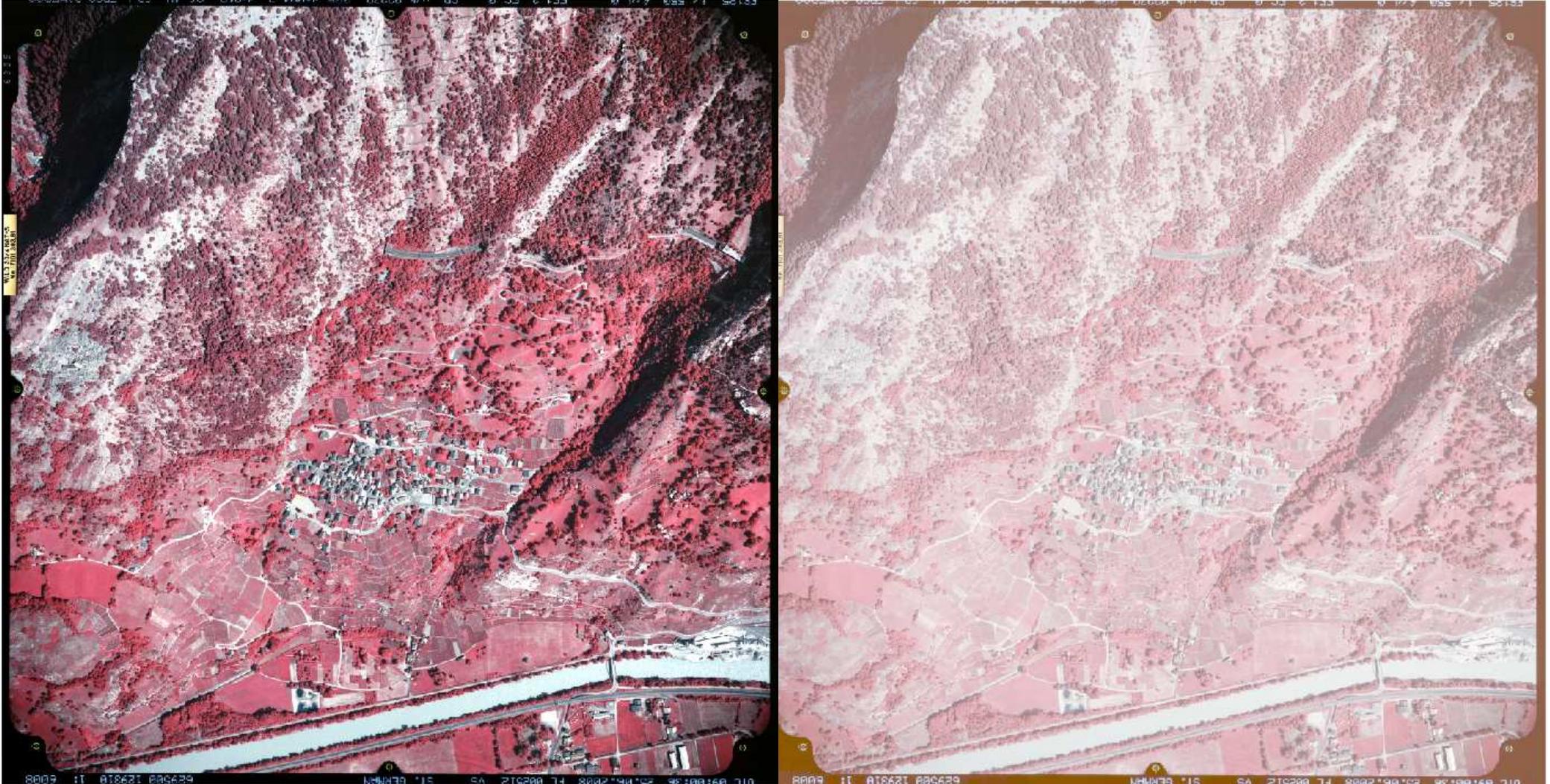


Überlegungen zum Dynamikbereich von digitalen, flächenbasierten Luftbildkamarasystemen vom Testflug Vaihingen/Enz

Prof. é.m. Dr. O. Kölbl

Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne
Switzerland

Problematik : Hoher Dynamikbereich Sonnenhang im Wallis: rechts Schattenpartien einsehbar (CIR-auf Film)



2. Juli 2010

Dynamikbereich digitaler Kameras

2

Zeiss RMK Top

Film

Z/I Imaging DMC

Analysierte Kamera- systeme :



UltraCam

VEXCEL



Digicam IGI-
Systems

Definition des Dynamikbereichs einer Kamera

$$DR = 20 * \log (FW/D)$$

DR: Dynamikbereich

FW: Totale Ladungsmenge (FW)

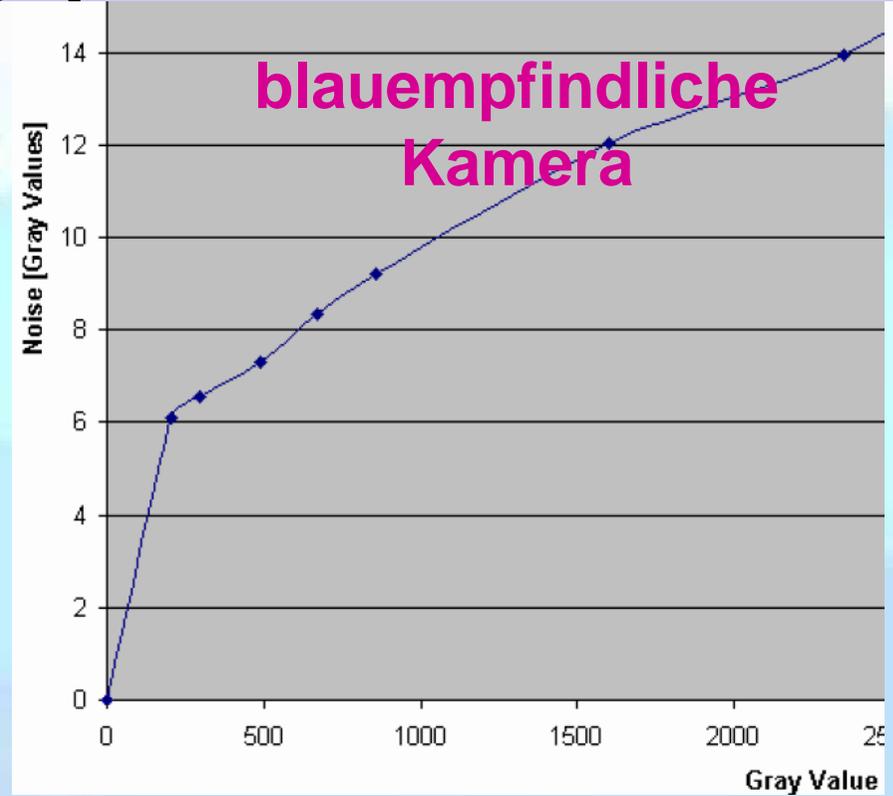
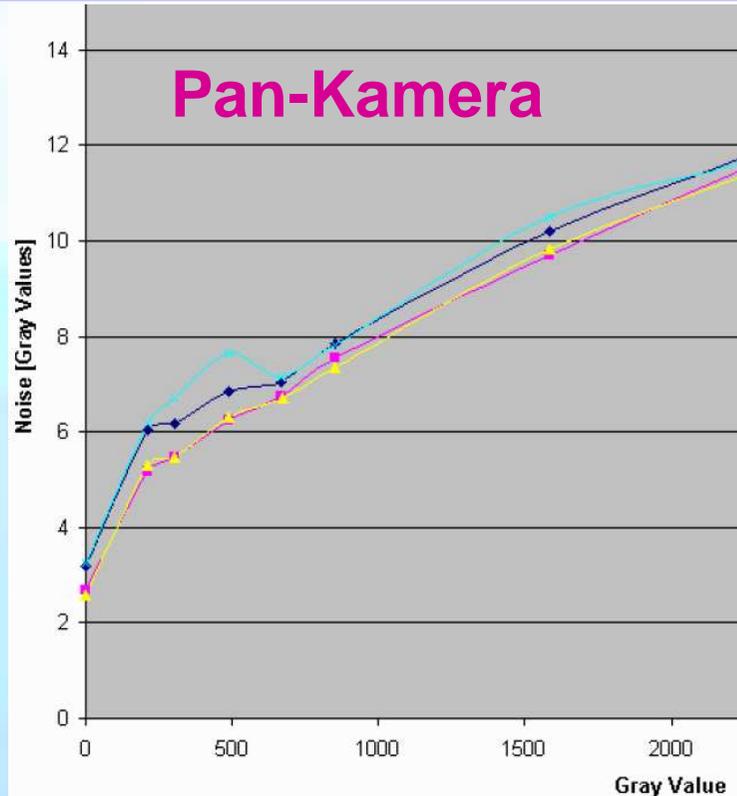
D: generierter Dunkelstrom

Vereinfachung:

$$DR' = FW/D$$

$$DR' = \frac{\text{maximale reg. Lichtmenge}}{\text{minimale reg. Lichtmenge}}$$

Herstellerangaben zum Dynamikbereich: DMC Kalibrierungsprotokoll

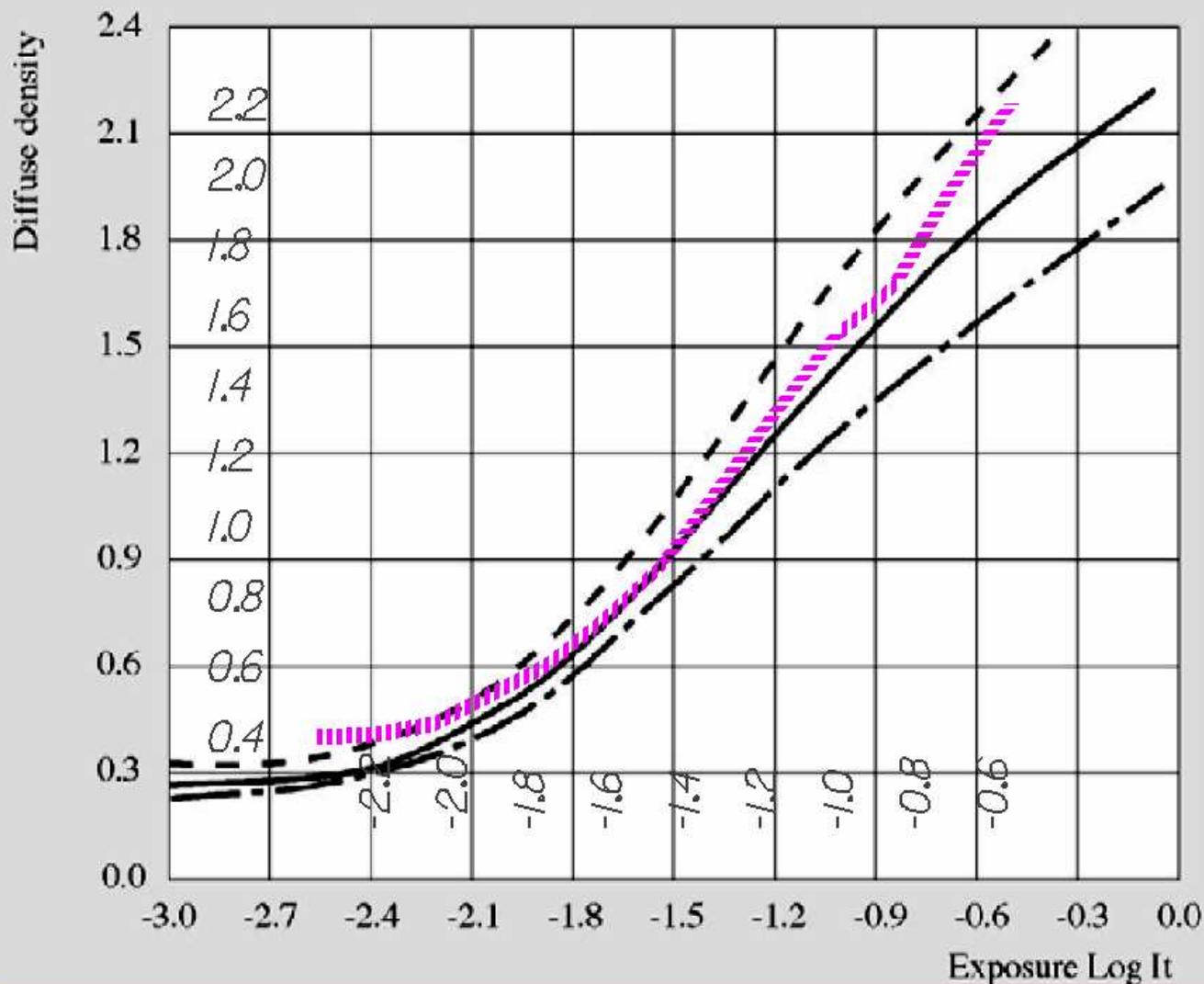


$$DR' \sim 4095/3 = 1365$$

$$DR' \sim 4095/6 = 682$$

ähnliche Werte für UltraCam: Threshold=7600

Filmkamera RMK-Top mit Agfa Negativfilm X100 PE1: Farbdichtefunktion



DR' ~ 100

blue - - -
green ———
red - . - .

*Densitometerkontrolle
Gruenkanal*

**Basis für
Kalibrierung**



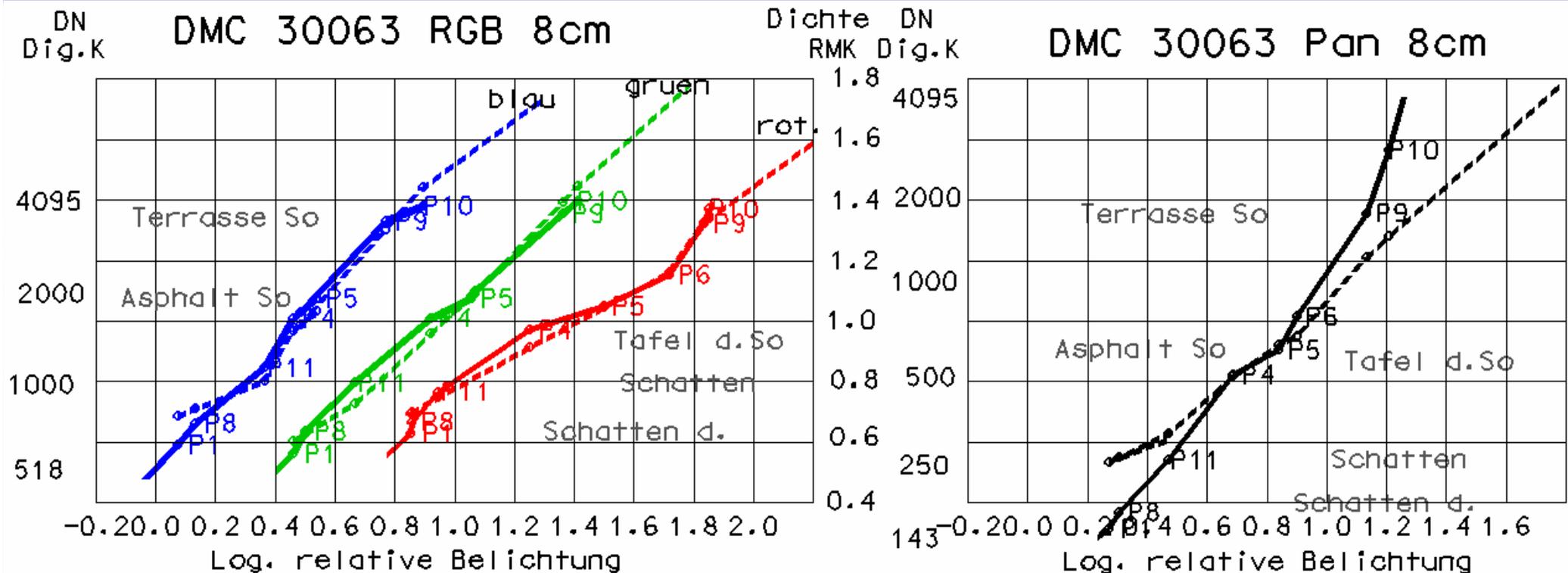
Kontrollmessung von Sensitometer-Streifen am Densitometer



Rückschluss auf die **Leuchtdichte** ausgewählter Objekte am Aufnahme- standpunkt: **RMK-Top** und **DMC**

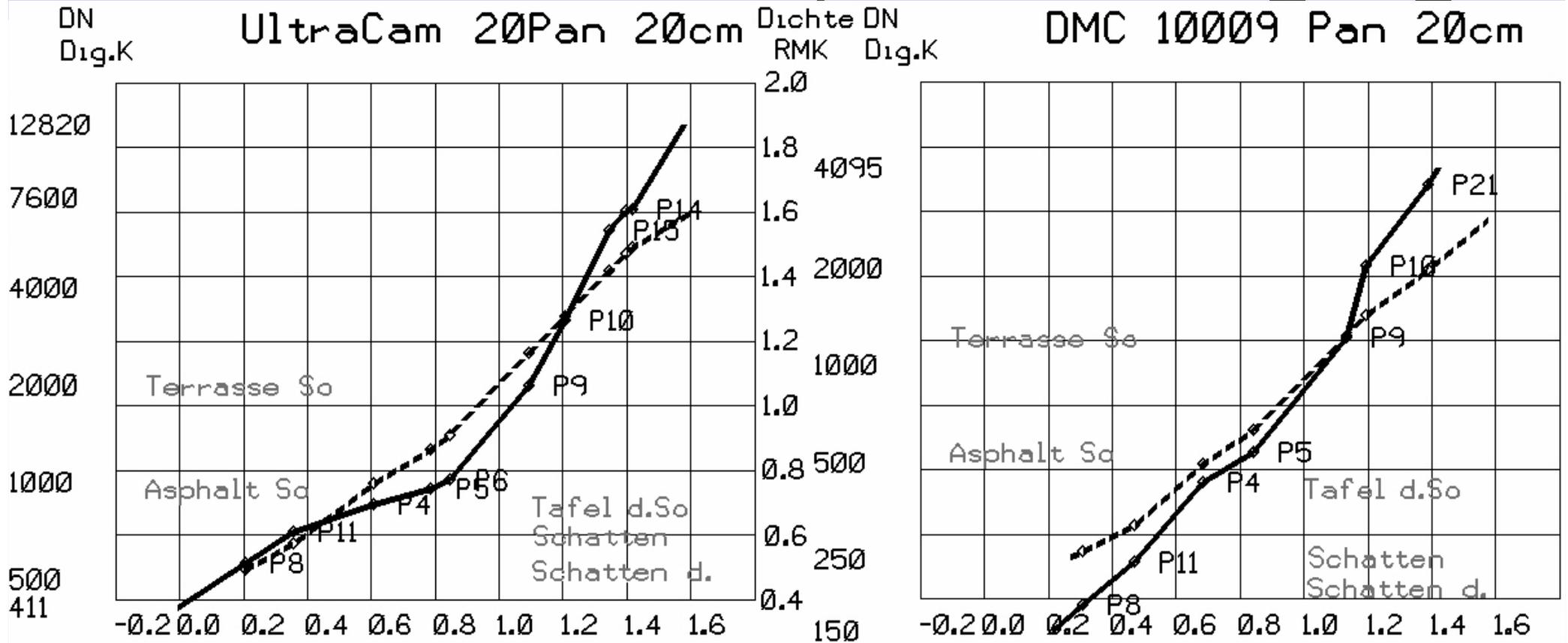
		RMK	RMK	Belich-	DMC	DMC
		Neg.	Pos.	tung(rel)	Dichte	
Nr.	Objekt	DN	Log	Log	Log	DN
1	2	3	4	5	6	7
T1	Extrem DMC	nein	nein	0.382	2.714	518
P1	Extrem RMK	1729	0.603	0.460	2.776	596
P8	Hof Schatten	1642	0.627	0.500	2.802	634
P4	Tafel dunkel	803	0.959	0.918	3.136	1368
P5	Asphalt So	619	1.080	1.058	3.295	1972
P10	Pflaster So	282	1.445	1.410	3.601	3992
T3	Extrem DMC			1.418	3.612	4095
P20	Hauswand	137	1.781	1.726	überstr.	überstr.
	Differenz T2-T10	RMK:	P20-P1	1.266	DMC T3-T1	1.012
	Dynamik T2-T10	RMK:		18.5	DMC	10.3

Unterschiedliche Gradation der DMC- RGB- und Pan-Bilder



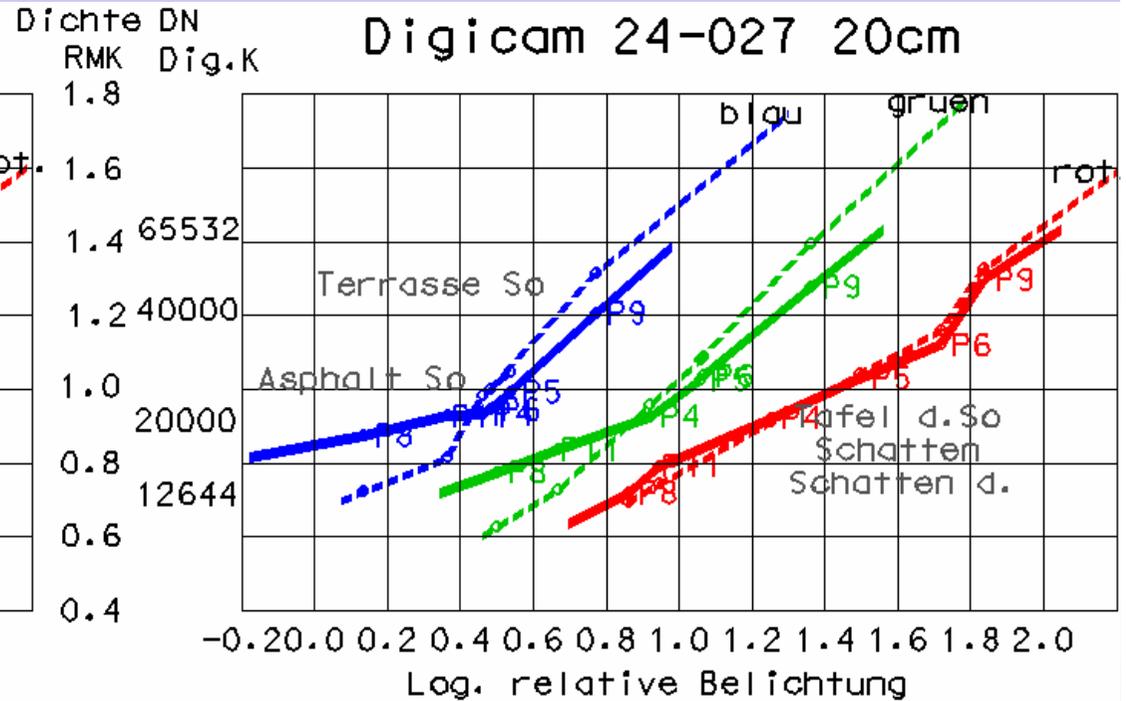
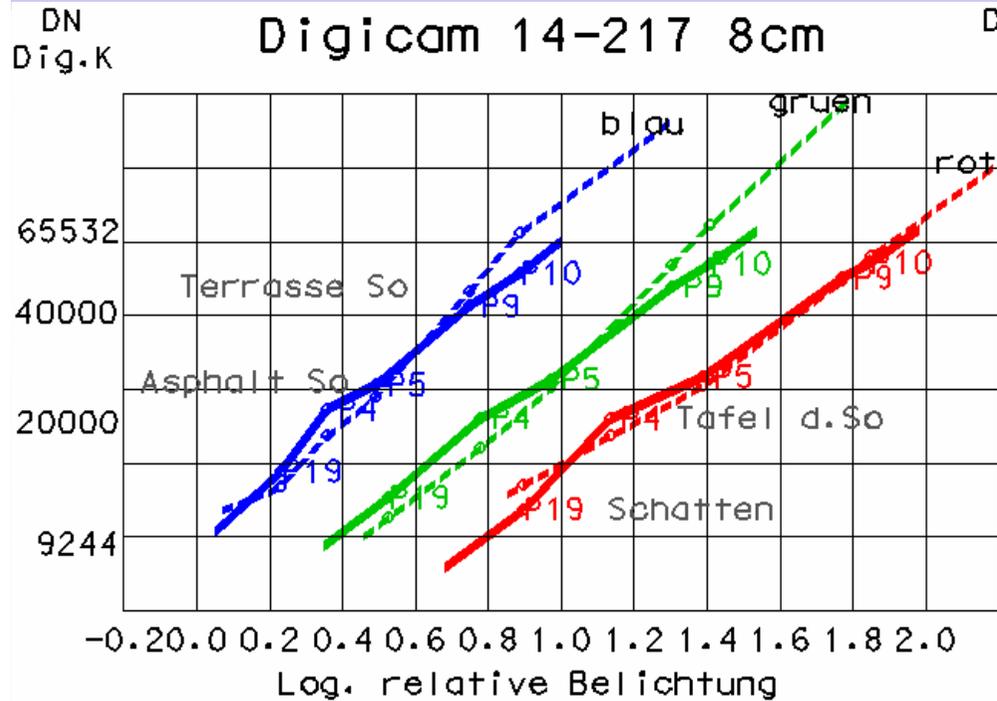
Kamera	Dynamik Bereich nach Belichtung			Dynamik Bereich nach Farbwerte			Farbwerte	
	rot	grün	blau	rot	grün	blau	grün min	grün max
RMK	22	21	16	8	12	12	1729	137
DMC RGB	12	10	9	7	8	8	518	4095
DMC pan		11			28		143	4095

Vergleich Dynamikbereich Ultracam und DMC Pan-Bild, Hochbefliegung



Kamera	Dynamik Bereich nach Belichtung			Dynamik Bereich nach Farbwerte			Farbwerte	
	rot	grün	blau	rot	grün	blau	grün min	grün max
RMK "8"	22	21	16	8	12	12	1729	137
DMC pan 20		11(16)			27		150	4095
UC pan 20		18 (27)			18		411	7600

Dynamikbereich der Digicam - Tief- und Hochbefliegung -



Kamera	Dynamik Bereich nach Belichtung			Dynamik Bereich nach Farbwerte			Farbwerte	
	rot	grün	blau	rot	grün	blau	grün min	grün max
RMK "8"	22	21	16	8	12	12	1729	137
Digicam 8	20	15	9	8	7	6	9244	65532
Digicam 20	(22)	(16)	(14)	6	5	4	12644	65532

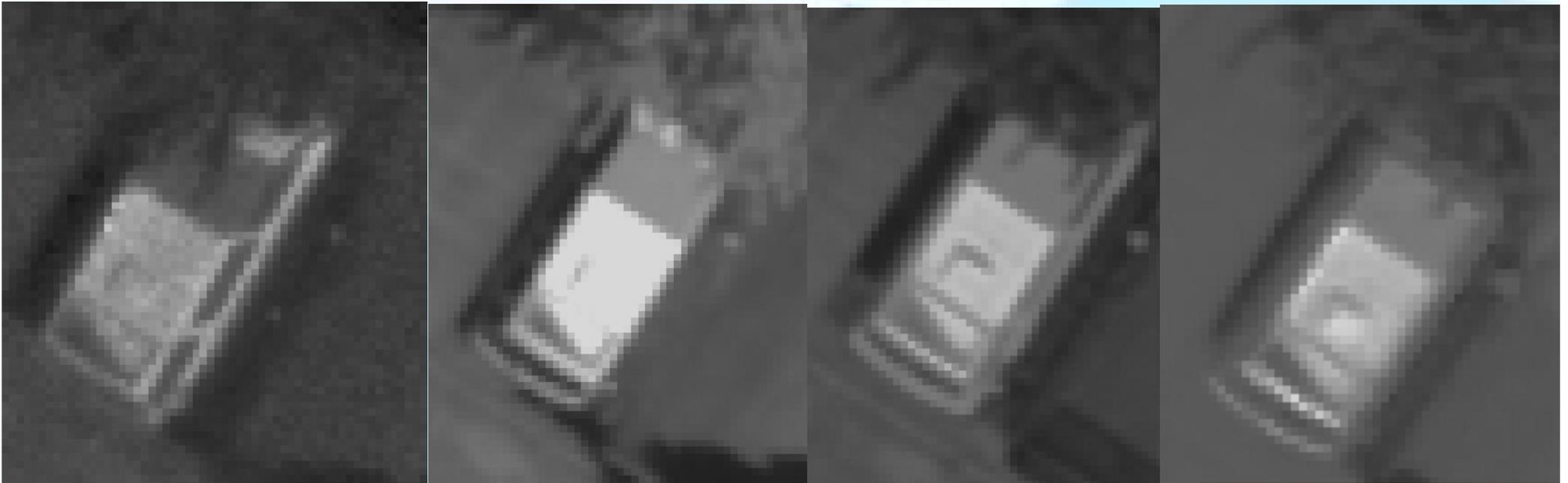
Zusammenfassung des ermittelten Dynamikbereichs

Kamera	GSD	Dynamik Bereich			Dynamik Bereich			Farbwerte	
		nach Belichtung			nach Farbwerte			grün	grün
		rot	grün	blau	rot	grün	blau	min	max
RMK	"8"	22	21	16	8	12	12	1729	137
DMC RGB	8	12	10	9	7	8	8	518	4095
DMC pan	8		11			28		143	4095
DMC RGB	20	19	11	9	8	9	10	473	4095
DMC pan	20		16			27		150	4095
UC pan	20		18 (27)			18		411	7600
Digicam	8	20	15	9	8	7	6	9244	65532
Digicam	20	(22)	(16)	(14)	6	5	4	12644	65532

Ist der geringe Dynamikbereich der digitalen Aufnahmesystem logisch?

Ursachen für die Begrenzung des Dynamikbereichs:

1. Sättigung des Sensors im hellen Bereich:



RMK $D \sim 1.6$; DMC DN=3445, UC DN ~ 9500 ; Digi DN $\sim 62'000$

Wiedergabe des Aufbaus eines Wohnwagen

Grenzen im Dunkelbereich:

2. Luftlicht im Schattenbereich

**Abhilfe: Hazefilter (Gelb- oder
Orangefilter)**

**d.h. der Pan-Kanal müsste mit einem
Filter ausgestattet werden**

Farbwerte der dunkelsten Bildelemente

Kamera	GSD	Dynamik Bereich			Dynamik Bereich			Farbwerte	
		nach Belichtung			nach Farbwerte			grün	grün
		rot	grün	blau	rot	grün	blau	min	max
RMK	"8"	22	21	16	8	12	12	1729	137
DMC RGB	8	12	10	9	7	8	8	518	4095
DMC pan	8		11			28		143	4095
DMC RGB	20	19	11	9	8	9	10	473	4095
DMC pan	20		16			27		150	4095
UC pan	20		18 (27)			18		411	7600
Digicam	8	20	15	9	8	7	6	9244	65532
Digicam	20	(22)	(16)	(14)	6	5	4	12644	65532

Wurden die digitalen Aufnahmen nicht stark überbelichtet?

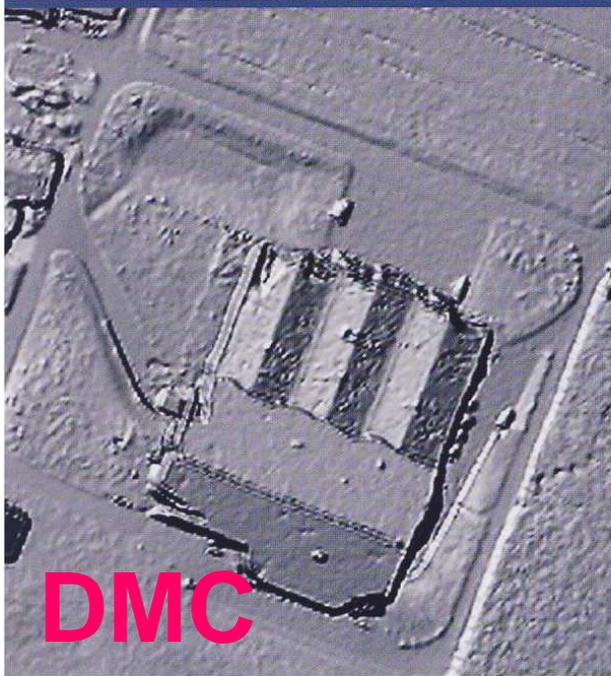
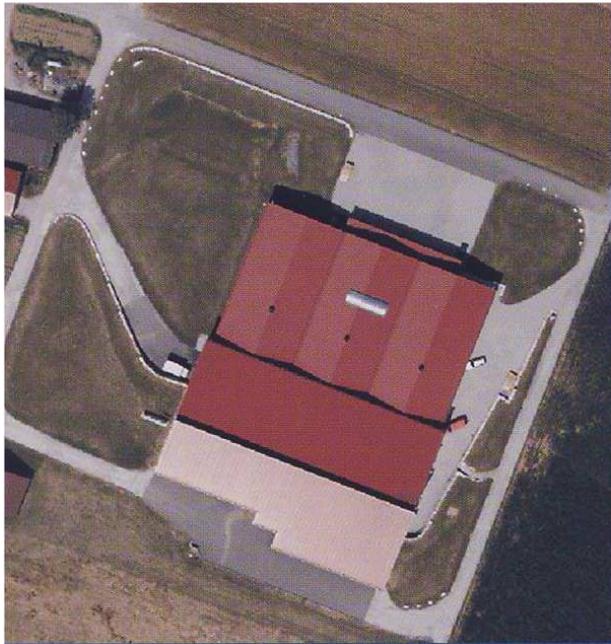
Eindeutiger Vorteil der dig. Aufnahmen: geringes Rauschen + hohe Bildschärfe



Links DMC

rechts RMK-Top

„schwarzes Auto im Schatten“



Höhenmodelle aus digitalen Aufnahmen

ALS-LiDAR

DMC

RMK

Verminderte
DTM Qualität bei
RMK wegen
größerem
Rauschen

Schlussfolgerungen

**Der Dynamikbereich dig. Aufnahmen am Beispiel
Vaihingen/Enz ist eher kleiner als bei
Filmaufnahmen**

Wohl aber ist das Rauschen wesentlich geringer

- **Warum wurde das Hazefilter vergessen?**
- **Mögliche Empfehlung für eine bessere
Ausnutzung des verfügbaren Dynamikbereichs:
„Unterbelichten“**