



# Bearbeitung und Kontrolle der Radiometrie

# Datenaufbereitung - Atmosphärenkorrektur

Wie ist ein angelieferter Datensatz zu beurteilen?



Das nachfolgende Beispiel soll prinzipiell zeigen, wie die radiometrische Qualität eines Datensatzes geprüft werden kann.

Der Vorschlag ist jedoch nicht als endgültige oder optimale Lösung zu verstehen.

Das beschriebene Vorgehen orientiert sich an der DIN 18740-2, Anhang D.

So      *oder vielleicht*      So ?



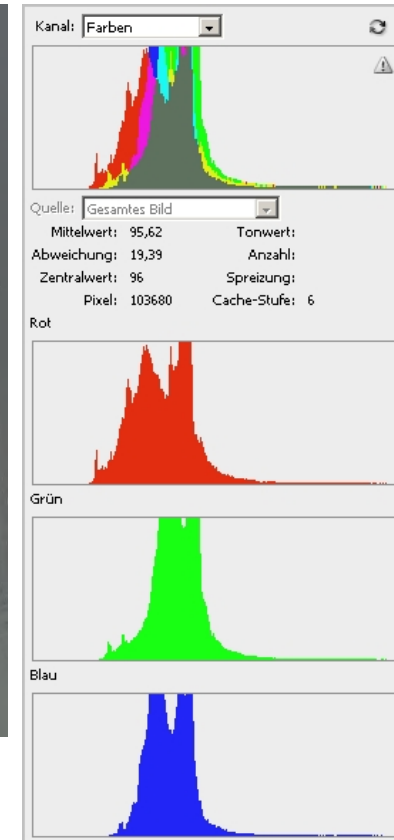
Hinweis: Das Beispiel stammt aus einer Befliegung des Jahres 2008 der LGN, Bildflug Hemmoor und wurde als Probeprozessierung vom Auftragnehmer zur Verfügung gestellt. Aus Formatgründen wird es auf den folgenden Seiten gedreht abgebildet.

# Datenaufbereitung - Atmosphärenkorrektur

## Das Ausgangsbild



Histogramm des Ausgangsbildes



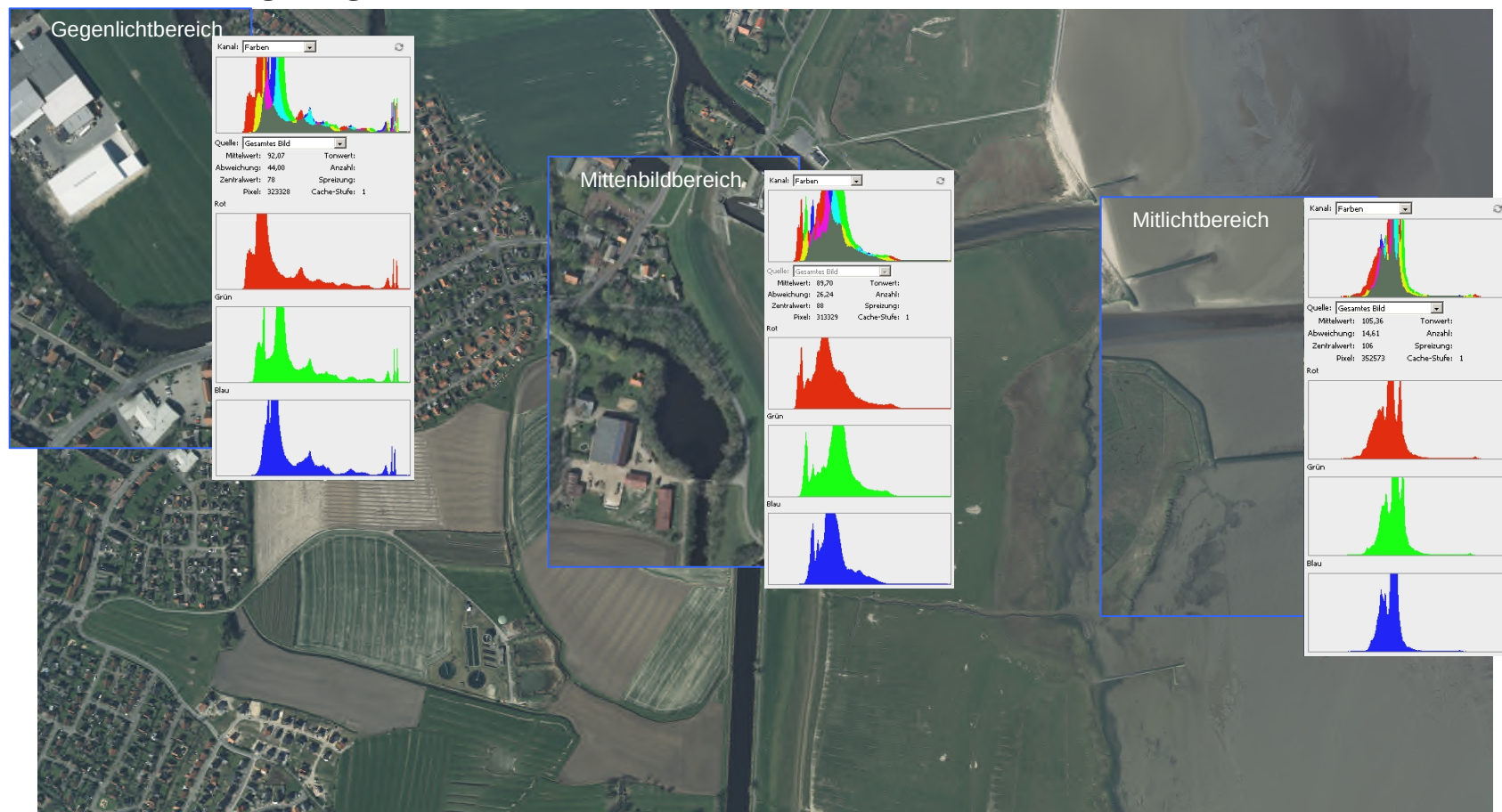
Gesamteindruck:

- Recht dunstig, kontrastlos, langweilig.
- Histogramm zeigt nicht ausgenutzte Spreizungsmöglichkeit.
- Die Lage der Farbkanäle zueinander erscheint nicht optimal.



# Datenaufbereitung - Atmosphärenkorrektur

## Auswahl geeigneter Kontrollflächen



Der erste Eindruck wird auch durch die Histogramme der ausgesuchten Bereiche bestätigt.

## Datenaufbereitung - Atmosphärenkorrektur

### **DIN 18740**

- Die DIN 18740-2: Anforderungen an das gescannte Luftbild.
- Anhang D: Informative Hinweise zur Prüfung der Scannparameter.
- Die DIN 18740-4: Anforderungen an digitale Luftbildkameras und an digitale Luftbilder.

Auch wenn die Qualität und die Prüfung digitaler Bilder im Teil 4 nicht erwähnt werden, so ist es doch logisch, hier die Aussagen des Teils 2 anzuhalten.

### **Die wichtigsten Aussagen im Teil 2, Anhang D**

- Das Histogramm des Bildbereiches sollte keine Lücken aufweisen.
- Es soll den vollen Grauwertbereich umfassen.
- Pixel mit dem niedrigsten und dem höchsten Grauwert (z. B. 0 und 255) sollten nicht häufiger vorhanden sein als benachbarte Grauwerte (z. B. die Grauwerte 1 und 254).
- Das Histogramm darf keine Lücken aufweisen, alle Grauwertklassen in allen Kanälen müssen besetzt sein.
- Lücken deuten auf unsachgemäße Prozessierung hin.

# Datenaufbereitung - Atmosphärenkorrektur

## Prüfung der Farbbalance

- Grundlage der Beurteilung sind in der Natur vorkommende Flächen, die neutral oder grau erscheinen.
- Diese Entscheidung ist subjektiv und bedarf einiger Erfahrung und selbstkritischer Kontrolle.
- Ausreichend ist es, das Mittel von jeweils 3 x 3 oder 5 x 5 Pixelwerten mit einem geeigneten Bildverarbeitungsprogramm zu analysieren (iteratives Vorgehen).
- Die Farbbalance kann auch über das Histogramm beurteilt werden.
- Dann sollten Bildausschnitte mit mindestens 300 Pixel gewählt werden.
- Die Mittelwerte der Histogramme für Rot, Grün und Blau werden beurteilt.

Das „freihändige“, iterative Verfahren erfordert Einarbeitung, ergibt dann aber die besseren Ergebnisse. Das Verfahren mit Hilfe von Histogrammen beschreibt eher das Prinzip. Seine Realisierung basiert teilweise auf Annahmen, die in der Realität nicht ohne weiteres erfüllt werden.

### In beiden Fällen gilt:

- Der Unterschied zwischen den einzelnen Mittelwerten der Kanäle sollte nicht größer als ca. fünf Grauwerte sein.

Auf das Auslegen von farbigen Referenzflächen wird nicht eingegangen. In der Praxis genügen die natürlichen Grauf Flächen. Die atmosphärisch bedingten Unterschiede sind oft innerhalb weniger Bilder so groß, dass die zweifellos erkennbaren Vorteile lediglich theoretischer Natur sind und das Ergebnis in keinem Verhältnis zum Aufwand steht.

# Datenaufbereitung - Atmosphärenkorrektur

## Auswahl der Prüffelder

- 1) Auswahl „repräsentativer“ Bereiche.
- Ein Bereich in der Mitte, jeweils einer zur Seite des Lichteinfalls und einer zu der entgegen gesetzten Seite.

Die digitale Aufnahmetechnik ändert nichts an den physikalischen Grundsätzen.

Bei der Wahl wirklich hinsehen! Ist die Fläche wirklich „grau“?

Beispiel: Beschatteter Rasen bleibt immer grün, auch wenn er noch so dunkel aussieht.

Pflasterung: Nicht jedes Pflaster ist grau!

- 2) Auswahl von Flächen neutraler Grauwerte - für Lichter, Mitten und Tiefen.
- Analyse der Farbverschiebung.

Auch hier sind wieder viele Dinge zu beachten, zum Beispiel:

Waagerechte Dächer, wenig befahrene Asphaltflächen sind immer etwas „begrünt“.

Beschattete helle (weiße) Flächen weisen einen höheren Blauanteil auf.

- 3) Korrektur der Farbkanäle.
- Farbkanäle „grade“ verschieben – keine Gammakorrektur!

Es ist nicht das Ziel, ein „schönes Bild“ zu erhalten.

Es sind lediglich die atmosphärischen Einflüsse so weit wie möglich zu kompensieren.

Die Begriffe „subjektiv“, „Erfahrung“, „selbstkritische Kontrolle“ lassen erkennen:

Es gibt keine feste Regel.

{Nach der Ratlosigkeit folgt die Erkenntnis und erst spät(er) die Routine...}

## Datenaufbereitung - Atmosphärenkorrektur

- Datenaufbereitung bzw. radiometrische Korrekturen sollten ausschließlich in Bildern mit einer Farbtiefe von mehr als 8 Bit pro Kanal vorgenommen werden.
- Eine Aufbereitung sollte jedoch den aufgezeigten Grundsätzen folgen.

### Der erste Test:



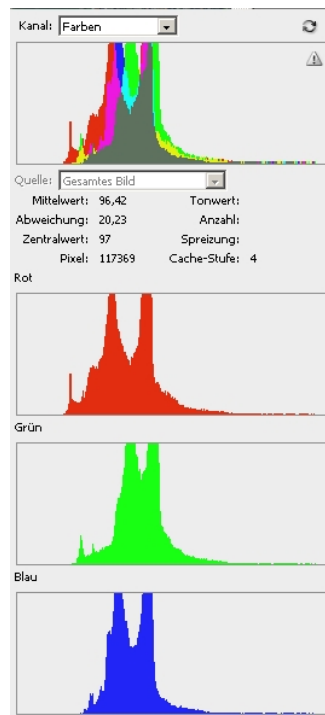
Klar erkennbar: Das Bild hat(te) einen Dunstschleier.



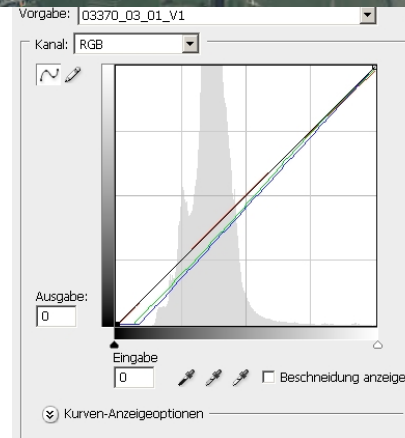
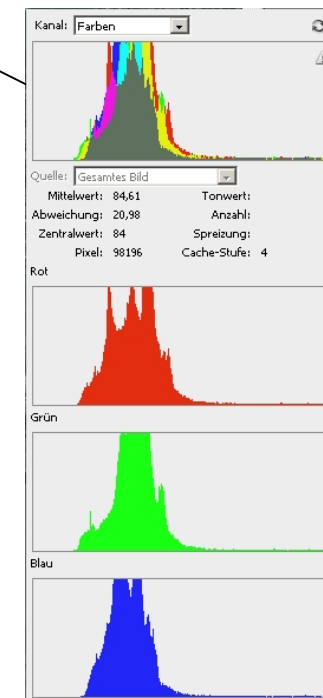
# Datenaufbereitung - Atmosphärenkorrektur

## Korrektur der Farbkanäle – Dunstschleier entfernen

Histogramm der  
unkorrigierten Fläche



Histogramm der  
korrigierten Fläche



- Das Ziel: Die Farbkanäle kalibrieren – nicht ein „schönes“ Bild erzeugen!
- Erster Schritt: Eliminierung des Dunstschleiers.
- Der Vergleich der Histogramme zeigt: Dunst ist entfernbar.

# Datenaufbereitung - Atmosphärenkorrektur

## Messwerte im „Gegenlicht“- Bereich

|              |             |
|--------------|-------------|
| R : 111/ 108 | K : 67/ 70% |
| G : 123/ 112 |             |
| B : 123/ 111 |             |
| 8-Bit        | 8-Bit       |
| X : 1,04     | B : 16,58   |
| Y : 2,93     | H : 7,15    |

|            |             |
|------------|-------------|
| R : 46/ 45 | K : 88/ 91% |
| G : 60/ 46 |             |
| B : 70/ 53 |             |
| 8-Bit      | 8-Bit       |
| X : 1,00   | B : 16,58   |
| Y : 3,50   | H : 7,15    |

|            |             |
|------------|-------------|
| R : 41/ 40 | K : 90/ 93% |
| G : 52/ 37 |             |
| B : 59/ 41 |             |
| 8-Bit      | 8-Bit       |
| X : 1,27   | B : 16,58   |
| Y : 5,01   | H : 7,15    |

|              |             |
|--------------|-------------|
| R : 104/ 101 | K : 70/ 73% |
| G : 115/ 104 |             |
| B : 115/ 102 |             |
| 8-Bit        | 8-Bit       |
| X : 1,54     | B : 16,58   |
| Y : 5,20     | H : 7,15    |



|              |             |
|--------------|-------------|
| R : 135/ 132 | K : 58/ 61% |
| G : 144/ 135 |             |
| B : 141/ 130 |             |
| 8-Bit        | 8-Bit       |
| X : 1,32     | B : 16,58   |
| Y : 3,51     | H : 7,15    |

|              |             |
|--------------|-------------|
| R : 238/ 236 | K : 10/ 11% |
| G : 238/ 236 |             |
| B : 235/ 233 |             |
| 8-Bit        | 8-Bit       |
| X : 1,38     | B : 16,58   |
| Y : 3,77     | H : 7,15    |

|              |             |
|--------------|-------------|
| R : 225/ 223 | K : 16/ 17% |
| G : 228/ 225 |             |
| B : 220/ 217 |             |
| 8-Bit        | 8-Bit       |
| X : 1,62     | B : 16,58   |
| Y : 5,14     | H : 7,15    |

# Datenaufbereitung - Atmosphärenkorrektur

## Messwerte im „Mitten“- Bereich

|       |          |       |         |
|-------|----------|-------|---------|
| R:    | 117/ 114 | K:    | 65/ 69% |
| G:    | 126/ 115 |       |         |
| B:    | 126/ 114 |       |         |
| 0-Bit |          | 0-Bit |         |
| X:    | 8,05     | B:    | 16,58   |
| Y:    | 2,01     | H:    | 7,15    |

|       |          |       |         |
|-------|----------|-------|---------|
| R:    | 109/ 106 | K:    | 69/ 72% |
| G:    | 117/ 106 |       |         |
| B:    | 117/ 104 |       |         |
| 0-Bit |          | 0-Bit |         |
| X:    | 7,72     | B:    | 16,58   |
| Y:    | 2,46     | H:    | 7,15    |

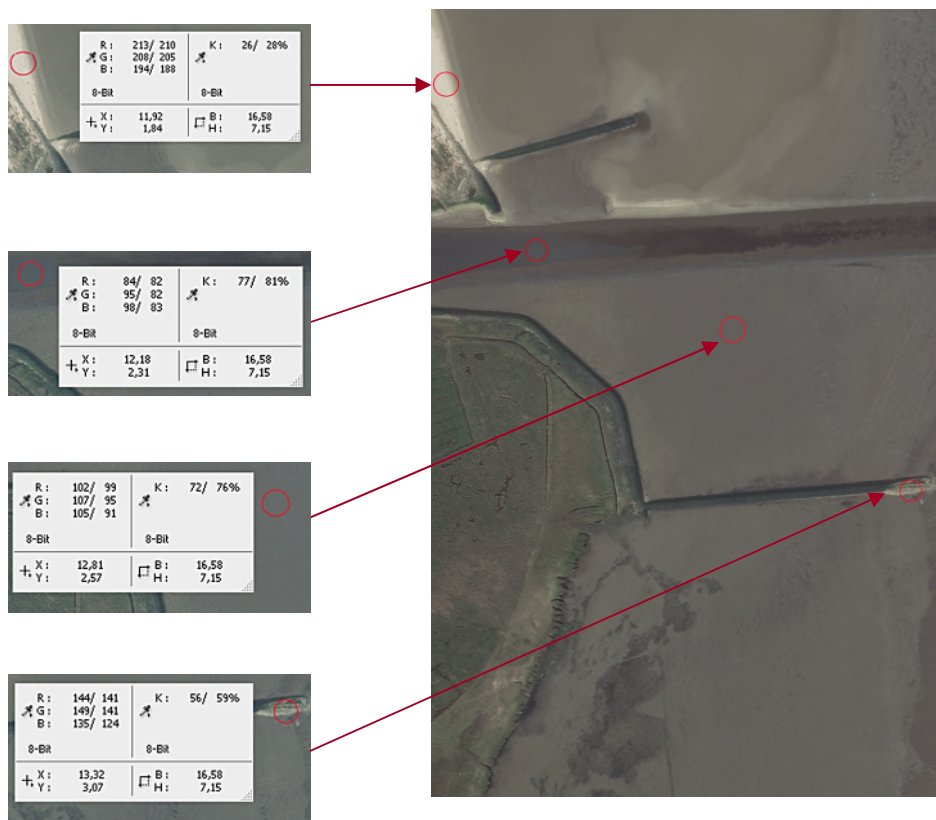
|       |          |       |         |
|-------|----------|-------|---------|
| R:    | 109/ 106 | K:    | 69/ 72% |
| G:    | 117/ 105 |       |         |
| B:    | 118/ 105 |       |         |
| 0-Bit |          | 0-Bit |         |
| X:    | 7,75     | B:    | 16,58   |
| Y:    | 3,33     | H:    | 7,15    |

|       |          |       |       |
|-------|----------|-------|-------|
| R:    | 250/ 248 | K:    | 4/ 5% |
| G:    | 248/ 246 |       |       |
| B:    | 246/ 245 |       |       |
| 0-Bit |          | 0-Bit |       |
| X:    | 8,68     | B:    | 16,58 |
| Y:    | 1,91     | H:    | 7,15  |

Eine interessantes Ergebnis:  
Beim Vergleich der Messwerte des Gegenlicht- und des Mitten – Bereichs ist recht deutlich zu erkennen, dass auch bei digitalen Aufnahmen prinzipiell eine Vignettierung auftritt. In der Mitte sind die Werte noch homogener als in den Randbereichen des Bildes. Das ist z.B. einer der Grundsätze, die bei der Analyse des Bildes ständig mit zu berücksichtigen sind.

# Datenaufbereitung - Atmosphärenkorrektur

## Messwerte im „Mitlicht“- Bereich



Der nebenstehende Bereich ist von seiner Abbildung her nicht gerade geeignet, neutrale Grauwerte zu analysieren.

Manchmal hilft jedoch gerade das Hinzuziehen „farbiger Flächen“ bei der Kontrolle.

In diesem Fall zeigt sich, dass der Rotkanal noch genauer analysiert werden könnte - obwohl doch die Grün- und Rotwerte recht nahe beieinander liegen.

Der Rotkanal ist jedoch durchgängig zu dominant, in der Sandfläche deutlich überwiegend.

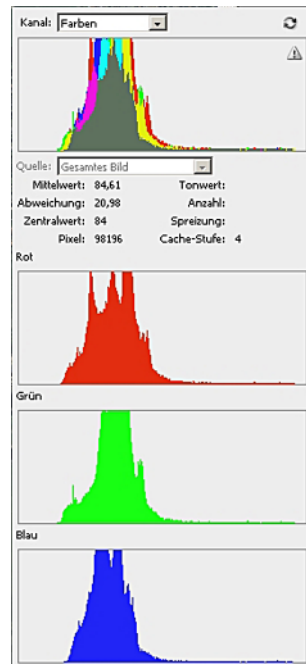
Auch im Wattbereich sind die Werte zu hoch.



# Datenaufbereitung - Atmosphärenkorrektur

## Korrektur der Farbkanäle – Rotkanal - Verbesserung

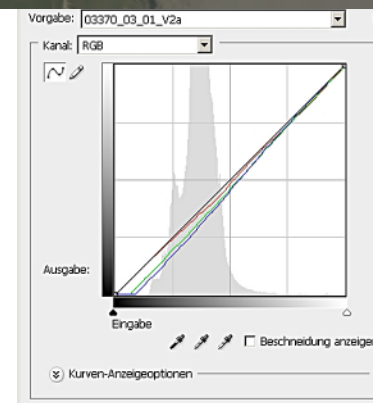
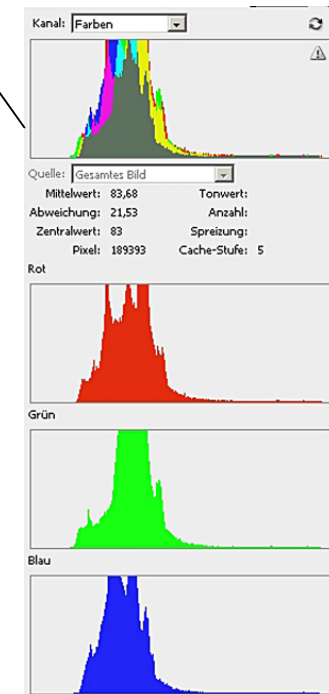
Histogramm der korrigierten Fläche



Das „blaue Band“, in der Mitte zeigt die ursprüngliche Farbgebung

- Die Rotkanal-Korrektur ist erforderlich, es zeigt sich eine erkennbare Verbesserung!
- Nur an den numerischen Werten orientieren!

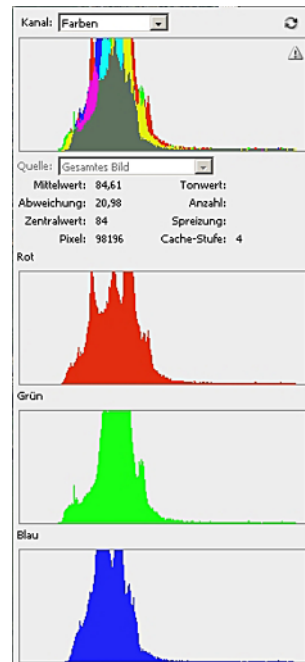
Histogramm der erneut korrigierten Fläche



# Datenaufbereitung - Atmosphärenkorrektur

## Korrektur der Farbkanäle – Spreizung

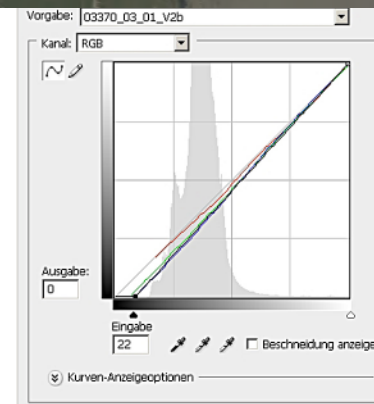
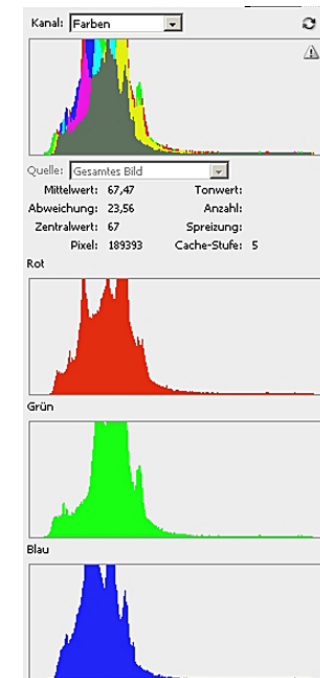
Histogramm der korrigierten Fläche



Bei einer, hier demonstrierten, kontraststeigernden Nutzung des Spielraumes in den „Tiefen“ sollten für flächige Farb-(Grau-)werte keine Messungen vorkommen, die im Graustufenmodus einen Wert von 95% übersteigen!

- Die Rotkanal-Korrektur war erforderlich.
- Die Spreizung der Kanäle kann an dieser Stelle noch folgen (für alle Kanäle identisch).
- Nur linear arbeiten! Keine Gammakorrektur.

Histogramm der erneut korrigierten Fläche

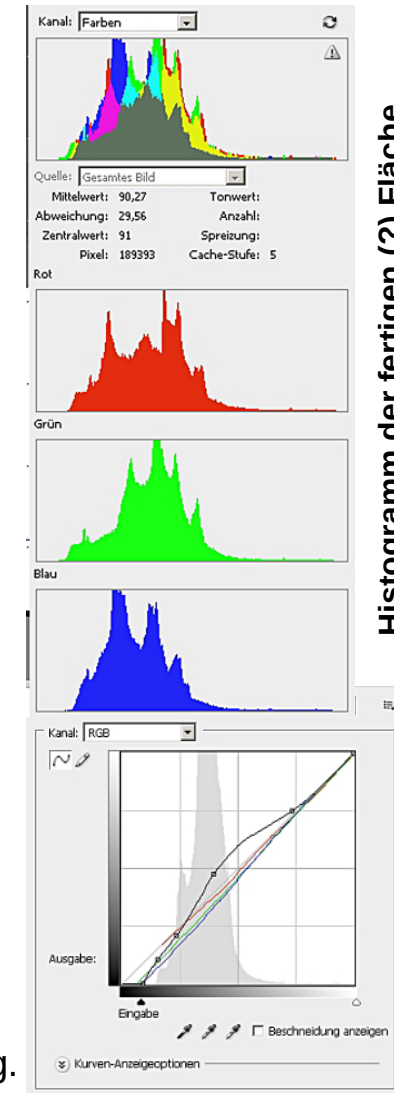


# Datenaufbereitung - Atmosphärenkorrektur

## Korrektur der Farbkanäle – Verschönerung



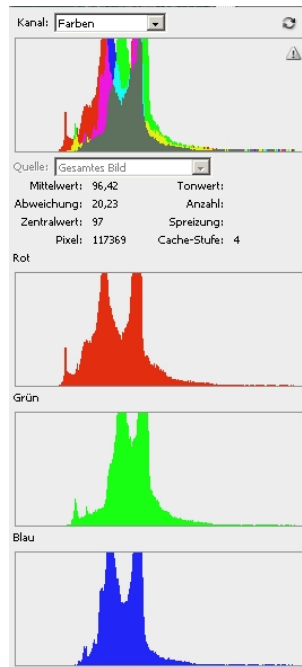
- Erst zum Schluss sollte – wenn überhaupt – eine „Verschönerung“ vorgenommen werden!
- Bei der Gammakorrektur aber beachten, dass sich davon abhängig dann auch wieder geringfügig die Farben ändern.
- Grundsätzlich ist diese Verbesserung jedoch nicht nötig – sie „entschädigt“ eigentlich nur den Bearbeiter.  
Für das Produkt selbst (Daten, nicht Bild!), ist es sogar eher ungünstig.



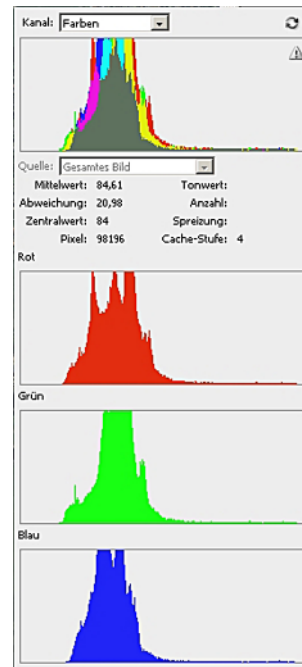
# Datenaufbereitung - Atmosphärenkorrektur

## Korrektur der Farbkanäle – Vergleich der Histogramme

Histogramm der  
unkorrigierten Fläche



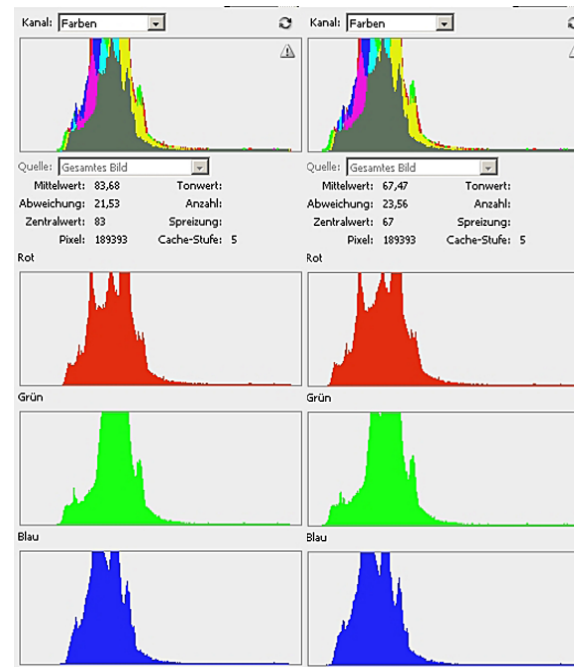
Histogramm der  
korrigierten Fläche



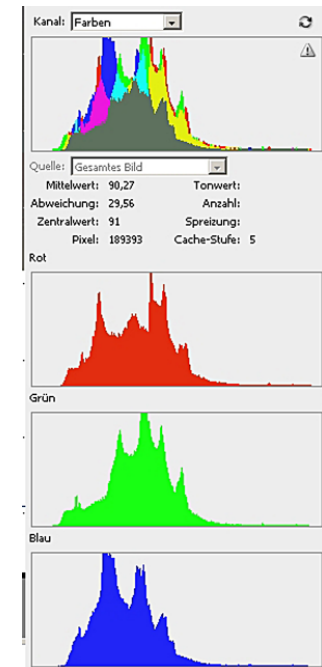
Histogramme der erneut  
korrigierten Fläche

a)

b)



Histogramm der  
fertigen (?) Fläche



- Das Ziel: Die Farbkanäle zu kalibrieren, wird schon im zweiten Schritt erreicht!
- Die lineare Korrektur des dritten Schrittes (b) ist noch vertretbar und ohne größere Veränderung.
- Der letzte Schritt geht über das Ziel hinaus – er entspricht nicht mehr der „reinen“ Lehre.



## Datenaufbereitung - Atmosphärenkorrektur

### Korrektur der Farbkanäle – das Ergebnis



- Das ist es nicht!
- Das Auge gewöhnt sich jedoch sehr schnell an die Farbgebung!

## Datenaufbereitung - Atmosphärenkorrektur

### Korrektur der Farbkanäle – das Ergebnis



- Das ist es!
- Aber es ist nicht die „richtige“ Korrektur – es ist nur eine von vielen möglichen!  
Aber alle andern möglichen Ergebnisse müssten sehr ähnliche Farbwerte aufweisen.



## Datenaufbereitung - Atmosphärenkorrektur

### Korrektur der Farbkanäle – das Ergebnis in Vergrößerung



- Es gingen keine Informationen verloren.
- Es wurden keine Farben verfälschend manipuliert.
- --- Und es ist allemal besser als einschlägige Internetangebote!



# Datenaufbereitung - Atmosphärenkorrektur

## Korrektur der Farbkanäle – das Fazit



- Das Bild war demnach nicht optimal prozessiert. - Ein derartiges Ergebnis ist zu reklamieren!
- Die Korrektur gilt nur für dieses eine Bild. - Die Zusammenfassung vieler Bilder erfordert Kompromisse!
- Die dürfen aber nicht soweit strapaziert werden, das grundsätzlich nur eine Einstellung für einen Bildflug verwendet wird. – Das ist so gut wie nie möglich, wenngleich es auch immer wieder versucht wird!





---

## Datenaufbereitung - Atmosphärenkorrektur

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Michael Timpe  
Landesvermessung und Geobasisinformation Niedersachsen - LGN®  
Bereich 42 - Photogrammetrie, Geländemodelle  
Podbielskistrasse 331  
30659 Hannover  
Tel. +49 (0)511 / 64609-252  
Fax +49 (0)511 / 64609-166  
E-Mail [michael.timpe@lgn.niedersachsen.de](mailto:michael.timpe@lgn.niedersachsen.de)  
Web <http://www.lgn.de>