
- ▶ Mobiles Röntgen

- ▶ Hohe Kontrastauflösung: Monitorbefundung

- ▶ Bilder können digital verschickt werden
- ▶ Teleradiologie

Gemeinsame Bildsprache

- ▶ Dateiformat: DICOM
- ▶ **D**igital **I**maging and **C**ommunication in **M**edicine
- ▶ Format für Befundung, Archivierung & Transfer
- ▶ **Bilddaten:** TIFF/JPEG-Norm
&
- ▶ **Metadaten:** Patientenname, Besitzername,
Aufnahmedatum, Praxisname, Daten zur Untersuchung

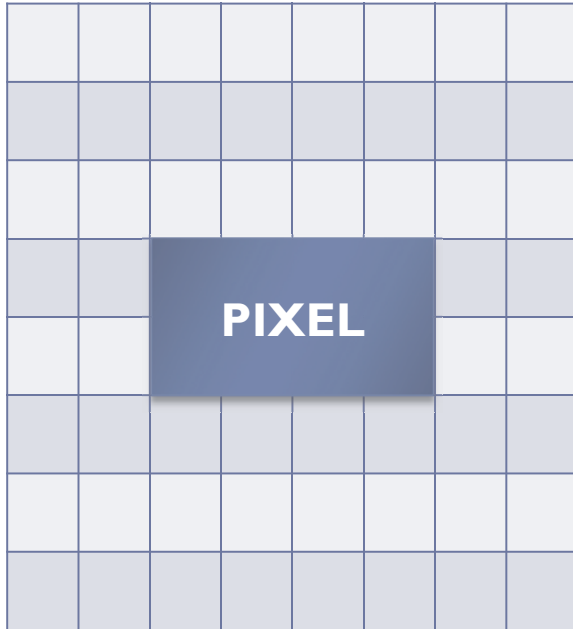


Besonderheiten im Digitalen Röntgen

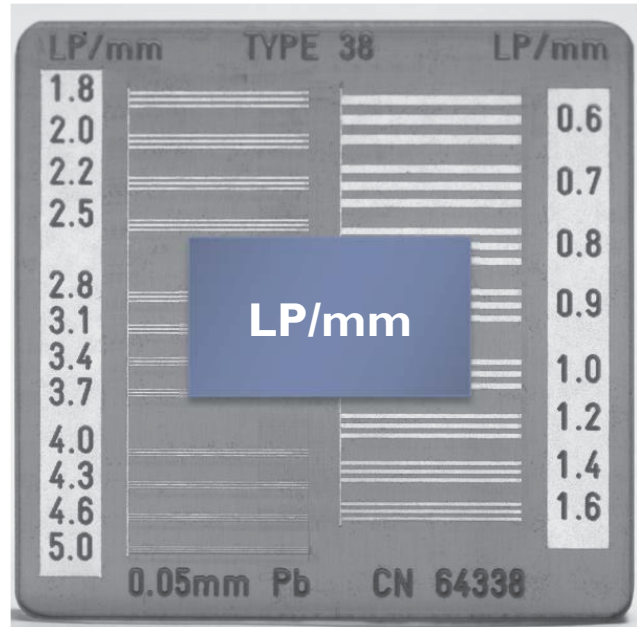
Vergleich mit dem analogen Röntgen

Ortsauflösung

Digital



Analog



▶ Xray-huettner.de

Ortsauflösung

Digital

- ▶ Pixelgröße in μm
- ▶ $500/\text{Pixelgröße } \mu\text{m} \cdot 1.41 = \text{LP je mm}$
- ▶ Speicherfolie LP/mm 2.5 - 3.5
- ▶ Flachdetektor LP/mm 3.5 - 5

Analog

- ▶ Folienloser Film LP/mm 50
- ▶ Film - Folien - Systeme LP/mm 10 - 15

▶

Kontrastauflösung

	Analog	Digital
Ortsauflösung	+++	+
Graustufen	40-80	1024
Reproduktion	+	+++
Nachverarbeitung	-	+++
Bildbearbeitung	--	+++
Bildtransport	--	+++
Archivierung	+	+++



Kontrast versus **Auflösung**

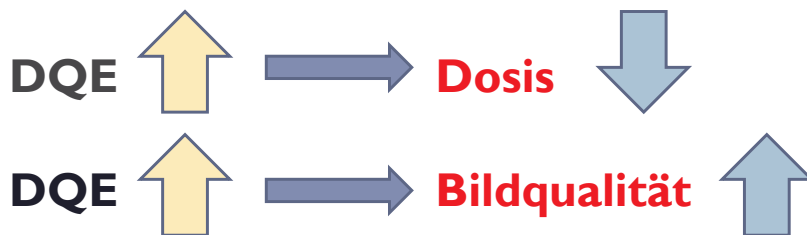


Monitorbefundung



Quantenwirkungsgrad (DQE)

Umwandlung der auftreffenden Photonen durch den Detektor

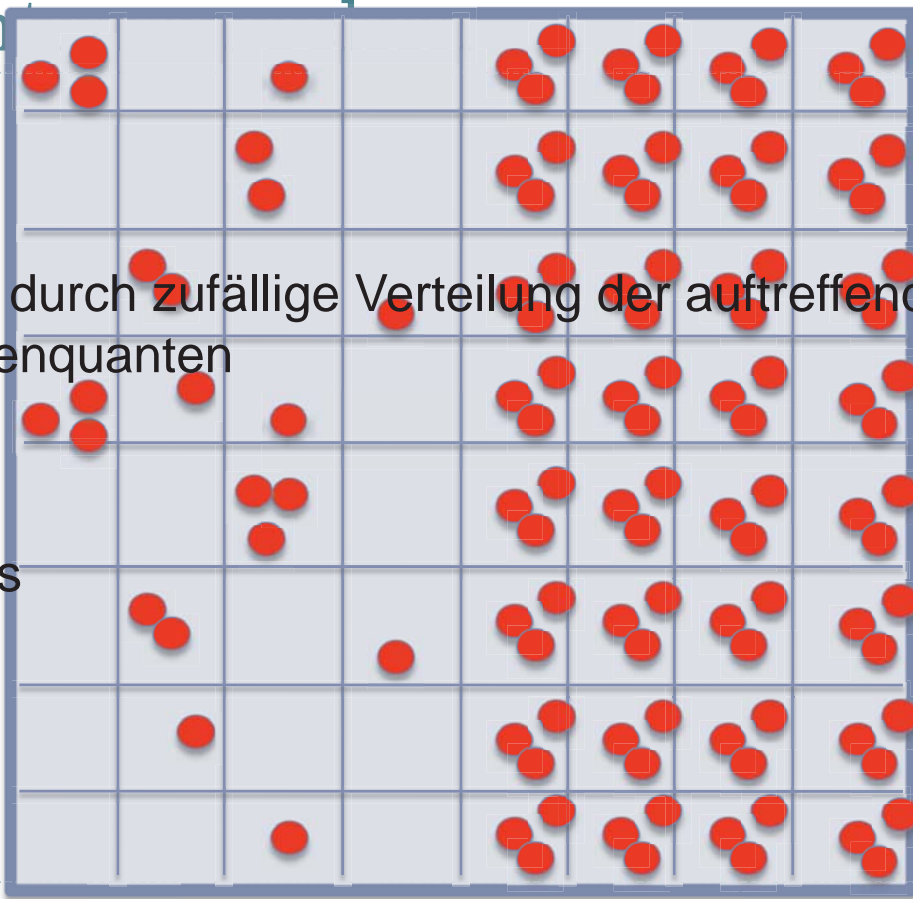


Detektor		DQE
Film-Folien		20-25%
Speicherfolien	Pulverstruktur	20-35%
	Nadelstruktur	45% - 50%
Elektron. Flachdetektoren		60% - 70%

Quant

entsteht durch zufällige Verteilung der auftreffenden Röntgenquanten

→ mAs



Dosisabhängigkeit
Signal-Rausch-Verhältnis

Abnehmende Dosis → Signal-Rausch-Verhältnis ↓



Normales Bild



Körniges Bild

Dosisabhängigkeit Signal-Rausch-Verhältnis

Abnehmende Dosis → Signal-Rausch-Verhältnis ↓

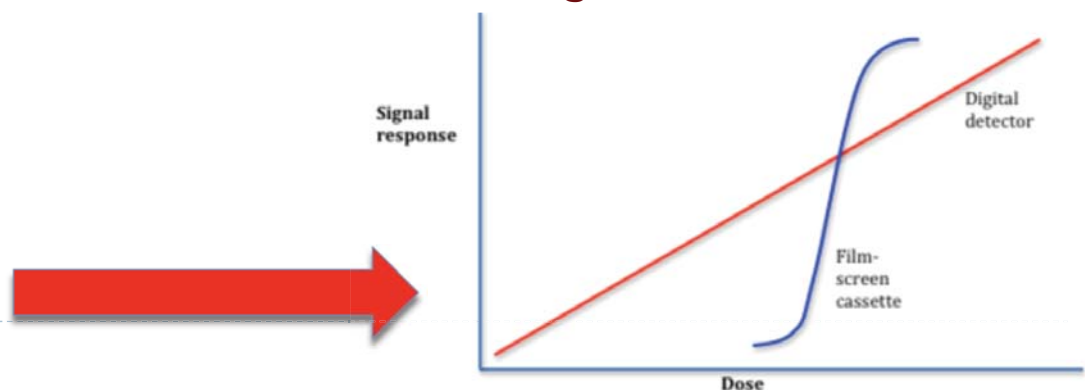


Dosisabhängigkeiten?

Signal-Rausch-Verhältnis	JA
Bildhelligkeit	NEIN

→ **Kein Zusammenhang zwischen Dosis und optischer Dichte**

Möglichkeit zur Dosis-Reduktion (insbesondere **Flachdetektor**)
Aber auch **Risiko der Überbelichtung**



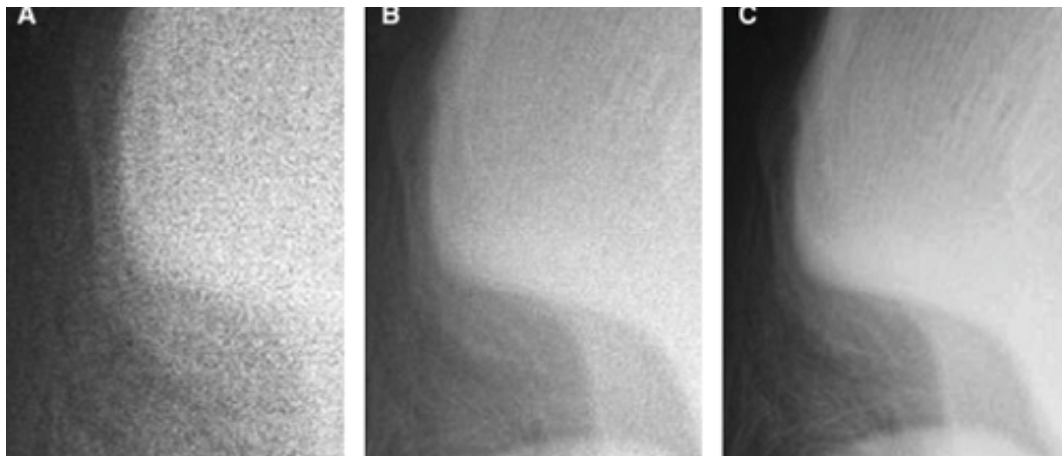
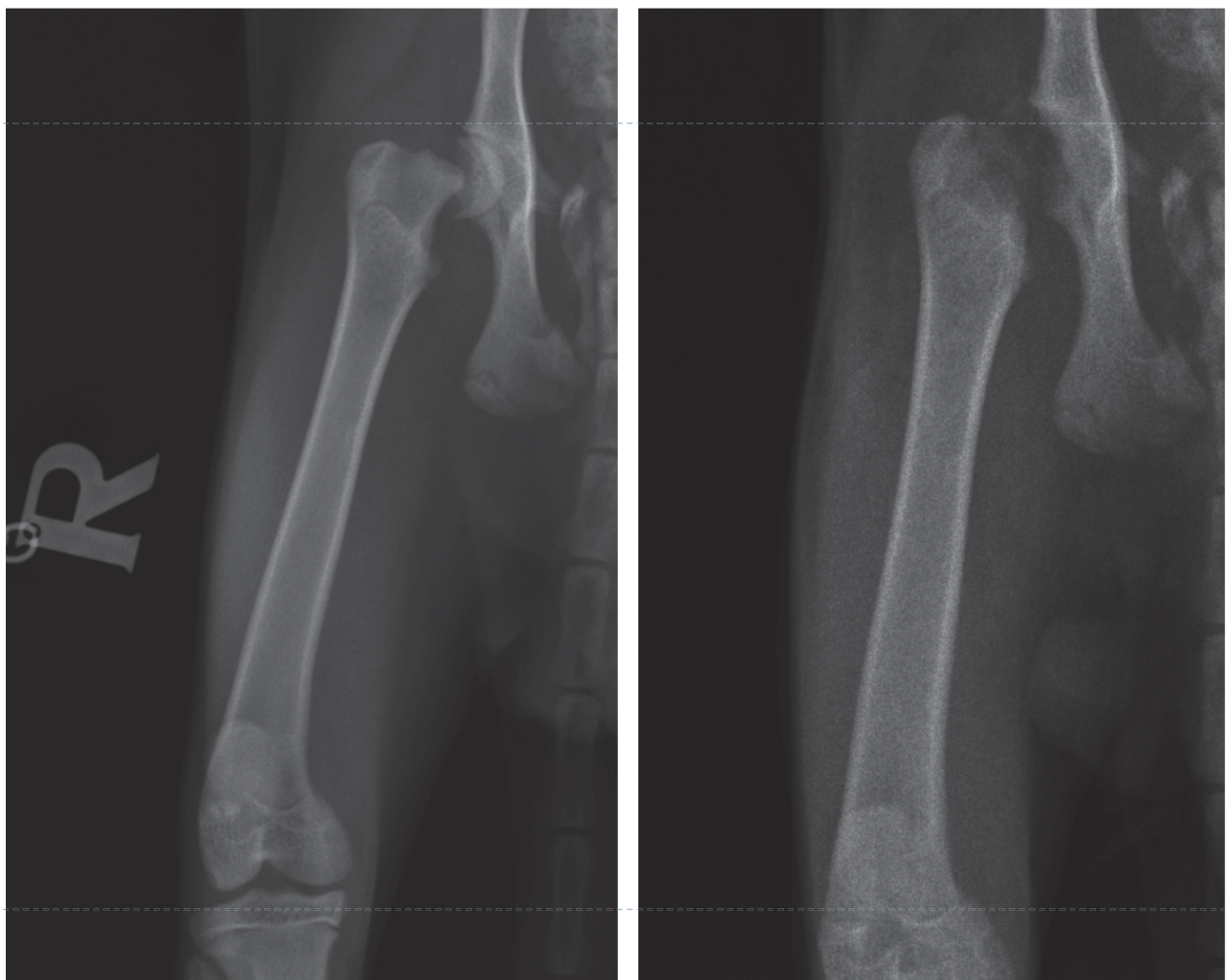


FIG. 6. Three digital radiographs of a frozen cadaver equine carpus taken at 80 kVp and 0.3 mAs (A), 1.5 mAs (B), and 10.0 mAs (C) as seen in Fig. 1. At this display size the mottle in A is visible, with improvement in detail in (B) and (C). (Images courtesy of Dr. Sarah Puchalski)

Drost et al., 2008



Bildbetrachtung

Am Bildschirm

ALLE vom Detektor aufgezeichneten und in der Signalverarbeitung modulierten Graustufen können dargestellt werden

Bildschirm 256 (1024) Graustufen gleichzeitig

Menschliches Auge ca. 60 Graustufen

→ Fenstertechnik

Mindestanforderungen für Monitore ?

(Bildschirmmatrix, Maximalkontrast, maximale Leuchtdichte)

GRSK HD-ED: Die Befundungsstation verfügt über einen Monitor, der die folgenden

Mindestanforderungen erfüllt: Bilddiagonale: 19 Zoll

Matrix: 1280 x 1024, Maximalkontrast: 400

Leuchtdichte: 250 cd/m²

Also alles easy...?

▶

ALGORITHMEN

Signal processing: contrast enhancement, contrast suppression, edge enhancement, harmonizing...



Vorsicht vor Überschwingern!

- ▶ dunkler Saum an Grenzflächen von unterschiedlich dichten Materialien
- ▶ → Algorithmus weniger Kantena

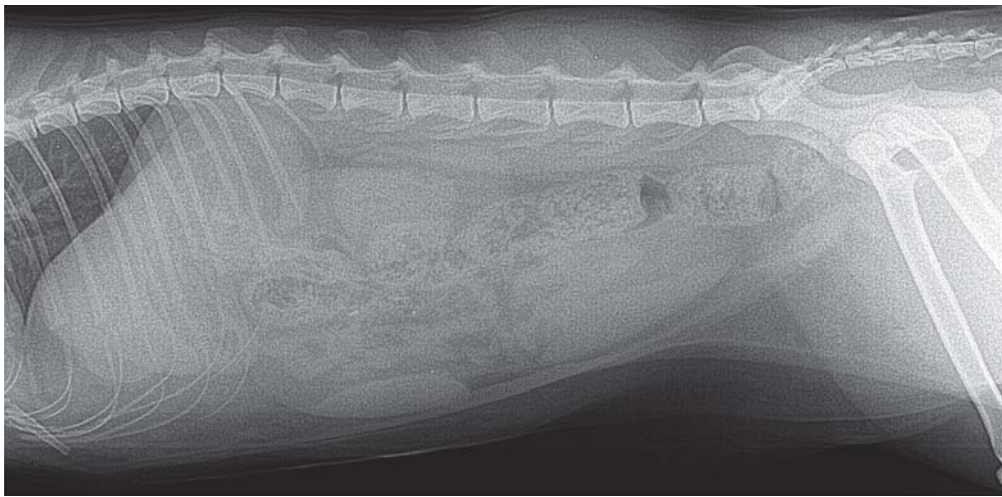


Fehlerhafte Algorithmen

niedrige Speichertiefe:
niedrige Anzahl an
Graustufen (&
Kantenanhebung)



-
- ▶ Hartung, Ludewig, Tellhelm: **Röntgenuntersuchung in der Tierarztpraxis**, Enke 2010



- ▶ Hartung, Ludwig, Tellhelm: **Röntgenuntersuchung in der Tierarztpraxis, Enke 2010**