

# Zeitschrift für digitale Geisteswissenschaften

---

Artikel aus:

Sonderband 1 der ZfdG: Grenzen und Möglichkeiten der Digital Humanities. Hg. von Constanze Baum und Thomas Stäcker. 2015. DOI: [10.17175/sb01](https://doi.org/10.17175/sb01)

Titel:

Rot rechnen

Autor/in:

Waltraud von Pippich

Kontakt:

[von.Pippich@campus.lmu.de](mailto:von.Pippich@campus.lmu.de)

Institution:

Ludwig-Maximilians-Universität, München

GND:

[1084652536](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:5:1-63862-p0011-9)

ORCID:

[0000-0002-4555-2816](https://orcid.org/0000-0002-4555-2816)

---

DOI des Artikels:

[10.17175/sb001\\_016](https://doi.org/10.17175/sb001_016)

Nachweis im OPAC der Herzog August Bibliothek:

[101422873](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:5:1-63862-p0011-9)

Erstveröffentlichung:

14.04.2016

Lizenz:

Sofern nicht anders angegeben 

Medienlizenzen:

Medienrechte liegen bei den Autoren

Letzte Überprüfung aller Verweise:

24.05.2016

GND-Verschlagwortung:

[Kunstgeschichte \(Fach\)](#) | [Bildverarbeitung](#) | [Farbmessung](#) |

Zitierweise:

Waltraud von Pippich: Rot rechnen. In: Grenzen und Möglichkeiten der Digital Humanities. Hg. von Constanze Baum / Thomas Stäcker. 2015 (= Sonderband der Zeitschrift für digitale Geisteswissenschaften, 1). PDF Format ohne Paginierung. Als text/html abrufbar unter DOI: [10.17175/sb001\\_016](https://doi.org/10.17175/sb001_016).

Waltraud von Pippich

## Rot rechnen

---

### Abstracts

Rot ist eine Farbe und Farbe ist nicht messbar. Ist das so? Das Redcolor-Tool erfasst erstmals Röte in Bildern. Dies geschieht anhand einer Technologie, die jeder Farbe einen Rotwert zumessen kann. Der Beitrag spielt die Implikationen der Farbanalysen für die stilometrische und die historische Bildforschung durch und fragt nach dem Potential der Eigenschaftsmetrik zur Bildung allgemeiner Kategorien für die Geisteswissenschaften. Der stilometrische Teil widmet sich Rotfrequenzen und Farbsummen. Als methodischer Schlüssel wird eine die Stilometrie fundierende ›Theorie der Koordination‹ favorisiert. Der historische Teil erfasst Rot als Symbol der Herrschaft und Macht. Er behandelt exemplarisch Bilder von Tizians Karl V. bis zu Bushs Merkelporträt.

How would you measure color? The software Redcolor-Tool enables redness in images to be quantified for the first time. The technology attributes values of redness to any given color. This paper explores the methodological implications of color analysis for stylometric and historical approaches to visual studies. Furthermore, it examines the potential of new categories for the humanities which could emerge from quantitative feature metrics. The stylometry section is devoted to red color frequencies and color sums. A ›theory of coordination‹ based in stylometry is proposed as the methodological key. The historical section analyses red as the symbol of power and authority. Portraits from Titian´s Charles V to Bush´s portrait of Angela Merkel are analysed, taking the color red as the interpretational basis of traditional and contemporary political iconography.

## 1. Technologie des Redcolor-Tools

Farbe ist erkenntnistheoretisch der Akzidenz und nicht der Substanz zugeordnet, der Erscheinung und nicht dem Sein. Der Philosophie gilt sie als Paradefall der Qualia-Debatte, sie ist der Stachel im logozentrischen Weltbild. Als Element der Kunst ist sie kaum fassbar. Kunsttheoretisch traditionell dem Materiellen, nicht dem Geistigen zugewiesen,<sup>1</sup> ließe sich gar argumentieren, sie sei kein Gegenstand der geisteswissenschaftlichen Forschung. Beachtet sie die Kunstgeschichte, so geschieht das selten und dann entlang historisch ausgerichteter Fragestellungen.<sup>2</sup> Es ist möglich, erfolgreich ein Studium der Kunstgeschichte zu absolvieren, ohne jemals das Wort ›rot‹ gesagt zu haben. Über farbige Abbildungen von Bildern ist zu hören: ›Das ist alles falsch.‹ Farbe steht paradigmatisch für das Gebundensein des Forschungsgegenstandes an das wahrnehmende Subjekt und paradigmatisch für Fragiles, das durch jede Art der Reproduktion an ›Echtheit‹ verliert. Dennoch stellt sich die Frage: Ist Farbe messbar? Was ist zu leisten, wenn es Technologie gibt, die Farbe objektiv ermittelt?

---

<sup>1</sup> Dieser Beurteilung liegt ein starres hierarchisches Wertgefüge zugrunde. Farbtheorien des frühen 20. Jahrhunderts, die Farbe hingegen dem Geistigen zuordnen, zum Beispiel die Theorien von Wassily Kandinsky oder Johannes Itten, gleiten wiederum ins Esoterische ab.

<sup>2</sup> Max Imdahl untersuchte die Emanzipation der Farbe vom Primat der Linie in der klassischen akademischen Tradition, Imdahl 1988. Über eine historische Ausrichtung hinaus weisen einige Beiträge zum Thema ›Farbe‹ in den Publikationen Busch 2008, Wolfschmidt 2011 und Margrit Vogt / André Karliczek 2013.

Die im Ommer Lab der Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg 2012 für die Erforschung von Farbe in Bildern entwickelte Software Redcolor-Tool ermöglicht präzise Analysen der Farbigkeit. Gegenstand der Farbanalysen sind digital vorliegende, entweder digitalisierte oder genuin digitale Bildelemente. Einem **Pixel** wird algorithmisch ein Farbwert zugewiesen. Numerisch wird der Farbwert in Zahlen gefasst, z.B.: Pixel x hat den Farbwert 0,00714. Das Messergebnis lautet 0,00714. Es gibt keine Nominalskala. Das Tool arbeitet ohne die Verwendung von Farbbegriffen und eliminiert mit der durch die Kluft zwischen Gegenstand (Analysandum) und Wort (Farbbegriff) für jede, nicht nur die automatisierte Attribution gegebenen Ungenauigkeit zugleich den methodischen Kardinalfehler. Denn Farbeigenschaften liegen nicht diskret, sondern kontinuierlich vor.

Die Technologie des Redcolor-Tools basiert auf dem **Lab-Farbraum**, der von der **Commission Internationale de l'Éclairage** zum internationalen Standard erhoben wurde. Die Metrik im Lab-Farbraum orientiert sich am menschlichen Sehen. Euklidische Abstände zwischen gleichwertigen Differenzen der Farbempfindung ermöglichen, die menschliche Wahrnehmung mathematisch zu approximieren. Es entsteht ein metrisches Skalenniveau. Die sogenannte Gleichabständigkeit im Lab-Farbraum beinhaltet, dass Farbwerte mit den gleichen metrischen Abständen auch den als gleich wahrgenommenen Differenzen des Farbeindrucks entsprechen. Das intensivste durch das menschliche Auge wahrzunehmende Rot wird durch die informatische Lösung des Redcolor-Tools dem Beginn der Skala (0,00001) subordiniert.

Farbe wird durch die Software also einerseits als Gegebenes (Analysandum) und andererseits als Wahrgenommenes (Metrik) erfasst. Die erarbeiteten Algorithmen führen den Parameter des betrachteten Objekts mit dem Parameter des betrachtenden Subjekts durch Pixelanalyse und Lab-Metrik auf technologischer Ebene zusammen.<sup>3</sup> Farben, diese vormals lautlosen Elemente, haben durch den quantifizierenden Zugang zum Farbkosmos und die kalkulierte Subjekt-Objekt-Relation für die wissenschaftliche Forschung gleichsam eine Stimme gewonnen. Die folgenden Fallstudien kontrastieren die Implikationen der digitalen Messtechnologie für die **stilometrische** und die **historische** Bildforschung.

## 2. Stilometrische Bildforschung

Stilometrie erfasst formale und formalisierte Eigenschaften. Zu diesen Eigenschaften lassen sich neben Größen-, Zahl- und Mengenangaben von Linien, Flächen und weiteren Formen auch Farbeigenschaften zählen. Jedes Bild ereignet sich auf seine eigene Weise, – *individuum est ineffabile* – das Einzige ist unausschöpflich. Dennoch gehen stilometrische Arbeiten davon aus, dass sich Individual- und Epochenstil anhand einer Reihe formaler und formalisierter Merkmale eruieren lassen. Gewiss ist nicht jedes Merkmal in stilometrischen Untersuchungen adäquat erfasst, gewiss ist nicht alles zu berechnen. Doch in der Reduktion der Methoden auf wenige Parameter liegt ihre Effizienz.

---

<sup>3</sup> Die informatische Lösung ist im **Heidelberg Collaboratory for Image Processing** (HCI), in der Computer Vision Group, Ommer Lab, Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg, gelungen. Mein Dank gilt Björn Ommer für die Entwicklung des Redcolor-Tools.

Methodisch wird der Farbkreis als aus 16 Farbklassen bestehend verstanden. Die Farbklassen bilden die Farbwerte 1–16. Ein Farbwert wird definiert als diskrete Menge auf der Skala kontinuierlich nebeneinanderliegender feinsten farblicher Nuancen, z.B. ist Farbwert 1 die Menge der Nuancen  $\{0,00001, \dots, 1,0\}$ . Farbwert 1 entspricht intensivem Rot. Farbwert 16, der tiefem Dunkel gleicht, geht gemäß der spektralen Ordnung im Lab-Farbraum in Farbwert 1 über. Ein Bild wird als Komposition begriffen, die aus den 16 Farbklassen besteht. Das Bilden von Farbklassen birgt eine Reduktion farblicher Vielfalt, zugleich jedoch auch die methodische Erweiterung zur Exploration, Extraktion, Artikulation und möglichen Komparation farbformaler Eigenschaften.

Das Analysandum ist im vorliegenden Fall ein Korpus aus 50 Bildern (m01–m50) von Adolph Menzel.<sup>4</sup> Digitalisierte Abbildungen der Bilder mit der Auflösung von 300 dpi werden von der Software analysiert und die Prozentzahlen der 16 Farbwerte bemessen auf die Gesamtfläche für jedes Bild berechnet. Bilddaten und Messdaten dieser Analysen sind der Tabelle (Abbildung 1) zu entnehmen. Ein Diagramm (Abbildung 2) der Farbwertkompositionen von 100 Gemälden, links die 50 Korpuswerke, rechts 50 aleatorisch gewählte, verschiedene Werke aus unterschiedlichen Epochen lässt das Vorliegen impliziter *patterns* auf der die homogene Autorschaft repräsentierenden Seite deutlich werden. Die im Diagramm aufscheinenden *patterns* sind durch die Extraktion farbformaler Eigenschaften explizit nachweisbar. Die Messdaten sind die Grundlage der Berechnungen von Farbfrequenzen und Farbwertrelationen. Es gilt, bekannte Muster zu identifizieren und noch namenlose Muster zu benennen.

Abb. 1: Tabelle der Metadaten, Messwerte und Angaben zu statistischen Frequenzen der Farbwerte (Lab-Farbraum, 16 Farbklassen-Modell, Software Redcolor-Tool, HCI) der Korpusbilder © Pippich 2014. Link auf Datei: Waltraud von Pippich: Frequenzen und statistische Dispersion der Farben in 50 Bildern von Adolph Menzel. 2014. Open data LMU Link: <http://dx.doi.org/10.5282/ubm/data.79>

<sup>4</sup> Die Zuschreibung dieser Werke ist in der Forschung unbestritten, die Autorschaft scheint somit klar. Die Bilder entstammen einer Zeitspanne vom Frühwerk bis hinein ins Spätwerk. Es sind Ölgemälde auf Leinwand, Öl auf Papier (m01, m02, m11, m16), Aquarelle auf Papier (m22, m37, m45) und Gouachen auf Papier (m14, m29, m42). Die Bilder haben unterschiedliche Formate. Thematisch liegt eine Spannweite von Historie, historischem Genre über Genreszenen, einer Landschaftsdarstellung (m15) bis hin zur Wolkenstudie (m30) vor. Unter den Arbeiten sind sowohl Auftragswerke als auch autonom ausgeführte Gemälde. Die Bilder gelten in der Forschung als vollendet, ein Bild (m09) wird als unvollendet verhandelt, wurde vom Künstler aber signiert und datiert, vgl. die Diskussion und die Einordnung als vollendetes Werk bei Busch 2004, S. 87-89.

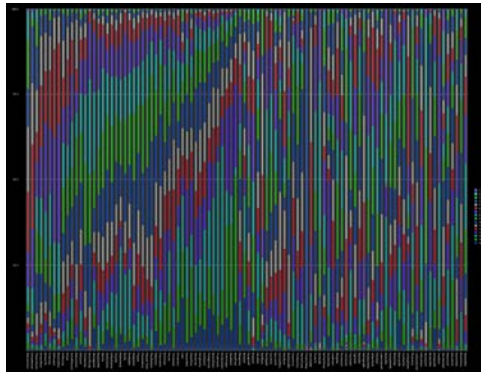


Abb. 2: Stilometrische Bildanalysen, Diagramm der Farbwertkompositionen von 100 Bildern, 50 Bilder von Adolph Menzel (links), 50 Bilder heterogener Autorschaft – von Giotto bis Yves Klein (rechts). Jede Säule im Diagramm repräsentiert ein Bild in seiner farblichen Komposition (Messtechnologie: Lab-Farbraum, 16 Farbklassen-Modell, Software Redcolor-Tool, HCl) © Pippich 2013.

## 2.1 Statistische Dispersion der Farbwerte

### 2.1.1 Statistische Variabilität

Die **Range** der Farbigkeit eines Bildes beschreibt die Spannweite der erzielten Messergebnisse auf der verwendeten Skala. Abzulesen ist aus diesem Wert die statistische Streuung und Variabilität der Messergebnisse. 30 der 50 Werke weisen die maximale Range 1–16 auf. 3/5 des Korpus erfüllen das Merkmal extensiver farblicher Variabilität. 2/5 hingegen zeigen eine reduzierte Range. Bei 17 Bildern beträgt diese 2–16, das heißt, die Range ist moderat reduziert. Gemäßigt ist die Variabilität zweier Gemälde mit der Range 3–16. Die kürzeste Range (4–16) wird für Menzels Bild *Berlin-Potsdamer Bahn* gemessen. Spektralanalysen (Abbildung 3),<sup>5</sup> die die Messergebnisse in Farbe übersetzen und Bildelemente in Farbsummen zusammenführen, vermitteln die unterschiedliche Verteilung der Farbwerte in den Bildern mit minimaler und maximaler Range.

---

<sup>5</sup> Der Farbeindruck der Spektralanalysen ist geräteabhängig, den Darstellungen liegt das RGB- oder CYMK-Modell zugrunde, die Lab-Metrik bestimmt die numerischen Werte.

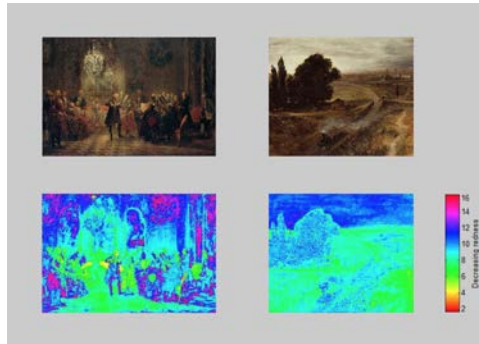


Abb. 3: Oben (von links): Adolph Menzel, *Flötenkonzert Friedrichs des Großen in Sanssouci*, 1852, Öl auf Leinwand, 142 x 205 cm, Berlin, Nationalgalerie, Quelle: Adolph Menzel. *Radikal real*. Kat. Ausst. Kunsthalle der Hypo-Kulturstiftung München und Kupferstichkabinett der staatlichen Museen zu Berlin. Hg. von Bernhard Maaz. München 2008, S. 17, Adolph Menzel, *Berlin-Potsdamer Bahn*, 1847, Öl auf Leinwand, 42 x 52 cm, Berlin, Nationalgalerie, Quelle: Adolph Menzel 1815–1905. *Das Labyrinth der Wirklichkeit*. Kat. Ausst. Nationalgalerie Berlin. Hg. von Claude Keisch und Marie-Ursula Riemann-Reyher. Köln 1996, S. 116, unten: Spektralanalysen, Lab-Farbraum, Software Redcolor-Tool (HCI) – die Korpusbilder mit maximaler (1–16) und minimaler (4–16) Farbränge © Pippich 2014.

Die **Standardabweichung** der Farbverteilung eines Bildes beziffert die durchschnittliche Differenz der Messergebnisse von ihrem Mittelwert. Der Mittelwert (6,25) ist die durchschnittliche Klassenhöhe.<sup>6</sup> Die durchschnittliche Standardabweichung der Bilder liegt bei 6,4. Das heißt, Klassenhöhen um 12,7 und sehr geringe Klassenhöhen um 0,01 liegen im Korpus im Durchschnitt. Die höchste Standardabweichung erreicht die Farbkomposition des Gemäldes *Frühmesse in einer Salzburger Kirche* (10,79). Gewaltige Klassenhöhen in Kombination mit einer leeren Klasse und äußerst geringen Klassen erzeugen beträchtliche Differenzen vom Mittelwert. Erreicht ist eine niedrige Standardabweichung, die für ähnlich und gleich große Farbmengen steht und somit hinsichtlich der Proportion einzelner Farbklassen zueinander Gleichwertigkeit bezeichnet, tatsächlich einzig in einem *Biergarten* (3,37) betitelten Bild. Der Vergleich der Spektralanalysen der Bilder mit der geringsten und der höchsten Standardabweichung visualisiert die verschiedenen Frequenzen (Abbildung 4).

<sup>6</sup> Die durchschnittliche Klassenhöhe berechnet sich aus der Summe der Ergebnisse geteilt durch die Anzahl der Ergebnisse. Für jedes Bild liegt die Summe bei 100 (% der Pixel, die Anzahl beträgt 16 (16 Farbklassen),  $100:16 = 6,25$ ). Der Mittelwert jedes Bildes beträgt also 6,25. Ein Bild, das in jeder der 16 Farbklassen das Messergebnis 6,25 (% des Bildes) aufweisen würde, würde die Standardabweichung 0 erzielen. Es gäbe keine Abweichung vom Mittelwert.

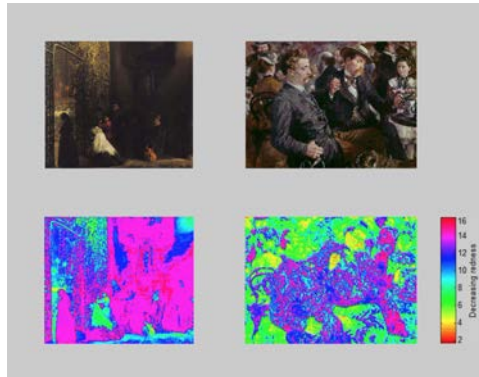


Abb. 4: Oben (von links): Adolph Menzel, *Frühmesse in einer Salzburger Kirche*, 1855, Öl auf Leinwand, 58,4 x 68,3 cm, Wien, Österreichische Galerie im Belvedere, Quelle: Adolph Menzel. Radikal real. Kat. Ausst. Kunsthalle der Hypo-Kulturstiftung München und Kupferstichkabinett der staatlichen Museen zu Berlin. Hg. von Bernhard Maaz. München 2008, S. 167, Adolph Menzel, *Biergarten*, 1883, Pinsel, Tusche, Deckfarben, 13,5 x 17,9 cm, Schweinfurt, Museum Georg Schäfer, Quelle: Adolph Menzel. Radikal real. Kat. Ausst. Kunsthalle der Hypo-Kulturstiftung München und Kupferstichkabinett der staatlichen Museen zu Berlin. Hg. von Bernhard Maaz. München 2008, S. 18, unten: Spektralanalysen, Lab-Farbraum, Software Redcolor-Tool (HCI) – die Korpusbilder mit der höchsten (links: 10,79) und geringsten (rechts: 3,37) statistischen Standardabweichung der Farbwerte (Mittelwert: 6,25) © Pippich 2014.

## 2.1.2 Berechnungen zentraler Tendenz

Der **Modalwert** ist der Wert, der am häufigsten gemessen wird. Es ist der Wert, dessen Farbe die größte Bildfläche bedeckt. Doch hier ist Vorsicht geboten: denn es liegen nicht nur zusammenhängende Gebiete vor, die Pixel können durch Pixel anderer Farbklassen getrennt sein. Im Korpus lassen sich zehn unterschiedliche Modalwerte zwischen Farbwert 4 und 15 feststellen.<sup>7</sup> Geprüft werden auch die in einem Bild am zweit- und dritthäufigsten gemessenen Farbwerte. Die Mengen dieser Farbwerte werden mit den anderen Mengen im Bild verglichen. Gewisse Kombinationen fallen dabei auf. Es lassen sich Gruppen an Bildern identifizieren, die Eigenschaften teilen. Die Bestimmungen folgen dem Prinzip der Koordination als einer gleichordnenden, nicht hierarchisierenden Methode der farblichen Stilometrie und werden in [Abschnitt 2.3](#) vorgestellt.

Der **Median** teilt die Anzahl der Messergebnisse in zwei gleich große Hälften. Er wird auch das 50%-Quantil genannt. Die Lage des Median zeigt an, welche Stelle der Skala die Messergebnisse in jeweils 50% und 50% teilt. Der Median der Korpusbilder befindet sich an unterschiedlichen Positionen zwischen 5,5 bis hin zur Stelle 14,3. Dies weist auf ausgesprochene Varianz in der Bedeckung der Bildfläche mit Farben. So sind in der privaten Szene *Wohnzimmer mit der Schwester des Künstlers* 50% der Messergebnisse röter als der Farbwert 5,5. Und in der Nachtszene *Mondschein über der Friedrichsgracht im alten Berlin* sind 50% der Messergebnisse dunkler als der bereits dunkle Median 14,3. Die Spektralanalysen (Abbildung 5) der Gemälde bilden die Unterschiede der Farbdispersion ab.

<sup>7</sup> Modalwerte sind die Farbwerte 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 13, 14 und 15.

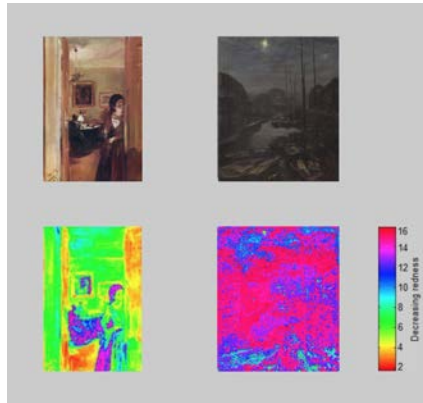


Abb. 5: Oben (von links): Adolph Menzel, *Wohnzimmer mit der Schwester des Künstlers*, 1847, Öl auf Papier, 46,1 x 31,7 cm, München, Neue Pinakothek, Quelle: Adolph Menzel 1815–1905. *Das Labyrinth der Wirklichkeit*. Kat. Ausst. Nationalgalerie Berlin. Hg. von Claude Keisch und Marie-Ursula Riemann-Reyher. Köln 1996, S. 119, Adolph Menzel, *Mondschein über der Friedrichsgracht im alten Berlin*, um 1855, Öl auf Leinwand, 39,5 x 33 cm, Berlin, Nationalgalerie, Quelle: Adolph Menzel 1815–1905. *Das Labyrinth der Wirklichkeit*. Kat. Ausst. Nationalgalerie Berlin. Hg. von Claude Keisch und Marie-Ursula Riemann-Reyher. Köln 1996, S. 177, (unten) Spektralanalysen, Lab-Farbraum, Software Redcolor-Tool (HCl) – die Korpusbilder mit der niedrigsten (links: 5,5) und höchsten (rechts: 14,3) Skalenposition des Median © Pippich 2014.

### 2.1.3 Berechnungen mittlerer Tendenz

Die **Interquartilsspanne** (IQR für engl. *interquartile range*) erweitert die Aussagekraft des Median. Sie gibt die Spannweite der Messwerte zwischen dem 25%-Quartil und dem 75%-Quartil an. Nun ist zu bestimmen, über wie viele und über welche Skalenwerte verteilt die mittleren, die extremen Lagen aussparenden 50% der Messergebnisse liegen. Bei den untersuchten Werken erstreckt sich die IQR über zwei Farbwerte hinweg bis zu einer Spanne von sechs Farbwerten, sie befindet sich an unterschiedlichen Lagen: Kurz ist sie im Bild *Emilie Menzel schlafend*. Zu den Bildern mit weiter IQR gehört *Kronprinz Friedrich besucht Pesne auf dem Malgerüst in Rheinsberg*. Eine Gegenüberstellung der Spektralanalysen der Bilder mit minimaler und maximaler IQR, bei unterschiedlicher Lage der IQR auf der Skala, vermittelt die Diversität der Farbkompositionen (Abbildung 6).

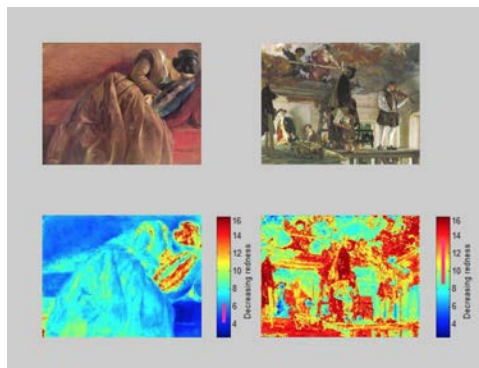




Abb. 6: Oben (von links): Adolph Menzel, *Emilie Menzel schlafend*, um 1848, Öl auf Papier, 46,8 x 80 cm, Hamburg, Hamburger Kunsthalle, Quelle: Adolph Menzel 1815–1905. Das Labyrinth der Wirklichkeit. Kat. Ausst. Nationalgalerie Berlin. Hg. von Claude Keisch und Marie-Ursula Riemann-Reyher. Köln 1996, S. 133, Adolph Menzel, *Kronprinz Friedrich besucht Pesne auf dem Malgerüst in Rheinsberg*, 1861, Gouache auf Papier, 24 x 32 cm, Berlin, Nationalgalerie, Quelle: Adolph Menzel 1815–1905. Das Labyrinth der Wirklichkeit. Kat. Ausst. Nationalgalerie Berlin. Hg. von Claude Keisch und Marie-Ursula Riemann-Reyher. Köln 1996, S. 203, unten: Spektralanalysen, Lab-Farbraum, Software Redcolor-Tool (HCl) – Korpusbilder mit geringer (2) und weiter (5) Interquartilsspanne, die Lage der Interquartilsspanne differiert: 4,5–6,5 (links), 8,5–13,5 (rechts), vgl. die Anzeige der Linie im Farbbalken © Pippich 2014.

## 2.1.4 Kunst und Durchschnitt

Die Werte der zentralen und mittleren Tendenz sind robust gegenüber **Ausreißern**, sie liefern jedoch hilfreiche Angaben im Rahmen der explorativen Statistik. Die Angaben sind modellbedingt und skalenabhängig, beschreiben aber die Phänomenologie der Bilder. Sie bieten einen analytischen Mehrwert innerhalb der Stilometrie, sie diversifizieren. Anders verhält es sich mit der Angabe eines Durchschnittswertes.<sup>8</sup> Der Durchschnittswert eines Bildes ist nicht zwangsläufig im Bild selbst zu sehen. Wird der Durchschnittswert auf der Grundlage der Pixelauflösung und der Farbauflösung am Monitor nach dem **RGB-Modell** gebildet, so orientiert der Wert sich nicht an der Phänomenologie der Bilder, er ist auflösungs- und gerätebedingt. Er leistet keinen analytischen Mehrwert, er diversifiziert nicht, er vereinfacht.

Den digitalkünstlerischen Darstellungen Lev Manovichs liegen beispielsweise die durchschnittlichen Grauwerte der Helligkeit und Sättigung gemäß der Pixelauflösung am Monitorgerät zugrunde.<sup>9</sup> Die vordergründig wie mathematische zweiachsige Koordinatensysteme funktionierenden Darstellungen zeigen auflösungs- und geräteabhängige Durchschnittswerte. Selbst wenn Manovich noch einmal 1 Mio. Bilder nach dieser Methode berechnen ließe, blieben die Ecken der nominell zu Koordinatensystemen deklarierten Abbildungen leer. In mathematischen Koordinatensystemen geben die Ecken die Extreme an. Doch ein System, das *per definitionem* nur Durchschnitte registriert, markiert die Ecken zwangsweise zu blinden Stellen. Zur Extraktion farbformaler Bildeigenschaften ist diese Methode der Medienkunst ungeeignet. Der Durchschnittswert erfasst keine Eigenschaft des Bildes.

Extreme und Ausreißer sind innerhalb des Bildlogos nicht zu unterschätzen. Sie spielen innerhalb des analytisch-stilometrischen Zugangs zu einem Kunstgebilde eben gerade keine marginale Rolle. Ihre eigentümliche Funktion im schöpferischen wie im wirkungsästhetischen Prozess ist kaum zu fassen.<sup>10</sup> Die gegenüber extremen Skalenwerten robusten Werte der zentralen und mittleren Tendenz sind für die farbliche Stilometrie durch das Registrieren extremer und seltener Farbwerte zu ergänzen.

<sup>8</sup> Der Durchschnittswert berechnet sich z.B. auflösungsbedingt aus der Summe der Werte der Pixel dividiert durch die Pixelanzahl. Ein zu gleichen Teilen aus 5-er und 15-er Werten bestehendes Bild hat den Durchschnittswert 10.

<sup>9</sup> Manovich 2012, S. 249–278.

<sup>10</sup> Aus stilometrischer Perspektive gilt es insbesondere zu bedenken: Wenn ein Künstler bzw. eine Künstlerin denkt, er oder sie habe mit einer spezifischen Farbwahl, mit einem einzigen silbernen Klecks, etwas Extraordinäres hinzugefügt, vielleicht liegt dies dann statistisch tatsächlich in seinem bzw. ihrem Durchschnitt und er oder sie verlässt somit sein bzw. ihr stilometrisches Muster durch diese Handlung nicht.

## 2.1.5 Extreme Skalenwerte

Was kann im Bereich Farbe als extrem angesehen werden? Ist es das Glitzernde, der besondere Schein? Statistisch lassen sich Extreme nur im Rahmen einer Skala bestimmen. Die künstliche, durch den Computer programmierte Hierarchisierung des seiner Natur nach nicht hierarchisch organisierten Farbkosmos definiert Farbnuancen um 0,01 und 16 als Extreme. Es ist dabei zwischen extremen und seltenen Skalenwerten zu unterscheiden. Im Menzel-Korpus koinzidieren diese Werte. Dabei liegen die roten Extreme bei den hier untersuchten Gemälden m01–m14 in einem höheren Bereich als bei den Gemälden m15–m50.

Ein Bild sei hinsichtlich seiner Komposition der Rotwerte dargestellt: das Gemälde *Ballszene* (Abbildung 7). Zu sehen ist eine Frau in einem roten Ballkleid als zentrale Figur in einer Szene, die sich am Rande des Parketttreibens abspielt. Dieses Gemälde weist im Verhältnis der Farbwerte 7/6/5/4/3/2 zueinander kontinuierlich die Zahl Phi (1,61...) auf. Die Werte erzeugen zueinander die goldene Relation.<sup>11</sup> Das Bild lässt sich demnach als Farbkomposition begreifen, in der tiefrote Teile und Farben nachlassenden Rots in sich wiederholender Proportion aufeinander abgestimmt sind und sich durch die Zahl aufeinander beziehen. Durch die beschriebene Gleichabständigkeit im Lab-Farbraum betrifft eine Schilderung der Zahlenverhältnisse die Phänomenologie des Bildes. Es ist die Informationstechnologie, die Binnenstrukturen durch Numerik zur Artikulation verhilft und das Bild auf eine zuvor nicht mögliche Weise farbformal zu beschreiben hilft.

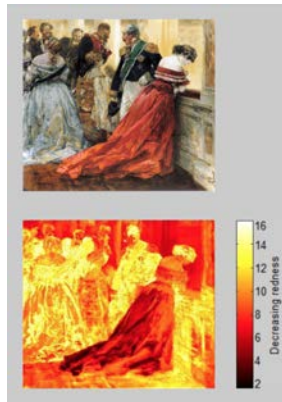


Abb. 7: Oben: Adolph Menzel, *Ballszene*, 1867, Pinsel, Deckfarbe, 26,5 x 30 cm, Schweinfurt, Museum Georg Schäfer, Quelle: Adolph Menzel. Radikal real. Kat. Ausst. Kunsthalle der Hypo-Kulturstiftung München und Kupferstichkabinett der staatlichen Museen zu Berlin. Hg. von Bernhard Maaz. München 2008, S. 199, unten: Spektralanalyse, Lab-Farbraum, Software Redcolor-Tool, HCI © Pippich 2014.

<sup>11</sup> Das Verhältnis des **goldenen Schnittes** wird in **Abschnitt 2.2.3** ausführlich besprochen. Die Prozentzahlen der für die *Ballszene* (m13) genannten Farbwerte liegen bei 9,65/6,195/3,768/2,21/1,64/1,0813 und sind, wie die Zahlen für die im Folgenden dargestellten Rechnungen, der Tabelle (Abbildung 1) zu entnehmen. Weitere Bilder des Korpus, die im Verhältnis der Rotwerte Phi aufweisen, sind: m14 (Farbwerte 7/6/5/4); m01 (3/(1+2)); m02 (2/1); m06 (6/5/3/2); m11 (5/4) und m03 – *Théâtre du Gymnase* –, das in **Abschnitt 2.2.3** analysiert wird.

Die Erfassung der dunklen Extreme vollendet die Berechnungen zur statistischen Dispersion der Farbwerte. Abermals fallen Größenverhältnisse der goldenen Proportion auf. Im Gemälde *Mondschein über der Friedrichsgracht im alten Berlin* bedeckt der Modalwert (15) die Leinwand zu 37,1%. Diese Zahl stellt den Rest des Bildes (62,9%) zum vom Modalwert bedeckten Teil und das gesamte Bild zu diesem Rest in das goldene Verhältnis. Die Bilder *Théâtre du Gymnase* und *Emilie Menzel schlafend* zeigen das goldene Verhältnis der dunkelsten Farbwerte (15/16) zueinander. Bei den Messungen zu Extremen fällt zudem auf, dass zwei Bilder in beiden Skalenextremen hohe Quantitäten erzielen: *Auf der Fahrt durch schöne Natur* und *Blick in einen kleinen Hof*.<sup>12</sup>

## 2.2 Farbsummenrelationen

### 2.2.1 Koordination und Bild

Der Logos des Bildes betrifft das Verhältnis der Teile zum Ganzen und das Verhältnis der Teile zueinander. Anders als der Logos der Subordination der Sprache, der aus Verhältnissen begrifflicher Unter- und Überordnung aufbaut, ereignet sich der Logos im Bild, nur im übertragenen Sinne ist von einem Logos zu sprechen.<sup>13</sup> Es finden sich gleichordnende Verhältnisse der Kombination, des Konsonierens, des Simultanen. Es ist ein ›Logos der Koordination‹, des co-, des cum-, so wie es die lateinische Wortgruppe um *coordinatio* nahelegt. Der Seite einer möglichen Ko-Partizipation von Farben in multiplen Summenverhältnissen entspricht auf der Seite der Wahrnehmung eine ästhetische Kontemplation, die sich, anders als beim Lesen von Worten oder Hören von Sprache, ohne eine durch den Sinn vorgegebene Reihenfolge entfaltet.

Ein Schlüssel zur Erforschung des Farblogos im Bild liegt im Erfassen der Relationen einzelner Farbteile zueinander und zum Bildgesamt. Relationsstudien bieten methodisch entscheidende Vorteile. Sie eliminieren einige skalierungs-, modell-, auflösungs- und aufnahmebedingte Hürden, die Schwierigkeiten konsistenter Formalisierungsprozesse darstellen.<sup>14</sup> Die Relation etwa ist modellbedingt, doch nicht stets skalierungsabhängig. Sie ließe sich bei anderen, die Farbklassen definierenden Schwellwerten im Lab-Farbraum ebenso nachweisen. Die lineare Skala löst sich zudem bei der Beachtung der Relationen im spektralen Farbganzen zum Zyklus, die ursprüngliche, nicht hierarchische Natur des Spektrums entfaltet sich, der Farbkreis schließt sich. Relationen leisten Konnex zwischen Gliedern sowie zwischen Partikeln und Ganzem. So werden die Berechnungen zur Relation zum Instrument der Artikulation von Binnenstrukturen. Auf der Suche nach impliziten *patterns* bietet ein Erfassen

---

<sup>12</sup> Der Versuch einer Interpretation findet sich in [Abschnitt 2.4](#).

<sup>13</sup> Wittgenstein fasst in seinen späten *Bemerkungen über die Farben* die systematische Gleichordnung im Ausdruck »das Zusammen der Farbtöne«, Wittgenstein 1984, S. 35. Prägnant hat Gabriel 2010, S. 376, das Andere der Logik des Ästhetischen, seine komplementäre Stellung zur apophantische Aussagen zeugenden Sprache, wiedergegeben.

<sup>14</sup> Zu den aufnahmebedingten Hürden: Bis heute wurden keine Kriterien und Maßstäbe für die professionelle Bildreproduktion formuliert. Es ist die Crux der Arbeit mit Reproduktionen, dass diese einen **Farbstich** aufweisen können. Verschiedene vorgenommene Messungen lassen annehmen, dass bei Bildern mit Farbstich in den Relationen der Farbglieder zueinander die für den erschließenden Vergleich notwendige Stabilität bestehen kann. Die Relation kann in den Bildern mit und ohne Farbstich stabil bleiben.

der Relation die Aussicht, einen Verhältniswert in weitere, komparative Forschung einbinden zu können.

Wie verhalten sich nun im hier untersuchten Korpus einzelne Farbwerte und Summen der Farbwerte zueinander? Einige Zahlen tauchen häufiger auf. Modellbedingte<sup>15</sup> und zahlentheoretische<sup>16</sup> Eigenschaften der Zahlen beleuchten weniger die Natur des individuellen Bildes als diejenige des Modells und der Zahlen. Bekannte mathematische Relationsbeschreibungen reichen für eine systematisch stilometrische Analyse der Farbigkeit in Bildern nicht aus und sind um Prinzipien zu erweitern, die durch den Kunstorganismus Bild entstehen und ihn deshalb beschreiben.<sup>17</sup>

## 2.2.2 Silberne Relation

Das Bild *Eisenwalzwerk* (m31) weist die Farbwerte 8–13 in der folgenden, eigentümlichen Staffellung auf (in %): 7/14/21//15/10/5.<sup>18</sup> Der Modalwert lautet 10 (21%), der zweithäufigste Farbwert ist 11 (15%). Das heißt, die Mengen dieser beiden exponierten Farbwerte ereignen sich zu rötlichen und weniger roten Farbwerten in einer 7-er und in einer 5-er Rhythmik. Stabil aber sind dabei die Relationen 2 und 3, die der 7/14/21-Reihe ebenso wie der 5/10/15-Reihe zu Grunde liegen, stabil ist die Relation der Glieder. Hier zeigt sich, dass nicht die absolute Prozentangabe, sondern die Relation der Glieder zueinander einen Anker für den weiteren forschenden Prozess bietet.

Forscht man etwa in m31 an der beschriebenen Stelle weiter, auf die Relation achtend, so zeigt sich, dass die beschriebenen Farbwerte gemeinsam eine Farbsumme von etwas über 70% bilden. Die Quantität approximiert zum Rest des Bildes die **silberne Relation** (2,41...). Es finden sich auch weitere, die silberne Relation annähernde Verhältnisse im Bild.<sup>19</sup> Die Zahlen unterscheiden sich, doch die Zahlenverhältnisse der Farbklassen sind dieselben. Die Relation fungiert als Konstante zwischen den Größen der Glieder und artikuliert ihr Binnenprinzip. Die in rationalen Zahlen nicht vollständig auszudrückende silberne Relation findet durch die Ästhetik zweier Quantitäten vollständigen Ausdruck, ihre Rolle im Farblogos der Bilder ist noch rätselhaft.

## 2.2.3 Goldene Relation

---

<sup>15</sup> Hier sind die durch das 16 Farbklassen-Modell bedingten Eigenschaften gemeint.

<sup>16</sup> Z.B. die Primeigenschaft.

<sup>17</sup> Während im Alltag häufig verwendete Verhältnisse (1/2, 1/4) sich meist auf die Teilung eines bereits bestehenden Ganzen mit oft kontingenter Form beziehen, werden einige Muster, die sich aus Artefakten ableiten lassen, auch die Eigenschaft haben, den diesen Erzeugnissen vorangehenden schöpferischen Prozess zu beschreiben.

<sup>18</sup> Der Doppelschrägstrich markiert die Trennung der Prozentzahlen für den Modalwert und den zweithäufigsten Farbwert.

<sup>19</sup> Die Verhältnisse 5/2, 12/5, 29/12, 70/29; Pell-Zahlen (0, 1, 2, 5, 12, 29, 70, ...), die den Divisor der sich logisch fortsetzenden, rekurrenten Reihe bilden, sind als Prozentanteile im Farborganismus von m31 den Messungen zu entnehmen. Pell-Zahl 29 (Farbwerte 11–13), Dividend 41 (Farbwerte 8–10), Pell-Zahl 70 (Farbwerte 8–13), Dividend 99 (Farbwerte 1–16). Und: Die beiden Summen der drei weiteren, auf der Skala jeweils dem Modalwert benachbart liegenden Werte bilden annähernd 29% und stehen jeweils zur beschriebenen Farbsumme der Farbwerte 8–13 in der silbernen Relation.

Warum steht die irrationale Zahl Phi (1,61...) für ein Größenverhältnis, das sich auch *proportio divina* nennt? Das Göttliche hat einen Bezug zum Schöpferischen. Durch einen einzigen Akt der Teilung wird mehr als ein einziger Bezug erreicht. Eine Teilung erzeugt zugleich zweimal dieselbe Relation, das ist eigentlich ein Wunder und jedenfalls eigenartig. Zugleich wird das Gesamt zum größeren Teil und der größere Teil zum kleineren in das von Phi repräsentierte Verhältnis gesetzt. Das Teilungsverhältnis wurde als ein harmonisches beschrieben, die entstehenden Relationen golden und die Teilung der goldene Schnitt genannt.

Zahlen der **Fibonacci-Folge** (1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, ...) sind häufig involviert, wenn das Verhältnis des goldenen Schnittes vorliegt. Sie erreichen im Verhältnis zur in der Fibonacci-Folge vorangehenden Zahl weitgehende Annäherungen an Phi. Jede Zahl der Reihe ist die Summe der beiden vorangehenden Zahlen. Die Fibonacci-Folge repräsentiert ein sich selbst logisch fortsetzendes, selbstursprüngliches Prinzip. Die Kunstproduktion hat Affinität zu dieser Eigenart.

Wegweisend sind die Forschungen Werner Buschs zu Verhältnissen des goldenen Schnittes in der Linien- und Flächenkomposition gerade auch in Menzels Bildern.<sup>20</sup> Es gibt demnach eine durch Zahlen zu artikulierende Ordnung in dieser Kunst. Phi findet sich auch im Verhältnis von Farbquantitäten in Menzels Gemälden.<sup>21</sup> Der Farborganismus nach der goldenen Relation wird hier für drei Gemälde vorgestellt. Die Kreisdiagramme, die die Größenverhältnisse der Farbwerte und zugleich ihren Ort in der spektralen Ordnung abbilden, übernehmen dabei eine mehr als illustrierende Funktion. Denn das durch Phi repräsentierte mathematische Verhältnis ist nicht in rationalen Zahlen darstellbar, mit Worten kaum zu beschreiben. Visuell aber ist es vollständig durch die Perzeption des Größenverhältnisses erfassbar. So wird die Ansicht der Diagramme ein Verständnis für die spezielle Relation erst erzeugen helfen.

Das Bild *Balkonzimmer* (m12, Abbildung 8) gehört zu den besonders bekannten Gemälden Adolph Menzels. Spektralanalysen (Abbildung 9) visualisieren Farbwertgruppen, Kreisdiagramme (Abbildung 10) legen die Proportionsverhältnisse dar. Das ›Menzel-Modalwertpaar‹<sup>22</sup> bedeckt die Leinwand zu 37,17%. Der Rest des Bildes steht somit zum Modalwertpaar und das ganze Bild zum Rest im goldenen Verhältnis. Nicht weniger als sechs Mal findet sich diese Farbproportion im Bild.<sup>23</sup> Die Fibonacci-Zahl 55 (Werte 9–12) erzeugt die goldene Relation im Verhältnis zur Fibonacci-Zahl 34 (Werte 5–8).<sup>24</sup> Noch einmal ertönt die

<sup>20</sup> Busch 1996, S. 457–468 und Busch 2004, zum Größenverhältnis des goldenen Schnittes im Bild *Berlin-Potsdamer Bahn* (m15), S. 75; im Bild *Aufbahrung der Märzgefallenen* (m09), S. 91; über die »abstrakte Ordnung im konkreten Chaos« und den »Flächenorganismus« des Bildes *Pariser Wochentag* (m04), S. 116.

<sup>21</sup> Einige Verhältnisse wurden im **Abschnitt 2.1.5.** »Extreme Skalenwerte« bereits formuliert.

<sup>22</sup> Ob ihres prominenten Auftauchens im Korpus kann die Kombination von Modalwert 9 mit zweithäufigstem Wert 10 und von Modalwert 10 mit zweithäufigstem Wert 9 vorläufig ›Menzel-Modalwertpaar‹ genannt werden. 1/5 der untersuchten Bilder, darunter berühmte Bilder Menzels, das *Flötenkonzert in Sanssouci* (m27) und die von Hofmann 1982, S. 31–40, so eindrücklich als »Menzels verstecktes Manifest« geschilderte *Atelierwand* (m19), gehören in diese Gruppe.

<sup>23</sup> Die Farbsummen der Werte 1–8 (37,52%), der Werte 10–12 (37,9%), der Werte 12–6 (39%) und der Werte 13–7 (38%) erzeugen das Verhältnis Phi.

<sup>24</sup> Angabe in Prozent. Die Angaben zu den Fibonacci-Zahlen sind allesamt im Folgenden als Prozentangaben für das Bild zu verstehen. Aus Gründen der leichteren Lesbarkeit werden die Prozentzeichen im Text weggelassen, ›Farbwert‹ wird zu ›Wert‹ gekürzt.

Fibonacci-Zahl 55 (Werte 1–9) und erzeugt Phi im Verhältnis zur Fibonacci-Zahl 34 (Werte 1–8), die sie selbst beinhaltet.<sup>25</sup>



Abb. 8: Adolph Menzel, *Balkonzimmer*, 1845, Öl auf Pappe, 58 x 47 cm, Berlin, Nationalgalerie, Quelle: Adolph Menzel 1815–1905. *Das Labyrinth der Wirklichkeit*. Kat. Ausst. Nationalgalerie Berlin. Hg. von Claude Keisch und Marie-Ursula Riemann-Reyher. Köln 1996, S. 91.

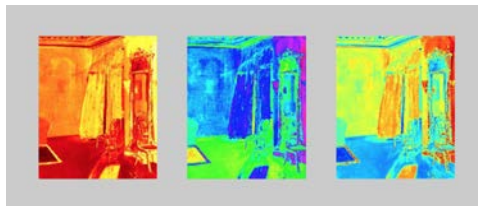


Abb. 9: Spektralanalysen, Adolph Menzel, *Balkonzimmer*, Software Redcolor-Tool, HCI © Pippich 2012.

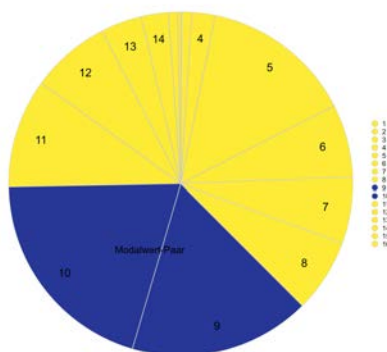


Abb. 10: Diagramm der Farbwerte (Lab-Farbraum, 16-Farbklassen-Modell, Software Redcolor-Tool, HCI), Darstellung der Fibonacci-Relationen: : 100% / gelbes Segment, gelbes Segment / blaues Segment, Adolph Menzel, *Balkonzimmer* © Pippich 2014. Weitere goldene Relationen mit Link auf Datei: Waltraud von Pippich:

<sup>25</sup> Adäquatere Visualisierungen der multiplen Farbsummenrelationen befinden sich in der Entwicklung.

Goldene Relationen in Farbkompositionen von Adolph Menzel. Das Gemälde *Balkonzimmer* Open data LMU  
Link: <http://dx.doi.org/10.5282/ubm/data.80>

Chaos begegnet dem Betrachter von Menzels Gemälde *Piazza d'Erbe in Verona* (m28 (Abbildung 11), Spektralanalysen (Abbildung 12), Kreisdiagramm (Abbildung 13)), das den ganz gewöhnlichen Alltag auf einem italienischen Wochenmarkt schildert. Werner Busch detektierte die Regeln im Flächenorganismus dieses Bildes.<sup>26</sup> Farblich ist ebenfalls Ordnung im Chaos zu entdecken: Eigentümlich färbt das »Menzel-Modalwertpaar« jeweils zu 21% das Bild. Fibonacci-Relationen im Bild sind 8/13/21//21/13/8/5 (Werte 7–12), 55/34 (Werte 10–16, 8–9), abermals 55/34 (Werte 8–10, 11–16), 34/21 (Werte 11–16, 10), 34/21 (Werte 8–9, 10), Wert 9 zu 8, der Wert 8 annähernd zu Wert 7. Die Farbsumme der Werte 9–12 approximiert im Verhältnis zum Leinwandrest den goldenen Schnitt.



Abb. 11: Adolph Menzel, *Piazza d'Erbe in Verona*, 1882–84, Öl auf Leinwand, 74 x 127 cm, Staatliche Kunstsammlungen Dresden, Galerie Neue Meister, Quelle: Adolph Menzel 1815–1905. Das Labyrinth der Wirklichkeit. Kat. Ausst. Nationalgalerie Berlin. Hg. von Claude Keisch und Marie-Ursula Riemann-Reyher. Köln 1996, S. 318.

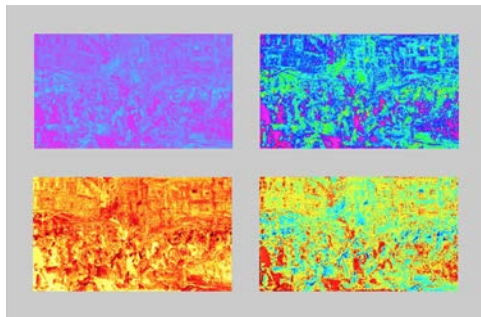


Abb. 12: Spektralanalysen, Adolph Menzel, *Piazza d'Erbe in Verona*, Software Redcolor-Tool, HCI © Pippich 2012.

---

<sup>26</sup> Busch 2004, S. 118–123.

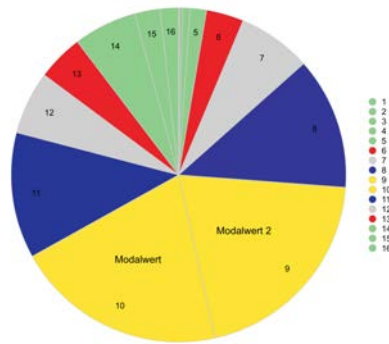


Abb. 13: Diagramm der Farbwerte (Lab-Farbraum, 16 Farbklassen-Modell, Software Redcolor-Tool, HCl), Darstellung der Fibonacci-Relationen: (jeweils) gelbes Segment / blaues Segment, blaues Segment / graues Segment, graues Segment / rotes Segment, rot-grünes Segment / blaues Segment, Adolph Menzel, *Piazza d'Erbe in Verona* © Pippich 2014. Weitere goldene Relationen Link auf Datei: Waltraud von Pippich: Goldene Relationen in Farbkompositionen von Adolph Menzel. Das Gemälde *Piazza d'Erbe in Verona*. 2012. Open data LMU Link: <http://dx.doi.org/10.5282/ubm/data.83>

Das Gemälde *Théâtre du Gymnase* (m03 (Abbildung 14), Spektralanalysen (Abbildung 15), Kreisdiagramm (Abbildung 16)) stellt eine Besonderheit der Menzelsforschung dar. Einzig dieses Bild hielt dem an reiner Farbenwirkung orientierten Urteil Julius Meier-Graefes stand, als dieser in seiner Menzel-Monographie die Werke des Malers vor dem Hintergrund zeitgleicher moderner Bestrebungen der Kunst in Frankreich kritisierte.<sup>27</sup> Starke Rotwerte (1–5) bilden die goldene Relation zum Leinwandrest. Fibonacci-Relationen sind 55/34/21 (Werte 1–7, 8–10, 11–3), 21/13 (Werte 3–4, 5). Die Fibonacci-Zahl 89 (Werte 4–16) steht im Bild dem starken Rot (1–3) entgegen. Einer Reprise gleich erklingt dieses Verhältnis im anderen Skalenextrem. Die Fibonacci-Zahl 89 (Werte 1–10) steht dem Dunkel (11–16) entgegen. Gleichzeitig, einer anderen Ordnung als der der Fibonacci-Zahlen entspringend, summieren sich die vier einander im Kreisdiagramm chiasmatisch gegenüberliegenden, jeweils die Fibonacci-Zahl 13 annähernden Farbwerte 4, 5, 9, 10 zu 50% und färben gemeinsam eine Hälfte des Bildes. Das ›Menzel-Modalwertpaar‹ trifft seine farblichen Antagonisten.

<sup>27</sup> Meier-Graefe 1906, S. 129–138, 142–144, 167, 182–184, 211. Das Gemälde weist den röttesten Modalwert im Korpus auf, Modalwert 4.





Abb. 14: Adolph Menzel, *Théâtre du Gymnase*, 1856, Öl auf Leinwand, 46 x 62 cm, Berlin, Nationalgalerie. Quelle: Adolph Menzel 1815–1905. *Das Labyrinth der Wirklichkeit*. Kat. Ausst. Nationalgalerie Berlin. Hg. von Claude Keisch und Marie-Ursula Riemann-Reyher. Köln 1996, S. 27.

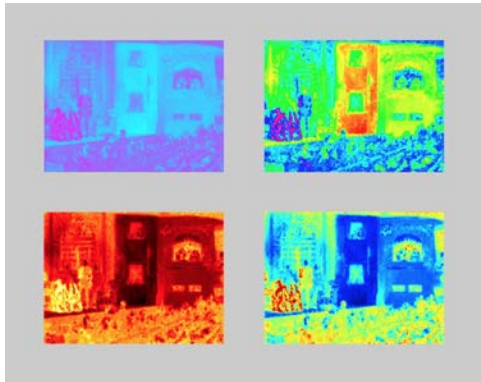


Abb. 15: Spektralanalysen, Adolph Menzel, *Théâtre du Gymnase*, Software Redcolor-Tool, HCI © Pippich 2012.

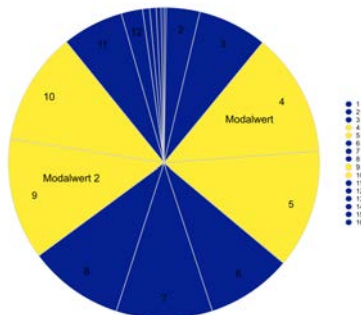


Abb. 16: Diagramm der Farbwerte (Lab-Farbraum, 16 Farbklassen-Modell, Software Redcolor-Tool, HCI), Darstellung der Fibonacci-Relationen, Adolph Menzel, *Théâtre du Gymnase* © Pippich 2014. Link auf Datei: Waltraud von Pippich: Goldene Relationen in Farbkompositionen von Adolph Menzel. Das Gemälde *Théâtre du Gymnase*. 2014. Open data LMU Link: <http://dx.doi.org/10.5282/ubm/data.84>

Wentworth Thompson erforschte den Zusammenhang zwischen dem Wachstum natürlicher Organismen und den Zahlen der Fibonacci-Folge.<sup>28</sup> Einzelnen Gliedern eignet durch das goldene Verhältnis zueinander eine besondere Effizienz und Stabilität. Beim Malen entstehen auf der Leinwand künstlich wachsende Farbsummen. Die Farbglieder weisen in Menzels Bildern zueinander häufig die goldene Relation auf, wie gezeigt wurde. Die Bedeutung des goldenen Verhältnisses für jede Farbkreation kann hier nicht erschöpfend bestimmt werden. Der Zusammenhang der Farbkombinationen zur Logik rekurrenter mathematischer Reihen und die in Zahlen zu erfassenden Gemeinsamkeiten zwischen natürlich und künstlich wachsenden Organismen aber ist im Blick zu behalten.

## 2.3 Eigenschaftsextraktion durch methodische Koordination

Die Messergebnisse zeigen, dass viele Gemälde das Modalwertpaar teilen. Es war nicht vorauszusehen, dass sich diese Bilder auch in der erreichten Range und Standardabweichung, der Position der Quartile und der Interquartilsspanne gleichen oder ähneln würden. Die Eigenschaftsbündel sind wertvoll zur Detektion der *patterns*. Die Verteilung der Farbwerte der Korpusbilder kann in einem kumulativen Frequenzhistogramm (Abbildung 17) dargestellt werden. Die horizontale Achse zeigt die 16 Farbwerte, die vertikale Achse die Prozentzahl bemessen auf die Gesamtfläche des Bildes von 100%. Graphenbündel in der Mitte sowie auf der linken und rechten Seite des Histogramms sind zu determinieren. Das Frequenzhistogramm von 16 Bildern des Korpus zeigt Gruppen, die Eigenschaften teilen. In der Mitte sind die Graphen der prominenten Werke mit dem ›Menzel-Modalwertpaar‹ zu verorten.<sup>29</sup> Eine lichtere Farbdispersion weisen die Graphen im Histogramm links auf. Hier gibt es Frequenzen intensiven Rots<sup>30</sup> und moderate Rotfrequenzen.<sup>31</sup> Rechts im Histogramm kumulieren die Graphen der Bilder mit dunklem Modalwert, die wiederum weitere farbformale Eigenschaften teilen.<sup>32</sup>

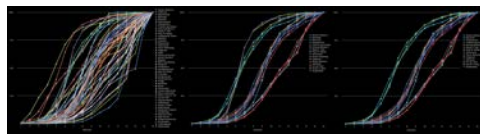


Abb. 17: Kummulative Frequenzhistogramme: Farbverteilung in 50 Bildern von Adolph Menzel (links), Graphenbündel: Farbverteilung in 16 Bildern (Mitte), Graphenbündel: Farbverteilung in 14 Bildern (rechts). Die horizontale Achse der Histogramme zeigt die 16 Farbwerte, die vertikale Achse zeigt die Prozentzahl (Messtechnologie: Lab-Farbraum, 16 Farbklassen-Modell, Software Redcolor-Tool, HCI) © Pippich 2014.

Neben silbernen und goldenen Relationen gehören Modalwerte, Modalwertpaare, Zahlen zu extremen und seltenen Frequenzen, weitere deskriptiv statistische Angaben sowie

<sup>28</sup> Wentworth Thompson entdeckte Zahlen der Fibonacci-Folge in den rechts- und linksdrehenden Reihen der Schuppenglieder von Zapfen und im Blütenstand von Blumen, vgl. *Wentworth Thompson 1992*, S. 921–924.

<sup>29</sup> Modalwertpaar 9–10 und 10–9 (Modalwert-zweithäufigster Wert), Bilder m19, m25, m26, m27, m28, m29, und Modalwertpaar 8–9, Bild m18.

<sup>30</sup> Modalwertpaar 7–6, Bilder m07, m08.

<sup>31</sup> Modalwertpaar 6–7 und 7–6, Bilder m04, m05, m06.

<sup>32</sup> Modalwertpaar 13–10, 13–14, 14–10, 14–16, Bilder m36, m37, m40, m41. Eine Korpuserweiterung ließe zu, die entdeckten *patterns* weiter zu diversifizieren.

Kombinationen dieser Eigenschaften zu *patterns*, die sich gemäß der koordinierenden Methode extrahieren lassen. Im Rahmen der Koordination wird ein Mit- und Nebeneinander, Ähnlichkeit, Unterschied, ein sich Drängen und eine Rhythmik im Aufbau der Elemente erfassbar. Die systematische Koordination ist die methodische Grundlage digitaler farbanalytischer Stilometrie.

Eine Folge der koordinierenden Methode ist, dass fehlende und überschüssige Pixel gleichermaßen zum Vorliegen von *messy data* beitragen. Innerhalb einer als allgemein zu verstehenden ›Demokratie der Pixel‹ trägt jedes Bildelement zum Ergebnis bei, dem Ansatz der ikonographisch identifizierenden, subordinierenden Methode entgegengesetzt.<sup>33</sup> Mit der Ebene der Subordination ist das Feld auch um mögliche Fehler erweitert. Der folgende Versuch der Interpretation einiger detektierte Muster ist in all den Schranken zu verstehen, die eine solche Untersuchung mit sich bringt.

## 2.4 Semantische Subordination

In Bildern mit sehr hoher Standardabweichung stehen gewaltige Farbmassen geringsten Mengen entgegen und erzeugen den Eindruck des Überdimensionalen. Ikonographisch gehören im untersuchten Korpus Bilder mit kolossaler Standardabweichung zur Vergegenwärtigung des Sakralen (*Frühmesse in einer Salzburger Kirche, Kircheninterieur*). Farbformalistisch diametral entgegengesetzt ist die Komposition gleich großer Farbwertklassen in Schilderungen des Profanen, so im *Biergarten*. Geringen Unterschieden der einzelnen Klassenhöhen entspricht eine geringe Standardabweichung. Die das Vertraute betonende Darstellung *Schlafzimmer des Künstlers in der Ritterstraße* und die das Unkonventionelle und Leichtigkeit verkörpernde Szene *Kronprinz Friedrich besucht Pesne auf dem Malgerüst in Rheinsberg* weisen ebenso sehr geringe Standardabweichungen auf.

Extreme Skalenwerte finden sich jeweils in großen Mengen in den Bildern *Auf der Fahrt durch schöne Natur* und *Blick in einen kleinen Hof* (Abbildung 18). Die inhaltlichen Innen-Außen, Natur-Kultur, Nah-Fern-Dualismen werden von formalen, tief kontrastierenden Farbkombinationen von starker Röte und Unröte wie Rot-Grün begleitet. Die Interquartilsspanne kann bei Gemälden privater, beengter Raumsituation schmal sein wie im Bild *Emilie Menzel schlafend*. Maximal kann sie erscheinen, wenn räumliche Weite und der Kontrast Nah-Fern dargestellt sind, so in den Gemälden *Blick in einen kleinen Hof, Palaisgarten des Prinzen Albrecht, Maskensouper* und *Blick von einem Fenster des Berliner Schlosses*. All diese Beobachtungen bleiben Versuche, eine Analyse der Stadien des Skizzenwerkes und eine Korpuserweiterung ließen die Aussagen präzisieren.

---

<sup>33</sup> Überpointiert lässt sich formulieren, das praktizierte Abschneiden von Bildrändern beispielsweise in Museums- und Ausstellungskatalogen folge dem Motto ›Das ist in Ordnung, das ist nur der Rand, die Figur ist ja noch zu sehen und bleibt erhalten.‹ Dieser Ansatz ist für die jedes Pixel des Bildes notwendig erfassende Stilometrie ungeeignet.



Abb. 18: Oben (von links) Adolph Menzel, *Auf der Fahrt durch schöne Natur*, 1892, Deckfarben auf Papier, 27,7 x 37,2 cm, Privatsammlung, Quelle: Menzel – der Beobachter. Kat. Ausst. Kunsthalle Hamburg. Hg. von Werner Hofmann. München 1982, S. 280, Adolph Menzel, *Blick in einen kleinen Hof*, 1867, Wasser- und Deckfarben auf Papier, 28 x 22 mm, Berlin, Nationalgalerie, Quelle: Menzel – der Beobachter. Kat. Ausst. Kunsthalle Hamburg. Hg. von Werner Hofmann. München 1982, S. 171, unten: Spektralanalysen (Lab-Farbraum, Software Redcolor-Tool, HCI) – die Bilder im Korpus mit maximalen Messwerten in beiden Skalenextremen © Pippich 2014.

Die vorgenommenen stilometrischen, ohnehin auf Prinzipien der Komparation beruhenden Arbeiten eröffnen die Möglichkeit einer Fülle weiterer, vergleichend vorgehender Studien, etwa zu Farbrelationen in unterschiedlichen Stadien des Werkprozesses,<sup>34</sup> im Werk anderer, zeitgenössischer wie nicht zeitgenössischer Künstler aus ähnlichen oder fernen Regionen. Und immer wieder stellt sich die Frage, an welcher Stelle der Schritt auf die semantische Ebene vollzogen werden könnte und die formalen Eigenschaften der Bilder auf Themen und Motive, auf Sinn, zu beziehen sein könnten.

### 3. Zur Historie von Rot in Herrscherbildern

Mit der Studie zur Historie von Rot in Herrscherbildern und dem Erfassen des Symbolgehalts wird die Farbe nun in eine kategorial verschiedene Fragestellung eingebunden. Es ist die Frage nach Persistenz und Wandel farblicher *patterns* im Laufe der Zeit. Die Analysen folgen dem Prinzip der systematischen Koordination innerhalb des 16 Farbklassen-Modells, die Analyse-Software ist das Redcolor-Tool. Eine Tabelle (Abbildung 19) enthält die Metadaten und Messwerte von Herrscher- und Politikerbildern (h01–h50), die hier in einer notwendig verkürzenden Weise exemplarisch besprochen werden. Die Abbildungen und Rotspektralanalysen sind einer weiteren Tabelle (Abbildung 20) zu entnehmen. Welcher Art sind die Erkenntnisse, die das Rechnen von Rotwerten innerhalb einer historischen Reihenbildung erwarten lässt? Entstehen Momente, in denen das Auge den Algorithmus ergänzt? Sind auch ihre Kategorien für und durch Informatik zu formalisieren?

<sup>34</sup> Für Menzel könnte in Richtung der Ölskizzen weiter geforscht werden. Dadurch ließen sich die Thesen zum Protoimpressionismus empirisch stützen. Zur Eigenständigkeit des Malerischen und der Farbe bei Menzel vgl. Kohle 2001, S. 195–207.

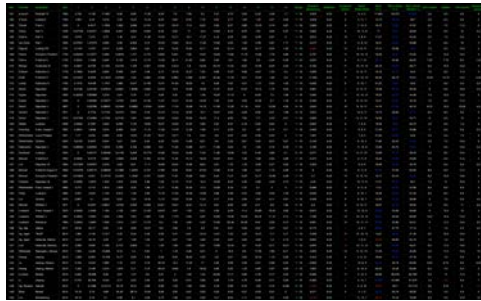


Abb. 19: Tabelle der Metadaten, Messwerte und Angaben zu statistischen Frequenzen der Farbwerte (Lab-Farbraum, 16 Farbklassen-Modell, Software Redcolor-Tool, HCl) in Herrscher- und Politikerbildern © Pippich 2014. Link auf Datei: Waltraud von Pippich: Rotfrequenzen und statistische Farbdispersion in Herrscher- und Politikerbildern (1360-2014). 2014. Open data LMU Link: <http://dx.doi.org/10.5282/ubm/data.81>



Abb. 20: Tabelle der Abbildungen und Rotspektralanalysen (Lab-Farbraum, 16 Farbklassen-Modell, Software Redcolor-Tool, HCl) und Metadaten von Herrscher- und Politikerbildern © Pippich 2015. Link auf Datei: Waltraud von Pippich: Rotspektralanalysen von Herrscher- und Politikerbildern (1360-2014). 2014. Open data LMU Link: <http://dx.doi.org/10.5282/ubm/data.82>

### 3.1 Rot als Symbol

Rot gilt als die Farbe des Lebens, der Macht, Potenz und Präsenz, der Heiterkeit und des Herrschens. Das Durchrötete, pulsierend Durchblutete wird vom Menschen unmittelbar als belebt verstanden. Kostbar und schwierig herzustellen waren lange Zeit rote Gewebe. Das Tragen roter Gewänder war bis ins Mittelalter hinein streng reglementiert und nur privilegierten Bevölkerungs- und Berufsgruppen, etwa dem Adel und den Juristen, gestattet. Rot ist traditionell die Farbe des Herrschers. Als Farbe der Jakobinermützen wird Rot zugleich unübersehbares Zeichen der Französischen Revolution. Rot ist 1834 die Farbe der Seidenweberaufstände in Lyon und im weiteren Laufe des 19. Jahrhunderts die Farbe unterschiedlicher Emanzipationsbewegungen und der sozialistischen Parteien.<sup>35</sup> Das 20. Jahrhundert kennt wie kein anderes die Beeinflussung der Menschen durch die Ästhetik rot wogender Fahnenmeere. Rot wird Farbe der Nationalsozialisten, des Sozialismus und des Kommunismus. Die Farbe durchläuft eine Karriere vom Zeichen für Wenige hin zur Symbolfarbe mit dem Potential zur Identifikation durch Massen.

---

<sup>35</sup> Warnke / Fleckner / Ziegler 2011, Art. *Sozialismus*.

## 3.2 Rotfrequenzanalysen

### 3.2.1 Herrscherbilder der klassischen Ikonographie

Der Modalwert zahlreicher Herrscherbilder der klassischen Ikonographie ist der Farbwert 9.<sup>36</sup> Die farbliche Range weist sehr oft auf eine maximale Virtuosität der Palette. Auffallend erreicht oder umspielt die Interquartilsspanne vieler Bilder den Wert 4. Eine Standardabweichung zwischen 5 und 6 ist häufig zu messen. Diese Kombination beschreibt ein leitendes farbformales Kontinuum. Die Sonderrolle des *Bildnisses Ludwigs XIV.* von Hyacinthe Rigaud als ikonographisches Vorbild wesentlicher Bereiche der nachfolgenden europäischen Tradition der Herrschermalerei ist auch durch eine Beschreibung seiner exponierten Standardabweichung gewinnbringend zu charakterisieren (Spektralanalyse (Abbildung 21)). Die Farben verteilen sich ebenmäßig entlang der Farbklassen, die Komposition bewirkt die geringe Standardabweichung 3,88 (Mittelwert 6,25). Acht Farbklassen von annähernd gleicher Größe, dazu Skalennachbarn, und das Vorliegen zahlreicher Farbwertkombinationen, die addiert immer wieder die Flächenwerte 50% sowie 75% und 25% approximieren, kennzeichnen die farbformale Eigenart des berühmten monumentalen Gemäldes.<sup>37</sup>

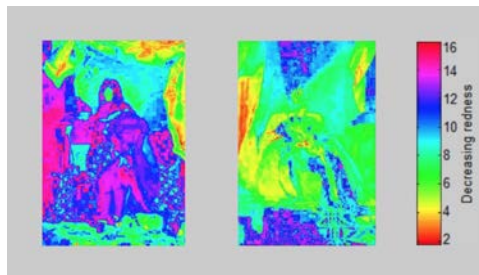


Abb. 21: Rotspektralanalysen, Hyacinthe Rigaud, *Ludwig XIV.*, 1701 (links), Friedrich Amerling, *Franz Joseph I.*, 1832 (rechts), die Herrscherbilder unterscheiden sich in der statistischen Standardabweichung der Farbwerte (Lab-Farbraum, 16 Farbklassen-Modell, Software Redcolor-Tool, HCl), im Bild von Rigaud beträgt die Standardabweichung 3,88, im Bild von Amerling beträgt sie 5,47 (Mittelwert 6,25) © Pippich 2012.

Frequenzen der extremen Skalenwerte variieren epochenspezifisch. Während das soeben charakterisierte barocke Herrscherbildnis in beiden Extremen der Skala massvoll frequentiert ist, lassen sich zahlreiche klassizistische Werke über prozentual reduziertes Rot und stärkere Dunkelfrequenzen beschreiben. Werke des Realismus hingegen sind häufig auch von intensiven Rotwerten, jedoch gering, frequentiert und weisen niedrigere Frequenzen im dunklen Skalenbereich auf.<sup>38</sup> Exemplarisch für die Herrscherbildnisse des späteren 19. Jahrhunderts stehend, lassen sich Lenbachs Porträts meist durch schwache Rotfrequenzen

<sup>36</sup> In der Tabelle etwa gehören dazu h04, h06, h15, h19, h23, h24, h30, h32. Die in diesem Abschnitt angeführten Angaben sind der Tabelle (Abbildung 19) zu entnehmen, die erwähnten Zahlen sind dort signalrot unterlegt. Die Definitionen statistischer Termini allesamt in Teil 2.1.

<sup>37</sup> Die Zahlen sind für m07 in der Tabelle (Abbildung 19) einzusehen. Die Arbeit nach festen Farb- und Formschemata in den Malerateliers Rigauds und beispielsweise auch Davids lässt das Herausstellen der Muster, die aus vielen Händen eine machen, besonders aufschlussreich werden.

<sup>38</sup> Die Angaben in diesem Abschnitt sind notwendig verkürzend, es ließen sich jeweils Gegenbeispiele anführen. Zu den beschriebenen *patterns* vgl. in der Tabelle die Messwerte von h14-h19, h21-h24, h26, h28.

und besonders starke Dunkelfrequenzen charakterisieren.<sup>39</sup> Ein auffallendes farbformales Kontinuum der traditionellen Herrscherporträts betrifft die silberne Relation zwischen Modalwertpaar und Leinwandrest.<sup>40</sup> Frappierend ist, wie häufig diese Beziehung zwischen den Farbwerten in den Bildern vorliegt. Dieses Muster gehört zu jenen, die über den Verlauf der Zeit für die politische Ikonographie persistieren.

### 3.2.2 Politikerbilder heute

Der mediale Wandel von der Malerei über die Photographie hin zur digitalen Bildproduktion und -reproduktion wird begleitet von tiefgreifenden gesellschaftlichen und kulturellen Umwälzungsprozessen. Technologische Innovationen revolutionieren mit der Einführung neuer Drucklege- und Reproduktionsverfahren auch die Darstellungskonventionen. Massenmedien entstehen. Dieser Wandel ist durch die Bildwissenschaft und Kunstgeschichte auch in Erweiterung des methodischen Spektrums der Disziplinen nachzuvollziehen. Die Entwicklung vom offiziellen Auftragsporträt, oft der Ansicht durch wenige Privilegierte vorbehalten, hin zur inoffiziellen, unbeauftragten, durchaus dem Konsens des Dargestellten zuwiderlaufenden Bildveröffentlichung ist auch farbformal zu beschreiben. Es ist zu konstatieren, dass die Rotquantitäten der Darstellungen nach dem Wandel in die Extreme geraten können und sich sehr scharfe Kontraste zwischen Skalenextremen bilden.

Zuvor nicht zu messen ist der intensive Rotton 1 als Modalwert. Nun wird dies ein potentielles Messergebnis. Ein Beispiel sei hierfür angeführt: Im Jahr 2011 bot China der Bundesrepublik Deutschland finanzielle Unterstützung in der Zeit der Finanzkrise an. Das Cover (Abbildung 22) der Frankfurter Allgemeinen Zeitung (FAZ) vom 29.06.2011 zeigt den damaligen chinesischen Staatspräsidenten Wen Jiabao als aufgereckten Zeigefinger vor chinesischer Staatsflagge, der Rotton 1 ist modal. Der Titel zum Bild lautet: »Merkel freut sich über Chinas Hilfsangebot an Europa«.



Abb. 22: Frankfurter Allgemeine Zeitung, Cover vom 29.06.2011, Wen Jiabao © dpa 2011.

<sup>39</sup>Vgl. in der Tabelle (Abbildung 19) die Bilder h35-h37.

<sup>40</sup>Vgl. in der Tabelle (Abbildung 19) die blauen Ziffern.

Auch der Rotton 2 wird nun Modalwert. Er ist beispielsweise in der Darstellung des FAZ-Covers (Abbildung 23) vom 16.05.2012 zu messen. Hollande war soeben als französischer Ministerpräsident gewählt worden. Er reiste zu seinem ersten Staatsbesuch nach Deutschland. Das Cover zeigt den Staatsakt auf dem roten Teppich vor Schloss Bellevue in Berlin. Kanzlerin Merkel dirigiert den Gast mit Weisegestus ein wenig nach links, – eine Folge dieser Direktion wird sein, dass sie vollständiger auf den roten Teppich passt. Die Bildunterschrift kommentiert: »Einen Schritt nach links. Kanzlerin Merkel weist Präsident François Hollande den rechten Weg«. Affirmativ ist der starke Rotwert 2 als Modalwert eingesetzt in einer offiziellen Darstellung (Abbildung 24) des chinesischen Staatspräsidenten Xi Jinping in der Renmin Ribao, dem täglich erscheinenden Organ der kommunistischen Staatspartei. Der Median der Darstellung erreicht den in Bildern der klassischen Herrscherikonographie vor dem medialen Wandel nicht zu messenden Rotwert 2,5.



Abb. 23: Frankfurter Allgemeine Zeitung, Cover vom 16.05.2012, Angela Merkel und François Hollande © dapd 2012, und Rotspektralanalyse (Lab-Farbraum, Software Redcolor-Tool, HCl) © Ommer/Pippich 2012.



Abb. 24: Renmin Ribao, Cover vom 22.10.2013, Xi Jinping © Xueren Li 2013.

In einer vor dem Medienwandel nicht nachzuweisenden Dimension geraten die Klassenhöhen der Farbwerte in die Extreme. Da sie zusätzlich im Bild erheblich variieren, kann die hohe Standardabweichung als Merkmal großer Teile der modernen Bildproduktion angeführt werden. Enorme Quantität erreicht die Modalfarbe beispielsweise in der FAZ-Coverdarstellung Sigmar Gabriels (Abbildung 25) vor der SPD-Parteifarbe (45,2%). Durch die Akzente auf den Skalenextremen ist die kurze IQR ein weiteres Charakteristikum moderner Bildproduktion. In der traditionellen Herrschermalerei nicht zu messen ist die IQR 2, die das Merkelbildnis (Abbildung 26) von George W. Bush aufweist, auch ist in Werken der klassischen Herrscherikonographie eine signifikante Verkürzung der farblichen Range wie in Bushs Merkelporträt nicht festzustellen.





Abb. 25: Frankfurter Allgemeine Zeitung, Cover vom 28.02.2014, Sigmar Gabriel © Reuters 2014.

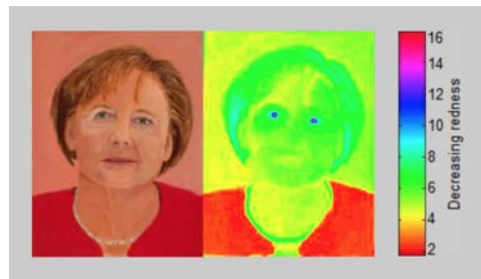


Abb. 26: George W. Bush, Angela Merkel, 2014 © Bush/Wade 2014, und Spektralanalyse (Lab-Farbraum, Software Redcolor-Tool, HCI) © Ommer/Pippich 2014.

Persistiert das Muster der silbernen Relation als Abbildungs- und Wahrnehmungskonstante, so besteht die Relation nun nicht mehr zwischen Modalwertpaar und Restbild, sondern zwischen Modalwert und Restbild und erzeugt eine neue ästhetische Prägnanz. Liegen die Extreme rechnerisch demnach im Skalenextrem des Modalwerts und des Median, der Quantität der Modalfarbe, der kurzen IQR, der möglicherweise verkürzten Range und der Bildung der silbernen Relation durch nunmehr einen einzigen Farbwert, so gehören zu zusätzlichen Parametern des bildlichen Wandels der fehlende kompositorische Bezug zwischen Skalennachbarn und der Kontrast.

Anschaulich wird der farbformale Wandel im Vergleich (Abbildung 27) der prozentualen Farbwerte traditioneller Herrscherbilder (h04, h07, h17, h36) und aktueller Photographien von Politikern aus der Tagespresse (h38, h40, h47, h48). Die Diagramme visualisieren farbkompositorische Logoi. Die Darstellungsmethode folgt der Auffassung des bildlichen Logos als bestehend aus dem Verhältnis zwischen Teil und Ganzem. Prozentual zur Gesamtfläche im Uhrzeigersinn dargestellt sind die tiefroten bis hin zu den dunklen Farbmengen. Bilder, die als offizielle Repräsentation einer Staatsmacht Kontinuität und Transzendenz zur ewigen Idee verkörpern sollen, stehen inoffiziellen Bildern im öffentlichen demokratischen Meinungsbildungsprozess gegenüber, die die Kontingenz des Augenblicks einfangen, die den Effekt provozieren, die überraschen und durch das Interessante der Erscheinung fesseln sollen. Die Glieder der ersten Reihe sind komponiert, die Glieder der zweiten Reihe

repräsentieren visuelle Muster für Blickfänge bis hin zum maximalen Kontrast. Zur näheren bildwissenschaftlichen Untersuchung werden nun weitere Kategorien aufschlussreich: Die Orte des Rots im Bild, die Beziehung zwischen Titel/Sujet und farbllichem Muster und die Bildformate drängen sich als weitere Kategorien auf. Es ist der Moment, in dem das Auge den Algorithmus ergänzt.

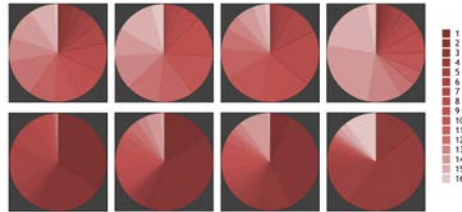


Abb. 27: Diagramme der Farbwertkompositionen von acht Herrscher- und Politikerbildern, obere Reihe (von links): **1** Tizian, Karl V., 1548; **2** Hyacinthe Rigaud, *Ludwig XIV.*, 1701; **3** Jacques Louis David, *Die Krönung Napoleons*, 1805-1807; **4** Franz Lenbach, *Wilhelm I.*, 1887, untere Reihe (von links): **5** FAZ-Cover vom 29.06.2011, Wen Jiabao; **6** FAZ-Cover vom 16.05.2012, Angela Merkel und François Hollande; **7** Renmin Ribao-Cover vom 22.10.2013, Xi Jinping; **8** FAZ-Cover vom 28.02.2014, Sigmar Gabriel. Dargestellt sind die Prozentanteile der 16 Farbwerte im Bild, beginnend im Uhrzeigersinn mit Farbwert 1 (Messtechnologie: Lab-Farbraum, 16-Farbklassen-Modell, Software Redcolor-Tool, HCI) © Pippich 2015.

### 3.3 Rote Orte

Die traditionelle Ikonographie zeigt den Herrscher im Zentrum. Der Herrscher ist niemals von der Bildkante beschnitten. Der Herrscherkörper ist zentral, frontal, stabil und ganz. Formal koinzidieren mit der Figur meist die Orte des Rots. Die inoffiziellen Darstellungen zeigen, dass auch diese Prinzipien einem Wandel unterliegen. Der Herrscher kann durchaus aus der Bildmitte rücken. Befindet sich der starke Rotwert dennoch im Zentrum, so kann dies etwa in Bildern des historischen Genres im Realismus als Inversion des traditionellen Prinzips auftreten, so in Menzels Gemälde *Friedrich der Große und General Fouqué*. Die rote Figur in der Bildmitte als Spitze der Pyramidalkomposition ist der Diener, nicht der Herrscher. In der Rotspektralanalyse (Abbildung 28) verschwindet der König ganz. Delaroches farbliche Inversion umfasst **Napoleon** kurz vor der Abdankung mit einem Zuviel an Rot. Der Usurpator selbst ist soldatisch gewandet, fast rotlos.<sup>41</sup> Mit den Rotwerten stellen Lenbachs kommerziell erfolgreiche Auftragsporträts auch den Herrscher wieder ins Zentrum (Rotspektralanalysen (Abbildung 29)).

<sup>41</sup> Die suggestive Wirkung des Gemäldes, ein Resultat der lebensgroßen, realistisch gemalten Herrscherfigur im psychologisch schwierigen Moment kurz vor der Abdankung und der in der Darstellung virtuos angewandten farbpsychologischen Gestaltungsweisen Delaroches, wurde von zeitgenössischen Betrachtern beschrieben, vgl. zur zeitgenössischen Rezeption Fleckner 2000, S. 145-167 und S. 156-159.

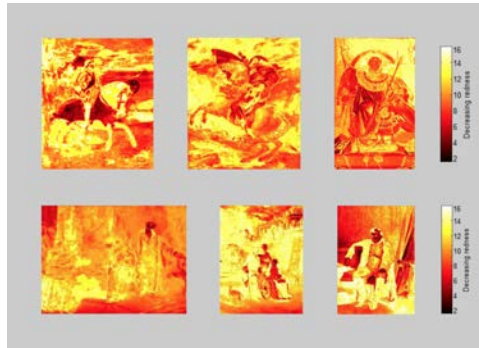


Abb. 28: Rotspektralanalysen, oben (von links): Tizian, *Karl V. nach der Schlacht bei Mühlberg*, 1548; Jacques Louis David, *Napoleon beim Überschreiten des Großen St. Bernhard*, 1802; Auguste Dominique Ingres, *Napoleon auf dem Thron*, 1806; unten (von links): Adolph Menzel, *Platz für den großen Raffael*, 1859; Adolph Menzel, *Friedrich der Große und General Fouqué*, 1852; Paul Delaroche, *Napoleon am 31. März 1814 in Fontainebleau*, 1845 (Messtechnologie: Lab-Farbraum, 16 Farbklassen-Modell, Software Redcolor-Tool, Ommer Lab, HCI) © Ommer/Pippich 2012.



Abb. 29: Rotspektralanalysen (von links): Franz Lenbach, *Franz Joseph I.*, 1873, Franz Lenbach, *Wilhelm I.*, 1887, Franz Lenbach, *Bismarck*, 1890 (Messtechnologie: Lab-Farbraum, 16 Farbklassen-Modell, Software Redcolor-Tool, Ommer Lab, HCI) © Ommer/Pippich 2012.

Bei Herrschertreffen weisen die roten Orte der Darstellung Informationen auf, weil sie zugleich die Stellen der Unröte markieren. Das Bild von Hollande und Sarkozy (h 41) mit klassischer Rotdisposition schafft es nicht auf das FAZ-Cover. Ein Merkmal offizieller chinesischer Bildpropaganda ist das kontinuierliche Ineins von Staatsflagge und -präsident. Bilder von Herrschertreffen verdeutlichen die Penetranz des Prinzips. In den Darstellungen wird die, oft wie die Chinaflagge mit Rot koinzidierende Flagge des anderen Staates entweder nicht oder nur beschnitten gezeigt. Das erste Treffen des damals neu gewählten chinesischen Präsidenten Xi Jinping mit Obama und Merkel beispielsweise fand anlässlich eines G20-Treffens in St. Petersburg im Jahr 2013 statt. Die Renmin Ribao zeigt eine Darstellung von Jinping und Obama (Abbildung 30) prominent auf dem Cover, die US-Flagge ist weitgehend beschnitten. Der Ort der Bildveröffentlichung des Treffens von Jinping und Merkel ist der nicht dem eigentlichen Cover zugehörige untere Teil der Titelseite dieser Renmin Ribao-Ausgabe. Die deutsche Fahne ist nicht im Bild.<sup>42</sup>

<sup>42</sup> Veröffentlichte Abbildungen der jeweiligen Szene aus der Sicht US-amerikanischer bzw. deutscher Kamerateams und Reporter waren nicht zu ermitteln.

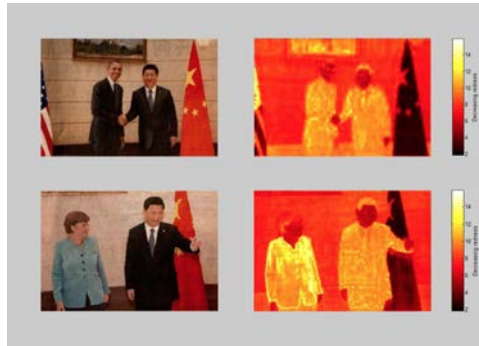


Abb. 30: Renmin Ribao, Cover vom 07.09.2013, Barack Obama und Xi Jinping © Peng Ju 2013, Angela Merkel und Xi Jinping © Jingwen Huang 2013, und Rotspektralanalysen (Lab-Farbraum, Software Redcolor-Tool, HCI) © Pippich 2013.

### 3.4 Rot und Negation

Das Bild des Staatsmanns entwickelt sich hin bis zur ironischen Repräsentation im Herrscherbild ohne Herrscher. Der Staatsbesuch des damaligen Ministerpräsidenten Wulff in Rom etwa wird auf dem FAZ-Cover vom 14.02.2012 (Abbildung 31) folgendermaßen dokumentiert: Ein ellenlanger, ewiger roter und dabei menschenleerer Teppich rollt sich vor dem Betrachter aus. Der zugehörige Titel lautet: »Wulff in Rom«. Kein Staatsmann ist zu sehen. Wenige Tage später wird Wulff abdanken. Es ist folgerichtig, das übermäßige und nicht gebührende Rot, ein semantisches Zuviel der Ehre, als Fortentwicklung des traditionellen Prinzips der *majestas* und *dignitas* der Herrscherfarbe zu sehen. Der rote Superlativ ist ironisch gemeint.



Abb. 31: Frankfurter Allgemeine Zeitung, Cover vom 14.02.2012, »Wulff in Rom« © dapd 2012.

Die Pixelrhetorik des Zuviel in der Form hyperbolischer Rotquantität wird in Bildern der Tagespresse oftmals von auch ironisch zu verstehenden Textkommentaren begleitet. »Merkel hat »volles Vertrauen« in Gabriel« titelt das angeführte FAZ-Cover. Die Überschrift »Der chinesische Freund« und der Bildkommentar »Die helfende Hand« begleiten das modale Rot

des FAZ-Covers, das den aufgereckten Zeigefinger Jinpings abbildet. Der Titel »Wulff« findet im angeführten Bild des FAZ-Covers seine Negation, »Wulff ohne Wulff«. Für die mit Metadaten arbeitende digitale Bildforschung entsteht ein unauflösliches Kausalitätsparadoxon. Der *semantic gap* entfaltet seine volle Schärfe. Sind Kategorien wie die Orte des Rots als bildliche Parameter informatisch zu formalisieren, so bleibt die Ironie des Bildes als Negation des Titels (und umgekehrt) für automatisierte Verfahren ein schwer zu lösendes Problem.<sup>43</sup>

### 3.5 Ästhetische Kategorien

Zu unterschiedlichen Zeiten entstandene Herrscher- und Politikerbilder spiegeln historische Darstellungstraditionen wider. Eine unterschiedliche Staatsform, Religionsauffassung und gesellschaftliche Öffentlichkeit beschreibt ihren Entstehungshorizont. Es ist aufschlussreich, die farbliche Dispersion von fünf Bildern (h07, h19, h24, h36, h39) im Zusammenhang ihres unterschiedlichen Entstehungshintergrundes zu interpretieren: Die Repräsentation absolutistischer Staatsmacht im Bildnis Ludwigs XIV. von Hyacinthe Rigaud entstand 1701 als Geschenk für den spanischen Enfant und sollte diesem als Vorbild dienen. Das klassizistische, offizieller Bildpropaganda entstammende Napoleonbildnis Jacques Louis Davids von 1812 verherrlicht den Usurpator. Das in den Unruhen des Vormärzes 1845, lange nach dem Tod Napoleons entstandene Napoleonbild Paul Delaroches etabliert eine spannungsvolle Szene und zeigt den Nachdenklichen vor einem Zuviel an Rot. Das als offizielles Auftragsporträt 1887 entstandene Bildnis Wilhelms I. von Franz Lenbach repräsentiert den Kaiser in Uniform zentral im Bild, weite, dunkle Farbmassen umfassen die Figur. Nominell »Wulff« darstellend, zeigt das FAZ-Cover 2012 faktisch einen leeren roten Teppich. Diese fünf Bilder unterscheiden sich charakteristisch in der Rotwertkomposition. Ein Diagramm (Abbildung 32) bildet die jeweils eigentümliche Ästhetik der Farbwertmengen ab.

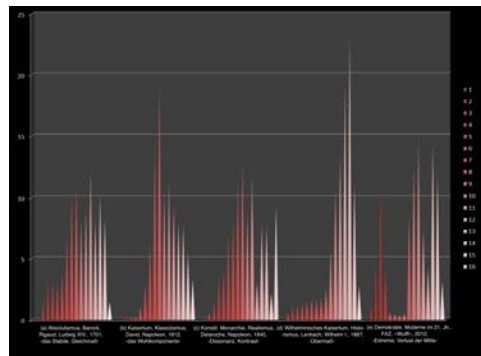


Abb. 32: Diagramm der Farbkomponenten in fünf Herrscher- und Politikerbildern, die horizontale Achse zeigt die Farbwerte für jedes Bild beginnend links mit Farbwert 1 bis Farbwert 16, die vertikale Achse zeigt die Prozentzahl des Farbwerts im Bild (von links): a) Hyacinthe Rigaud, *Ludwig XIV.*, 1701, b) Jacques Louis David, *Kaiser Napoleon in seinem Studierzimmer*, 1812, c) Paul Delaroche, *Napoleon am 31. März 1814 in Fontainebleau*, 1845, d) Franz Lenbach, *Wilhelm I.*, 1887, e) FAZ-Cover vom 14.02.2012, »Wulff in Rom« (Messtechnologie: Lab-Farbraum, 16-Farbklassen-Modell, Software Redcolor-Tool, HCl) © Pippich 2014.

<sup>43</sup> Die linguistische Sentimentanalyse jedenfalls kann Ironie nicht erfassen, vgl. Kruschke 2013, S. N5. Zum Superlativ als Ironiesignal Weinrich 2006, S. 64 und Köhler 2004, S. 768–769.

Das Herrscherbild des Barock (a), des Klassizismus (b), des Realismus (c), des Symbolismus oder Historismus (d) und der Moderne im 21. Jahrhundert (e) kennzeichnet eine je unterschiedliche farbliche Dispersion, der eine eigene Ästhetik zu eigen ist. Ästhetische Kategorien der Rotwertkompositionen sind:

- a - das Stabile, Gleichmaß
- b - das Harmonische, Wohlkomponierte
- c - Dissonanz, Kontrast
- d - Überfluss, Übermaß
- e - die Extreme, der Verlust der Mitte

Die Unterschiede dieser ästhetischen Kategorien resultieren aus zutiefst verschiedenen historischen Seh- und Darstellungstraditionen und bildpolitischen, wahrnehmungspsychologischen bis hin zu medientechnischen, produktionsbedingten Faktoren. Sie beschreiben die historische Entwicklung der Herrscherdarstellung aus der Perspektive der Farbkomposition. Nicht alles ist zu allen Zeiten möglich.

## 4. Fazit

Das digitalisierte/digitale Bild ist der Adressat computergestützter Analysen. Zuvor im Forschungsprozess nicht zu realisierende Fragestellungen lassen sich an das Bild herantragen. Auch Farbe, paradigmatisch für das begrifflich nicht eindeutig zu Fassende, subjektiv Erfahrene stehend, wird durch intelligente informatische Lösungen Gegenstand wissenschaftlicher Forschung. Jedes einzelne Bildelement kann adressiert und in komparative Studien eingebunden werden. Die Möglichkeit, alle Pixel im Bild, viele Bilder und Bilder ganzer kultureller Bereiche und Epochen zu erfassen, zu analysieren und auszuwerten veranlasst zum Staunen. Was lässt sich noch alles herausfinden?<sup>44</sup> Bestehende Paradigmen lassen sich durch Farbanalysen empirisch prüfen, präzisieren und reformulieren, das Eingehen in Skizzen und frühe Versionen der Bilder lässt die bislang stummen Logoi des Werkprozesses deutlich und markant zu Wort kommen, erlaubt neue Reihen nun entlang farblicher Kriterien der Werkentstehung zu formulieren. Das Lichte, das Dunkle und das Seltene beispielsweise wird vom Computer objektiv erfasst, während der Mensch meist identifizierend verfährt und die Augen ins Kleinteilige schweifen lässt zur inhaltlichen Erfassung des Gesehenen.

Farbformalistische Studien lassen zunächst unberücksichtigt gebliebene Kategorien in neuer Prägnanz aufleben. Dies zeigte die exemplarische Gegenüberstellung einer mithilfe des Redcolor-Tools bearbeiteten stilometrischen und einer historischen Forschungsfrage. Beide Studien konnten an geeigneten Stellen an weitere Kategorien anknüpfen. Diese Kategorien, etwa die Bildformate, die Linearkomposition, die Farborte oder den möglichen Sinn in die Untersuchung integrieren zu können, gehört zur heuristischen Ausrichtung des formalistischen

---

<sup>44</sup> Im Rahmen des *big data*-Paradigmas hat Hubertus Kohle die Chancen quantitativer Farbanalysen für die Kunstgeschichte benannt, Kohle 2008, S. 143–144, Kohle 2013, S. 51, und das rein zahlenmäßige Auftreten der Farbe Blau im kunsthistorischen Symbolismus beispielhaft als Untersuchungsfeld der computergestützten Kunstgeschichte formuliert.

Ansatzes. Neue Kategorien, etwa rezeptionsbedingte wie Skandalbilder, thematische wie Altarbilder, formale wie Monumentalbilder, materialorientierte wie »alle Pastelle«, alle Auftragswerke, Werke, die sich nicht verkaufen ließen, können als Faktoren in die Farbstudien ergänzend einfließen und sie umgekehrt als Beginn einer Forschungsfrage erst veranlassen. Hürden für die Homogenität der Daten und die Konsistenz der Formalisierungsprozesse für die digitale Bildanalyse sind modell-, skalierungs- und reproduktionsbedingt. Der gewählte Lab-Farbraum eignet sich für die Analyse der vorgestellten Bilder, für das genuin digitale Bild bietet CIECAM zusätzliche Anhaltspunkte.<sup>45</sup> Rot rechnen durch ein digitales Tool liefert ein Beispiel für den methodischen Einsatz informatischer Eigenschaftsmetrik für die Geisteswissenschaften. Das durch die Informatik ermöglichte metrische Skalenniveau und die Numerik der Mathematik bieten auch im Rahmen nicht diskret, sondern kontinuierlich vorliegender Eigenschaften Möglichkeiten für systematische und historische Forschungsansätze.

Welche weiteren messbaren Kategorien sind für die informatische direkte Bildadressierung denkbar? Die »Alleviereckenandersfarbigkeit« einer von Constable im Jahr 1822 angefertigten Wolkenstudie im Vergleich (Abbildung 33) zur »Alleviereckengleichfarbigkeit« einer 1823 von Blechen ausgeführten Wolkenstudie zeigt beispielsweise zugleich die formalen Unterschiede der analytischen und synthetisierenden Methode auf, Verfahrensweisen, die wiederum Methoden der Philosophie der Zeit prägnant beschreiben. Asymmetrie wird sich als Prinzip in Gartenanlagen, im Aufbau von Gedichten, der Struktur musikalischer, malerischer und architektonischer Kompositionen des Barock vermutlich auch rechnerisch nachweisen lassen. Die Software kann für die Forschung das Fernste miteinander verbinden, formale Prinzipien in Gebilden in Analogie zueinander berechnen. Für die Geisteswissenschaften liegt in der systematischen Eigenschaftsmetrik durch Software das Potential zur Erforschung unterschiedlicher Artefakte unter einem automatisierten Objektiv. Welche weiteren neuen Technologien zur Bestimmung der Kunst einzusetzen sein werden, wird die Zukunft zeigen.

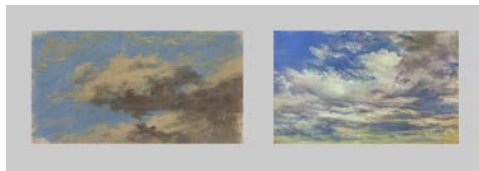


Abb. 33: Carl Blechen, *Wolken bei Tage mit blauem Himmel*, um 1823, Öl auf Papier, 10,8 x 19,8 cm, Staatliche Museen zu Berlin, Kupferstichkabinett (links) Quelle: Goethe und die Kunst, Kat. Ausst. Schirn Kunsthalle Frankfurt, Kunstsammlungen zu Weimar. Hg. von Sabine Schulze. Stuttgart 1994, S. 557, John Constable, *Clouds 5 September 1822*, 1822, Öl auf Papier, 37 x 49 cm, National Gallery of Victoria, Melbourne (rechts) Quelle: Constable, *Impressions of Land, Sea and Sky*. Kat. Ausst. National Gallery of Australia. Hg. von Anne Gray / John Gage. London 2006, S. 177.

<sup>45</sup> Auch iCAM ist für die Analyse des genuin digitalen Bildes zu nennen. Zur Einführung in die Problematik geeignet Fairchild 2013.

## Bibliographische Angaben

- Adolph Menzel. Radikal real: Kat. Ausst. Kunsthalle der Hypo-Kulturstiftung München und Kupferstichkabinett der staatlichen Museen zu Berlin. Hg. von Bernhard Maaz. München 2008. [\[Nachweis im GBV\]](#)
- Adolph Menzel 1815–1905. Das Labyrinth der Wirklichkeit. Kat. Ausst. Nationalgalerie Berlin. Hg. von Claude Keisch / Marie Ursula Riemann-Reyher. Köln 1996, S. 457–468. [\[Nachweis im GBV\]](#)
- Werner Busch: Adolph Menzel. Leben und Werk. München 2004. [\[Nachweis im GBV\]](#)
- Werner Busch: Menzels Landschaften. Bildordnung als Antwort auf die Erfahrung vom Wirklichkeitszerfall. In: Adolph Menzel 1815–1905. Das Labyrinth der Wirklichkeit. Kat. Ausst. Nationalgalerie Berlin. Hg. von Claude Keisch / Marie Ursula Riemann-Reyher. Köln 1996, S. 457–468. [\[Nachweis im GBV\]](#)
- Constable, Impressions of Land, Sea and Sky. Kat. Ausst. National Gallery of Australia. Hg. von Anne Gray / John Gage. London 2006, S. 177. [\[Nachweis im GBV\]](#)
- Erkenntniswert Farbe. Hg. von Margrit Vogt / André Karliczek. Berlin, Jena 2013. [\[Nachweis im GBV\]](#)
- Mark Fairchild: Color Appearance Models. 3. Aufl. 2013. [\[Nachweis im GBV\]](#)
- Farben in Kulturgeschichte und Naturwissenschaft. Hg. von Gudrun Wolfschmidt. Hamburg 2011. [\[Nachweis im GBV\]](#)
- Uwe Fleckner: Napoleon am Scheidewege. In: Kunst der Nationen – Jenseits der Grenzen. Französische und deutsche Kunst vom Ancien Regime bis zur Gegenwart. Hg. von Uwe Fleckner / Martin Schieder / Michael F. Zimmermann. Köln 2000, S. 145–167. [\[Nachweis im GBV\]](#)
- Goethe und die Kunst, Kat. Ausst. Schirn Kunsthalle Frankfurt, Kunstsammlungen zu Weimar. Hg. von Sabine Schulze. Stuttgart 1994, S. 557 [\[Nachweis im GBV\]](#)
- Gottfried Gabriel: Logische Präzision und ästhetische Prägnanz. In: Literaturwissenschaftliches Jahrbuch N.F. Hg. von Volker Kapp / Kurt Müller / Klaus Ridder / Ruprecht Wimmer / Jutta Zimmermann, Bd. 51. Berlin 2010, S. 375–390. [\[Nachweis im GBV\]](#)
- Werner Hofmann: Menzels verschlüsseltes Manifest. In: Menzel – der Beobachter. Kat. Ausst. Hamburger Kunsthalle. Hg. von Werner Hofmann. München 1982, S. 31–40. [\[Nachweis im GBV\]](#)
- Max Imdahl: Farbe. Kunsttheoretische Reflexionen in Frankreich. 2. Aufl. München 1988. [\[Nachweis im GBV\]](#)
- Wilhelm Köhler: Perspektivität und Sprache. Zur Struktur von Objektivierungsformen in Bildern, im Denken und in der Sprache. Berlin 2004. [\[Nachweis im GBV\]](#)
- Hubertus Kohle: Adolph Menzels Friedrich-Bilder. Theorie und Praxis der Geschichtsmalerei im Berlin der 1850er Jahre. Hildesheim / New York 2001. [\[Nachweis im GBV\]](#)
- Hubertus Kohle: Ordnung und Umbruch in der Wissenschaft der Kunstgeschichte: Der Einfluss des Digitalen. In: Reibungspunkte. Ordnung und Umbruch in Architektur und Kunst. Hg. von Hanns Hubach / Barbara von Orelli-Messerli / Tadej Tassin. Petersberg 2008, S. 141–144. [\[Nachweis im GBV\]](#)
- Hubertus Kohle: Digitale Bildwissenschaft. Glückstadt 2013. [\[Nachweis im GBV\]](#)
- Wolfgang Krischke: *Wer nicht hören kann, muss fühlen. Bazinga! Der neueste sozialtechnologische Schrei, aber noch nicht ironiefest: Die Sentimentanalyse.* In: FAZ vom 10.04.2013, S. N5. [\[Nachweis im GBV\]](#)
- Lev Manovich: How to Compare One Million Images? In: Understanding Digital Humanities. Hg. von David Berry. New York 2012, S. 249–278. [\[Nachweis im GBV\]](#)
- Julius Meier-Graefe: Der junge Menzel. Ein Problem der Kunstökonomie Deutschlands. München 1906. [\[Nachweis im GBV\]](#)
- Menzel – der Beobachter. Kat. Ausst. Hamburger Kunsthalle. Hg. von Werner Hofmann. München 1982, S. 31–40. [\[Nachweis im GBV\]](#)
- Handbuch der politischen Ikonographie. Hg. von Martin Warnke / Uwe Fleckner / Hendrik Ziegler. 2. Aufl. München 2011. [\[Nachweis im GBV\]](#)
- Verfeinertes Sehen. Optik und Farbe im 18. und frühen 19. Jahrhundert. Hg. von Werner Busch. München 2008. [\[Nachweis im GBV\]](#)
- Harald Weinrich: Linguistik der Lüge. 7. Aufl. München 2006. [\[Nachweis im GBV\]](#)
- Ludwig Wittgenstein: Bemerkungen über die Farben. Werkausgabe Bd. 8. Frankfurt a.M. 1984. [\[Nachweis im GBV\]](#)
- D´Arcy Wentworth Thompson: On Growth and Form. New York 1992 [zuerst 1917]. [\[Nachweis im GBV\]](#)

## Abbildungslegenden und -nachweise



Abb. 1: Tabelle der Metadaten, Messwerte und Angaben zu statistischen Frequenzen der Farbwerte (Lab-Farbraum, 16 Farbklassen-Modell, Software Redcolor-Tool, HCl) der Korpusbilder © Pippich 2014. Link auf Datei: Waltraud von Pippich: Frequenzen und statistische Dispersion der Farben in 50 Bildern von Adolph Menzel. 2014. Open data LMU Link: <http://dx.doi.org/10.5282/ubm/data.79>

Abb. 2: Stilometrische Bildanalysen, Diagramm der Farbwertkompositionen von 100 Bildern, 50 Bilder von Adolph Menzel (links), 50 Bilder heterogener Autorschaft – von Giotto bis Yves Klein (rechts). Jede Säule im Diagramm repräsentiert ein Bild in seiner farblichen Komposition (Messtechnologie: Lab-Farbraum, 16 Farbklassen-Modell, Software Redcolor-Tool, HCl) © Pippich 2013.

Abb. 3: Oben (von links): Adolph Menzel, *Flötenkonzert Friedrichs des Großen in Sanssouci*, 1852, Öl auf Leinwand, 142 x 205 cm, Berlin, Nationalgalerie, Quelle: Adolph Menzel. Radikal real. Kat. Ausst. Kunsthalle der Hypo-Kulturstiftung München und Kupferstichkabinett der staatlichen Museen zu Berlin. Hg. von Bernhard Maaz. München 2008, S. 17, Adolph Menzel, *Berlin-Potsdamer Bahn*, 1847, Öl auf Leinwand, 42 x 52 cm, Berlin, Nationalgalerie, Quelle: Adolph Menzel 1815–1905. Das Labyrinth der Wirklichkeit. Kat. Ausst. Nationalgalerie Berlin. Hg. von Claude Keisch und Marie-Ursula Riemann-Reyher. Köln 1996, S. 116, unten: Spektralanalysen, Lab-Farbraum, Software Redcolor-Tool (HCl) – die Korpusbilder mit maximaler (1–16) und minimaler (4–16) Farbränge © Pippich 2014.

Abb. 4: Oben (von links): Adolph Menzel, *Frühmesse in einer Salzburger Kirche*, 1855, Öl auf Leinwand, 58,4 x 68,3 cm, Wien, Österreichische Galerie im Belvedere, Quelle: Adolph Menzel. Radikal real. Kat. Ausst. Kunsthalle der Hypo-Kulturstiftung München und Kupferstichkabinett der staatlichen Museen zu Berlin. Hg. von Bernhard Maaz. München 2008, S. 167, Adolph Menzel, *Biergarten*, 1883, Pinsel, Tusche, Deckfarben, 13,5 x 17,9 cm, Schweinfurt, Museum Georg Schäfer, Quelle: Adolph Menzel. Radikal real. Kat. Ausst. Kunsthalle der Hypo-Kulturstiftung München und Kupferstichkabinett der staatlichen Museen zu Berlin. Hg. von Bernhard Maaz. München 2008, S. 18, unten: Spektralanalysen, Lab-Farbraum, Software Redcolor-Tool (HCl) – die Korpusbilder mit der höchsten (links: 10,79) und geringsten (rechts: 3,37) statistischen Standardabweichung der Farbwerte (Mittelwert: 6,25) © Pippich 2014.

Abb. 5: Oben (von links): Adolph Menzel, *Wohnzimmer mit der Schwester des Künstlers*, 1847, Öl auf Papier, 46,1 x 31,7 cm, München, Neue Pinakothek, Quelle: Adolph Menzel 1815–1905. Das Labyrinth der Wirklichkeit. Kat. Ausst. Nationalgalerie Berlin. Hg. von Claude Keisch und Marie-Ursula Riemann-Reyher. Köln 1996, S. 119, Adolph Menzel, *Mondschein über der Friedrichsgracht im alten Berlin*, um 1855, Öl auf Leinwand, 39,5 x 33 cm, Berlin, Nationalgalerie, Quelle: Adolph Menzel 1815–1905. Das Labyrinth der Wirklichkeit. Kat. Ausst. Nationalgalerie Berlin. Hg. von Claude Keisch und Marie-Ursula Riemann-Reyher. Köln 1996, S. 177, (unten) Spektralanalysen, Lab-Farbraum, Software Redcolor-Tool (HCl) – die Korpusbilder mit der niedrigsten (links: 5,5) und höchsten (rechts: 14,3) Skalenposition des Median © Pippich 2014.

Abb. 6: Oben (von links): Adolph Menzel, *Emilie Menzel schlafend*, um 1848, Öl auf Papier, 46,8 x 80 cm, Hamburg, Hamburger Kunsthalle, Quelle: Adolph Menzel 1815–1905. Das Labyrinth der Wirklichkeit. Kat. Ausst. Nationalgalerie Berlin. Hg. von Claude Keisch und Marie-Ursula Riemann-Reyher. Köln 1996, S. 133, Adolph Menzel, *Kronprinz Friedrich besucht Pesne auf dem Malgerüst in Rheinsberg*, 1861, Gouache auf Papier, 24 x 32 cm, Berlin, Nationalgalerie, Quelle: Adolph Menzel 1815–1905. Das Labyrinth der Wirklichkeit. Kat. Ausst. Nationalgalerie Berlin. Hg. von Claude Keisch und Marie-Ursula Riemann-Reyher. Köln 1996, S. 203, unten: Spektralanalysen, Lab-Farbraum, Software Redcolor-Tool (HCl) – Korpusbilder mit geringer (2) und weiter (5) Interquartilspanne, die Lage der Interquartilspanne differiert: 4,5–6,5 (links), 8,5–13,5 (rechts), vgl. die Anzeige der Linie im Farbbalken © Pippich 2014.

Abb. 7: Oben: Adolph Menzel, *Ballszene*, 1867, Pinsel, Deckfarbe, 26,5 x 30 cm, Schweinfurt, Museum Georg Schäfer, Quelle: Adolph Menzel. Radikal real. Kat. Ausst. Kunsthalle der Hypo-Kulturstiftung München und Kupferstichkabinett der staatlichen Museen zu Berlin. Hg. von Bernhard Maaz. München 2008, S. 199, unten: Spektralanalyse, Lab-Farbraum, Software Redcolor-Tool, HCl © Pippich 2014.

Abb. 8: Adolph Menzel, *Balkonzimmer*, 1845, Öl auf Pappe, 58 x 47 cm, Berlin, Nationalgalerie, Quelle: Adolph Menzel 1815–1905. Das Labyrinth der Wirklichkeit. Kat. Ausst. Nationalgalerie Berlin. Hg. von Claude Keisch und Marie-Ursula Riemann-Reyher. Köln 1996, S. 91.

Abb. 9: Spektralanalysen, Adolph Menzel, *Balkonzimmer*, Software Redcolor-Tool, HCl © Pippich 2012.

Abb. 10: Diagramm der Farbwerte (Lab-Farbraum, 16-Farbklassen-Modell, Software Redcolor-Tool, HCl), Darstellung der Fibonacci-Relationen: : 100% / gelbes Segment / gelbes Segment / blaues Segment, Adolph Menzel, *Balkonzimmer* © Pippich 2014. Weitere goldene Relationen mit Link auf Datei: Waltraud von Pippich: Goldene Relationen in Farbkompositionen von Adolph Menzel. Das Gemälde *Balkonzimmer* Open data LMU Link: <http://dx.doi.org/10.5282/ubm/data.80>

Abb. 11: Adolph Menzel, *Piazza d'Erbe in Verona*, 1882–84, Öl auf Leinwand, 74 x 127 cm, Staatliche Kunstsammlungen Dresden, Galerie Neue Meister, Quelle: Adolph Menzel 1815–1905. Das Labyrinth der Wirklichkeit. Kat. Ausst. Nationalgalerie Berlin. Hg. von Claude Keisch und Marie-Ursula Riemann-Reyher. Köln 1996, S. 318.

Abb. 12: Spektralanalysen, Adolph Menzel, *Piazza d'Erbe in Verona*, Software Redcolor-Tool, HCl © Pippich 2012.

Abb. 13: Diagramm der Farbwerte (Lab-Farbraum, 16 Farbklassen-Modell, Software Redcolor-Tool, HCl), Darstellung der Fibonacci-Relationen: (jeweils) gelbes Segment / blaues Segment / blaues Segment / graues Segment, graues Segment / rotes Segment, rot-grünes Segment / blaues Segment, Adolph Menzel, *Piazza d'Erbe in Verona* © Pippich 2014. Weitere goldene Relationen Link auf Datei: Waltraud von Pippich: Goldene Relationen in Farbkompositionen von Adolph Menzel. Das Gemälde *Piazza d'Erbe in Verona*. 2012. Open data LMU Link: <http://dx.doi.org/10.5282/ubm/data.83>

Abb. 14: Adolph Menzel, *Théâtre du Gymnase*, 1856, Öl auf Leinwand, 46 x 62 cm, Berlin, Nationalgalerie. Quelle: Adolph Menzel 1815–1905. Das Labyrinth der Wirklichkeit. Kat. Ausst. Nationalgalerie Berlin. Hg. von Claude Keisch und Marie-Ursula Riemann-Reyher. Köln 1996, S. 27.

Abb. 15: Spektralanalysen, Adolph Menzel, *Théâtre du Gymnase*, Software Redcolor-Tool, HCl © Pippich 2012.

Abb. 16: Diagramm der Farbwerte (Lab-Farbraum, 16 Farbklassen-Modell, Software Redcolor-Tool, HCl), Darstellung der Fibonacci-Relationen, Adolph Menzel, *Théâtre du Gymnase* © Pippich 2014. Link auf Datei: Waltraud von Pippich: Goldene Relationen in Farbkompositionen von Adolph Menzel. Das Gemälde *Théâtre du Gymnase*. 2014. Open data LMU Link: <http://dx.doi.org/10.5282/ubm/data.84>

Abb. 17: Kumulative Frequenzhistogramme: Farbverteilung in 50 Bildern von Adolph Menzel (links), Graphenbündel: Farbverteilung in 16 Bildern (Mitte), Graphenbündel: Farbverteilung in 14 Bildern (rechts). Die horizontale Achse der Histogramme zeigt die 16 Farbwerte, die vertikale Achse zeigt die Prozentzahl (Messtechnologie: Lab-Farbraum, 16 Farbklassen-Modell, Software Redcolor-Tool, HCl) © Pippich 2014.

Abb. 18: Oben (von links) Adolph Menzel, *Auf der Fahrt durch schöne Natur*, 1892, Deckfarben auf Papier, 27,7 x 37,2 cm, Privatsammlung, Quelle: Menzel – der Beobachter. Kat. Ausst. Kunsthalle Hamburg. Hg. von Werner Hofmann. München 1982, S. 280, Adolph Menzel, *Blick in einen kleinen Hof*, 1867, Wasser- und Deckfarben auf Papier, 28 x 22 mm, Berlin, Nationalgalerie, Quelle: Menzel – der Beobachter. Kat. Ausst. Kunsthalle Hamburg. Hg. von Werner Hofmann. München 1982, S. 171, unten: Spektralanalysen (Lab-Farbraum, Software Redcolor-Tool, HCl) – die Bilder im Korpus mit maximalen Messwerten in beiden Skalenextremen © Pippich 2014.

Abb. 19: Tabelle der Metadaten, Messwerte und Angaben zu statistischen Frequenzen der Farbwerte (Lab-Farbraum, 16 Farbklassen-Modell, Software Redcolor-Tool, HCl) in Herrscher- und Politikerbildern © Pippich 2014. Link auf Datei: Waltraud von Pippich: Rotfrequenzen und statistische Farbdispersion in Herrscher- und Politikerbildern (1360-2014). 2014. Open data LMU Link: <http://dx.doi.org/10.5282/ubm/data.81>

Abb. 20: Tabelle der Abbildungen und Rotspektralanalysen (Lab-Farbraum, 16 Farbklassen-Modell, Software Redcolor-Tool, HCl) und Metadaten von Herrscher- und Politikerbildern © Pippich 2015. Link auf Datei: Waltraud von Pippich: Rotspektralanalysen von Herrscher- und Politikerbildern (1360-2014). 2014. Open data LMU Link: <http://dx.doi.org/10.5282/ubm/data.82>

Abb. 21: Rotspektralanalysen, Hyacinthe Rigaud, *Ludwig XIV.*, 1701 (links), Friedrich Amerling, *Franz Joseph I.*, 1832 (rechts), die Herrscherbilder unterscheiden sich in der statistischen Standardabweichung der Farbwerte (Lab-Farbraum, 16 Farbklassen-Modell, Software Redcolor-Tool, HCl), im Bild von Rigaud beträgt die Standardabweichung 3,88, im Bild von Amerling beträgt sie 5,47 (Mittelwert 6,25) © Pippich 2012.

Abb. 22: Frankfurter Allgemeine Zeitung, Cover vom 29.06.2011, Wen Jiabao © dpa 2011.

Abb. 23: Frankfurter Allgemeine Zeitung, Cover vom 16.05.2012, Angela Merkel und François Hollande © dapd 2012, und Rotspektralanalyse (Lab-Farbraum, Software Redcolor-Tool, HCl) © Ommer/Pippich 2012.

Abb. 24: Renmin Ribao, Cover vom 22.10.2013, Xi Jinping © Xueren Li 2013.

Abb. 25: Frankfurter Allgemeine Zeitung, Cover vom 28.02.2014, Sigmar Gabriel © Reuters 2014.

Abb. 26: George W. Bush, *Angela Merkel*, 2014 © Bush/Wade 2014, und Spektralanalyse (Lab-Farbraum, Software Redcolor-Tool, HCl) © Ommer/Pippich 2014.

Abb. 27: Diagramme der Farbwertkompositionen von acht Herrscher- und Politikerbildern, obere Reihe (von links): 1 Tizian, *Karl V.*, 1548; 2 Hyacinthe Rigaud, *Ludwig XIV.*, 1701; 3 Jacques Louis David, *Die Krönung Napoleons*, 1805-1807; 4 Franz Lenbach, *Wilhelm I.*, 1887, untere Reihe (von links): 5 FAZ-Cover vom 29.06.2011, Wen Jiabao; 6 FAZ-Cover vom 16.05.2012, Angela Merkel und François Hollande; 7 Renmin Ribao-Cover vom 22.10.2013, Xi Jinping; 8 FAZ-Cover vom 28.02.2014, Sigmar Gabriel. Dargestellt sind die Prozentanteile der 16 Farbwerte im Bild, beginnend im Uhrzeigersinn mit Farbwert 1 (Messtechnologie: Lab-Farbraum, 16-Farbklassen-Modell, Software Redcolor-Tool, HCl) © Pippich 2015.

Abb. 28: Rotspektralanalysen, oben (von links): Tizian, *Karl V. nach der Schlacht bei Mühlberg*, 1548; Jacques Louis David, *Napoleon beim Überschreiten des Großen St. Bernhard*, 1802; Auguste Dominique Ingres, *Napoleon auf dem Thron*, 1806; unten (von links): Adolph Menzel, *Platz für den großen Raffael*, 1859; Adolph Menzel, *Friedrich der Große und General Fouqué*, 1852; Paul Delaroche, *Napoleon am 31. März 1814 in Fontainebleau*, 1845 (Messtechnologie: Lab-Farbraum, 16 Farbklassen-Modell, Software Redcolor-Tool, Ommer Lab, HCl) © Ommer/Pippich 2012.

Abb. 29: Rotspektralanalysen (von links): Franz Lenbach, *Franz Joseph I.*, 1873, Franz Lenbach, *Wilhelm I.*, 1887, Franz Lenbach, *Bismarck*, 1890 (Messtechnologie: Lab-Farbraum, 16 Farbklassen-Modell, Software Redcolor-Tool, Ommer Lab, HCl) © Ommer/Pippich 2012.

Abb. 30: Renmin Ribao, Cover vom 07.09.2013, Barack Obama und Xi Jinping © Peng Ju 2013, Angela Merkel und Xi Jinping © Jingwen Huang 2013, und Rotspektralanalysen (Lab-Farbraum, Software Redcolor-Tool, HCl) © Pippich 2013.

Abb. 31: Frankfurter Allgemeine Zeitung, Cover vom 14.02.2012, »Wulff in Rom« © dapd 2012.

Abb. 32: Diagramm der Farbkomponenten in fünf Herrscher- und Politikerbildern, die horizontale Achse zeigt die Farbwerte für jedes Bild beginnend links mit Farbwert 1 bis Farbwert 16, die vertikale Achse zeigt die Prozentzahl des Farbwerts im Bild (von links): a Hyacinthe Rigaud, *Ludwig XIV.*, 1701, b Jacques Louis David, *Kaiser Napoleon in seinem Studierzimmer*, 1812, c Paul Delaroche, *Napoleon am 31. März 1814 in Fontainebleau*, 1845, d Franz Lenbach, *Wilhelm I.*, 1887, e FAZ-Cover vom 14.02.2012, »Wulff in Rom« (Messtechnologie: Lab-Farbraum, 16-Farbklassen-Modell, Software Redcolor-Tool, HCl) © Pippich 2014.

Abb. 33: Carl Blechen, *Wolken bei Tage mit blauem Himmel*, um 1823, Öl auf Papier, 10,8 x 19,8 cm, Staatliche Museen zu Berlin, Kupferstichkabinett (links) Quelle: Goethe und die Kunst. Kat. Ausst. Schirn Kunsthalle Frankfurt, Kunstsammlungen zu Weimar. Hg. von Sabine Schulze. Stuttgart 1994, S. 557, John Constable, *Clouds 5 September 1822*, 1822, Öl auf Papier, 37 x 49 cm, National Gallery of Victoria, Melbourne (rechts) Quelle: Constable, *Impressions of Land, Sea and Sky*. Kat. Ausst. National Gallery of Australia. Hg. von Anne Gray / John Gage. London 2006, S. 177.

## Glossar

Ausreißer	Als Ausreißer wird im Rahmen einer statistischen Untersuchung ein seltenes, sich vom Durchschnitt der Messdaten deutlich abhebendes Messergebnis bezeichnet. Signifikant für einige statistisch deskriptive Angaben, wie die Werte mittlerer und zentraler Tendenz, ist, dass sie robust gegenüber statistischen Ausreißern sind. Sind diese Angaben etwa für einige Methoden des data mining hilfreich, da die Ausreißer auch auf Fehler in der Datenerhebung und -analyse zurückzuführen sein können, so entfaltet beispielsweise die Stilometrie ein Interesse der Erfassung auch seltener Messergebnisse.
Commission Internationale de l'Éclairage	Die Commission Internationale de l'Éclairage (kurz CIE, engl. International Commission on Illumination) ist eine gemeinnützige Körperschaft der länderübergreifenden Zusammenarbeit und des Austausches in technologischen und wissenschaftlichen Fragen auf den Fachgebieten von Licht, Beleuchtung und Farbe. Die CIE ist von der International Organization for Standardization (ISO) als offizielle Instanz zur Festsetzung internationaler Standards auf dem Gebiet Licht, Beleuchtung und Farbe bestätigt worden.
dpi	Die Abkürzung dpi steht für (engl.) dots per inch, sie bezeichnet eine Maßeinheit zur Erfassung der Auflösung von Bildern im digitalen Medium. Die Anzahl der Punkte pro Zoll (1 Zoll entspricht 2,54 cm) gibt als Punktdichte die Auflösung des Bildes wieder.
Farbstich	Eine Abweichung der Farbigkeit einer Bildreproduktion von der Farbigkeit der originalen, reproduzierten Vorlage in der Richtung einer bestimmten Farbnuance wird als Farbstich bezeichnet. Die Abweichungen resultieren aus reproduktionstechnischen Faktoren. Zu diesen gehören die Lichtverhältnisse zum Zeitpunkt der photographischen Reproduktion, die Belichtungszeiten und weitere Einstellungen der aufnehmenden Kamera sowie (material-)technische Bedingungen des verwendeten Bildträgers und des Druckverfahrens. Als Digitalisat weist eine Bildreproduktion zusätzliche Variationen der farblichen Erscheinung durch eine fehlende oder inkorrekte Kalibrierung und die individuelle Farbeinstellung und -auflösung des Monitorgeräts auf.

Fibonacci-Folge	Die Zahlen der Fibonacci-Folge (1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, ...) repräsentieren ein rekurrentes mathematisches Prinzip: Jede Zahl der Fibonacci-Folge ist die Summe der beiden in der Zahlenfolge vorangehenden Zahlen. Zudem approximiert jede Fibonacci-Zahl im Verhältnis zur in der Folge vorangehenden Zahl die goldene Zahl Phi (1,61...).
Goldener Schnitt	Als goldener Schnitt wird das bestimmte Größenverhältnis zweier Glieder bezeichnet, bei dem sich das Gesamt zum größeren Teil ebenso verhält wie der größere Teil zum kleineren Teil. Die das Größenverhältnis des goldenen Schnittes repräsentierende Zahl ist die irrationale Zahl Phi (1,61...).
Interquartilsspanne	Die Interquartilsspanne (auch Interquartilsabstand, kurz IQR für engl. interquartile range) bezeichnet in der Statistik den Abstand zwischen dem ersten Quartil (Q25) und dem dritten Quartil (Q75) einer Häufigkeitsverteilung. Sie berechnet sich aus der Differenz der Werte des dritten und ersten Quartils ( $Q75 - Q25 = IQR$ ). Die Interquartilsspanne beschreibt die Verteilung der mittleren 50% der Messergebnisse. Die IQR ist eine Angabe der sogenannten mittleren Tendenz der gesamten Messdaten, d.h. sie gibt als Streumaß die statistische Mitte der Werte wieder. Deskriptiv erfasst die Interquartilsspanne somit genau eine Hälfte der Messergebnisse. Nicht erfasst wird von der Angabe die Verteilung jener 50% der Messdaten, die sich in den extremeren Lagen der Skala befinden.
Lab-Farbraum	Der Lab-Farbraum (auch CIE $L^*a^*b^*$ oder CIELAB) erfasst Farben in der Weise, wie sie ein normaler Betrachter zu alltäglichen Sehbedingungen wahrnehmen würde. Der Lab-Farbraum ist durch die Wahrnehmungsbezogenheit und die Unabhängigkeit gegenüber technischen Geräten und Systemen der Farberzeugung und -wiedergabe gekennzeichnet. Euklidische Abstände zwischen gleichwertigen Differenzen der Farbempfindung ermöglichen, die menschliche Wahrnehmung mathematisch zu approximieren. Die mathematische Definition der Farben gewährt eine Konvertierung der Farbwerte des Lab-Farbraums in andere Farbräume. Erfasst sind vom Lab-Farbraum alle Farben, die der Mensch wahrnehmen kann. Nicht erfasst sind die sogenannten theoretischen Farben. Der Lab-Farbraum weist mit dieser Kapazität weit über das Fassungsvermögen geräte- und systemabhängiger Farbräume hinaus.

Median	<p>Der Median gibt in einer statistischen Untersuchung den Wert an, der die Messdaten in zwei gleich große Hälften teilt. Er ist das 50%-Quantil. Zu ermitteln ist der Median durch eine Anordnung der Messzahlen der Größe nach. Bei einer ungeraden Anzahl von Messdaten ist der Median der in der Mitte liegende Wert der Zahlenreihe. Ist die Anzahl gerade, berechnet sich der Median meist als arithmetisches Mittel zwischen den beiden Werten, die sich in der Mitte der Zahlenreihe befinden. Der Median ist, wie der Modalwert, eine Angabe der zentralen Tendenz. Charakteristisch für Angaben der zentralen Tendenz ist, dass sie robust gegenüber statistischen Ausreißern sind.</p>
Modalwert	<p>Der Modalwert ist in statistischen Berechnungen derjenige Wert, der im Rahmen eines Messexperiments am häufigsten gemessen wird. Stellt sich nach der Auswertung der Daten heraus, dass ein Wert am häufigsten gemessen wurde, so ist dieser als der dominante, tonangebende, den Modus der Berechnung bestimmende Wert aufzufassen. Der Modalwert ist, wie der Median, eine Angabe der zentralen Tendenz. Diese ist robust gegenüber statistischen Ausreißern.</p>
Pixel	<p>Die kleinste Einheit des Bildes im digitalen Medium heißt Pixel (Abkürzung von engl. picture element). Das Pixel ist in einer Rasterung, die das digitalisierte oder digitale Bild erfasst, die kleinste diskrete, algorithmisch lesbare, informationstragende Entität.</p>
Range	<p>Die Range beschreibt in der Statistik die Spannweite der Messergebnisse innerhalb der den Berechnungen zu Grunde gelegten Skala. Berechnet wird die Range als Differenz zwischen dem größten und dem kleinsten erzielten Messwert (<math>x_{\max} - x_{\min} = R</math>). Die Range ist ein Wert zur Deskription der Dispersion und der sogenannten Variabilität der Messwerte. Mit der Range liegt eine Angabe zur statistischen Streuung der Messdaten vor. Wie die statistische Standardabweichung und Varianz trifft die Range als Dispersions- und Streumaß Angaben zur Verteilung der Daten, ohne dabei Robustheit gegenüber statistischen Ausreißern aufzuweisen.</p>
RGB-Modell	<p>Das RGB-Modell (R: Rot, G: Grün, B: Blau) ist die Grundlage der Farbberechnung im RGB-Farbraum. Dieser Farbraum definiert Farben als Farbwerte in Abhängigkeit des technischen Systems, das die Farberzeugung und -wiedergabe gewährleistet. Der RGB-Farbraum gehört zu den sogenannten additiven Farbräumen, d.h. ein Farbwert wird über die</p>

Festsetzung seiner einzelnen Komponenten beschrieben. Im RGB-Farbraum wird ein Farbwert als bestehend aus unterschiedlichen Komponenten von drei Farbkanälen (rot, grün, blau) berechnet. Der RGB-Farbraum ist ein geräte- und systemabhängiger Farbraum, seine Kapazität zur Farberzeugung und -wiedergabe ist durch die konkreten technischen Vorgaben bedingt, sein Vermögen zur Erfassung der Farben im Vergleich zu wahrnehmungsorientierten Farbräumen reduziert.

silberne Relation

Die silberne Relation beschreibt in der Mathematik ein bestimmtes Größenverhältnis zweier Quantitäten. Es ist gegeben, wenn die Summe aus der kleineren Quantität und zweimal der größeren Quantität sich zur größeren Quantität ebenso verhält wie die größere Quantität zur kleineren. Die silberne Relation approximiert den Wert  $\sqrt{1+\sqrt{2}}$  (entspricht als Dezimalzahl 2,41...).

Standardabweichung

Die Standardabweichung beschreibt in der Statistik die durchschnittliche Abweichung der Messergebnisse von ihrem gemeinsamen Mittelwert. Sie berechnet sich aus der Summe der einzelnen Abweichungen vom Mittelwert geteilt durch die Anzahl der Messungen. Ohne die Angabe des gemeinsamen Mittelwertes der Messergebnisse wird eine Interpretation der statistischen Standardabweichung nur unzureichend gewährt. Die Standardabweichung ist, neben der Range, ein Wert zur Beschreibung der statistischen Streuung, der Dispersion und der sogenannten Variabilität der Messdaten. Wie die Range trifft die Standardabweichung als Dispersions- und Streumaß Angaben zur Verteilung der Messwerte, ohne dabei Robustheit gegenüber statistischen Ausreißern aufzuweisen.