

Peter C. Slansky

BBQ.311

**Ein fünfdimensionales System
zur Klassifizierung der Qualität
bewegter Bilder**

Copyright: © 2022 Peter C. Slansky, München
Die Website zu diesem Buch: www.bbq311.de



Umschlag & Satz: Erik Kinting – www.buchlektorat.net

Verlag und Druck:
tredition GmbH
Halenreihe 40-44
22359 Hamburg

Softcover 978-3-347-63008-6
Hardcover 978-3-347-63009-3
E-Book 978-3-347-63010-9

Das Werk, einschließlich seiner Teile, ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung ist ohne Zustimmung des Verlages und des Autors unzulässig. Dies gilt insbesondere für die elektronische oder sonstige Vervielfältigung, Übersetzung, Verbreitung und öffentliche Zugänglichmachung.

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek:
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Inhalt

Danksagung	9
Einführung	11
Systembeschreibung	14
Nomenklatur	16
Abschnitt 1: Theoretischer Aufbau	
Definition	18
BBQ-Diagramm [BBQ.D]: Grafische Darstellung einer BBQ-Konstellation [BBQ.N]	19
Kategorie [BBQ.K]	21
Bildgeometrie [G]	22
Bildmikrotextur [M]	23
Bildschärfe [S]	23
Kontrastqualität [K]	24
Farbqualität [F]	24
Temporale Qualität [T]	24
Parameter [BBQ.P]	26
Generell [GEN]	28
Spatiale Konstanz [SKO]	29
Isotropie [ISO]	30
Stetigkeit [STG]	31
Unbegrenztheit [UBG]	32
Temporale Konstanz [TKO]	34
Kaskadierung von Parametern	35

Element [BBQ.E]	37
Relative Relevanz [RR].....	39
Konstellation [BBQ.N]	41
Komplexität [BBQ.X]	43
Matrix [BBQ.Mx]	45
Abgrenzung zur Standbildqualität	45
Aspekt [BBQ.A].....	47
Physikalisch-technischer Aspekt [PTA].....	47
Psycho-physiologischer Aspekt [PPA]	48
Gestalterisch-künstlerischer Aspekt [GKA]	49
Phase [BBQ.Ph]	51
Lichtquelle (n) bei der Aufnahme [LQA].....	51
Aufnahmeeobjektiv [AOF]	52
Bildwandler/Elektronik [BWE]	52
Signalverarbeitung [SVG].....	52
Projektorbildwandler und –lichtquelle [PWL]	53
Projektionsobjektiv und Leinwand [POW]	53
Bewegtbildqualitätselemente	54
BBQ.E der Bildgeometrie [G]	54
<i>Generelle Bildgeometrie [G.GEN]</i>	54
<i>Spatiale Konstanz der Bildgeometrie [G.SKO]</i>	55
<i>Isotropie der Bildgeometrie [G.ISO]</i>	56
<i>Stetigkeit der Bildgeometrie [G.STG]</i>	57
<i>Unbegrenztheit der Bildgeometrie [G.UBG]</i>	57
<i>Temporale Konstanz der Bildgeometrie [G.TKO]</i>	58

BBQ.E der Bildmikrotextur [M]	58
<i>Generelle Bildmikrotextur [M.GEN]</i>	59
<i>Spatiale Konstanz der Bildmikrotextur [M.SKO]</i>	60
<i>Isotropie der Bildmikrotextur [M.ISO]</i>	61
<i>Stetigkeit der Bildmikrotextur [M.STG]</i>	62
<i>Unbegrenztheit der Bildmikrotextur [M.UBG]</i>	62
<i>Temporale Konstanz der Bildmikrotextur [M.TKO]</i>	63
BBQ.E der Bildschärfe [S]	63
<i>Generelle Bildschärfe [S.GEN]</i>	64
<i>Spatiale Konstanz der Bildschärfe [S.SKO]</i>	65
<i>Isotropie der Bildschärfe [S.ISO]</i>	66
<i>Stetigkeit der Bildschärfe [S.STG]</i>	67
<i>Unbegrenztheit der Bildschärfe [S.UBG]</i>	67
<i>Temporale Konstanz der Bildschärfe [S.TKO]</i>	67
BBQ.E der Kontrastqualität [K].....	68
<i>Generelle Kontrastqualität [K.GEN]</i>	68
<i>Spatiale Konstanz der Kontrastqualität [K.SKO]</i>	69
<i>Isotropie der Kontrastqualität [K.ISO]</i>	70
<i>Stetigkeit der Kontrastqualität [K.STG]</i>	70
<i>Unbegrenztheit der Kontrastqualität [K.UBG]</i>	71
<i>Temporale Konstanz der Kontrastqualität [K.TKO]</i>	71
BBQ.E der Farbqualität [F]	71
<i>Generelle Farbqualität [F.GEN]</i>	72
<i>Spatiale Konstanz der Farbqualität [F.SKO]</i>	73
<i>Isotropie der Farbqualität [F.ISO]</i>	73
<i>Stetigkeit der Farbqualität [F.STG]</i>	74
<i>Unbegrenztheit der Farbqualität [F.UBG]</i>	74
<i>Temporale Konstanz der Farbqualität [F.TKO]</i>	74
BBQ.E der Temporalen Qualität [T].....	75
<i>Generelle Temporale Qualität [T.GEN]</i>	75
<i>Spatiale Konstanz der Temporalen Qualität [T.SKO]</i>	76

<i>Isotropie der Temporalen Qualität [T.ISO]</i>	78
<i>Stetigkeit der Temporalen Qualität [T.STG].....</i>	79
<i>Unbegrenztheit der Temporalen Qualität [T.UBG]</i>	79
<i>Temporale Konstanz der Temporalen Qualität [T.TKO]</i>	80

Abschnitt 2 A:Allgemeine Anwendungsbeispiele

Phase LQA: Lichtquellen bei der Aufnahme	82
Beispiel 1: Flickernde Gasentladungslampe	82
Beispiel 2: Stroboskop-Lichtquelle.....	85
Beispiel 3: Lichtquelle mit Linienspektrum	88
Phase AOF: Aufnahmeoptik inkl. optische Filter	90
Beispiel 4: Fokuspumpen.....	90
Beispiel 5 A: Astigmatismus eines Aufnahmeeobjektivs	91
Phase POW: Projektion	94
Beispiel 5 B: Astigmatismus eines Projektionsobjektivs	94
Beispiel 6: Mechanische Bildstandfehler	96
Phase BWE: Bild-Signal-Wandlung	98
Beispiel 7: Fotochemisches Filmkorn	98
<i>Beispiel 7 A: Fotochemisches Filmkorn im Standbild</i>	<i>99</i>
<i>Beispiel 7 B: Fotochemisches Filmkorn in der Laufbildprojektion ...</i>	<i>100</i>
Beispiel 8: Fixed-Pattern-Noise eines Kamerasensors	102
Beispiel 9: Smear-Effekt bei einem Interline-Transfer-CCD	104
Beispiel 10: Rolling Shutter.....	107
Beispiel 11: Gleichlaufschwankung einer analogen Filmkamera oder eines analogen Filmprojektors	110

Phase SVG: Signalverarbeitung.....	112
Beispiel 12: Ruckeln wegen Bildfrequenzkonversion aufgrund verdoppelter oder übersprungener Einzelbilder	112
Beispiel 13: Abweichende Kontrastübertragungsfunktion durch verändertes Gamma	114
Beispiel 14 A: Abweichende Farübertragungsfunktion durch Veränderung der Weißbalance <u>ohne</u> Clipping.....	116
Beispiel 14 B: Abweichende Farübertragungsfunktion durch Veränderung der Weißbalance <u>mit</u> Clipping	118

Abschnitt 2 B:Konkrete Bildbeispiele

Beispiel 15: DCT-Kompressionsartefakte	120
<i>Beispiel 15 A: DCT-Kompressionsartefakte im Standbild.....</i>	<i>121</i>
<i>Beispiel 15 B: DCT-Kompressionsartefakte im Bewegtbild.....</i>	<i>124</i>
Beispiel 16: Crosstalk Color-Luminanz	126
Beispiel 17: Color Gamut Clipping	128
Beispiel 18: Farbig überstrahlende Spitzlichter	131
Beispiel 19: Horizontaler Smear-Effekt	134
Beispiel 20: Strobing	136
Beispiel 21: Blinkende Pixel	139
Beispiel 22: Ausfransende Kanten in der Bewegung	142
Beispiel 23: Spatialer Aliaseffekt	146
Zusammenfassung und Ausblick.....	150
Weitergehende Fragestellungen	153
<i>Lässt sich das System BBQ.311 noch feiner ausdifferenzieren?.....</i>	<i>153</i>
<i>Welche Parameter lassen sich mit welchen Parametern in welcher Kategorie in welcher Reihenfolge kaskadieren?</i>	<i>153</i>

<i>Welche BBQ-Konstellationen aus unterschiedlichen BBQ-Phasen weisen gemeinsame Muster auf?</i>	154
Über den Autor.....	155

Danksagung

Ich bedanke mich sehr bei Prof. Franz Kraus, der den entscheidenden Anstoß für das Projekt BBQ.311 gab. Ich bedanke mich außerdem sehr bei Herrn Prof. Dr. Jan Fröhlich und Dr. Harald Brendel von der Firma ARRI, die das Projekt in stets inspirierender Weise begleiteten.

Einführung

„Das Bild ist schlecht!“

Ein solcher Alltagsausspruch – z.B. durch einen Fernsehzuschauer oder einen Kinobesucher – signalisiert gleichermaßen Eindeutiges wie Uneindeutiges. Eindeutig: Es wird ein Mangel erkannt (oder mehrere), der eine bestimmte Schwelle überschreitet. Uneindeutig: Es wird nicht qualifiziert, worin genau der Mangel bzw. die Mängel bestehen und welcher Art die jeweilige Schwelle ist.

Führt man das Beispiel des Fernsehzuschauers weiter, so lassen sich für die unterschiedlichen Epochen der Fernsehtechnik – analog Schwarzweiß, analog Farbe, digital Farbe, HD, Streaming, UHD – durchaus sehr unterschiedliche möglicherweise gemeinte Bildfehler in Erinnerung rufen. Die Bildgeometrie könnte verzerrt sein, die Helligkeits- oder Farbwiedergabe fehlerhaft, das Bild könnte unscharf sein oder verrauscht, es könnten Bewegungsartefakte auftreten. Wieder Anderes gilt für den Kinozuschauer in der Ära analoger fotochemisch-mechanischer Projektion oder in der heutigen Zeit digitaler Projektion, ja, sogar für den Betrachter eines Bewegtbildes auf einem Smartphone.

„Macht ein gutes Bild!“

Dieses Lob wird technischen Geräten wie Kameras oder Fernsehgeräten mitunter von Laien gespendet. Gemeint sind hierbei zumeist zwei entgegengesetzte Dinge: Erstens, gewissermaßen negativ, die Abwesenheit auffälliger Artefakte (siehe oben), und zweitens, positiv, die Wahrnehm-

barkeit bestimmter, die eigenen Erwartungen überschreitender Qualitätsmerkmale. Wie für die Artefakte so gibt es auch für die besonderen Qualitätsmerkmale eine Schwelle deren Überschreitung das Bilderlebnis signifikant vergrößert.

In einem Zeitalter hoher Mediendichte und –präsenz kommt diesem Qualitätssinn für Bewegtbilder eine besondere Bedeutung zu, und zwar auf allen Ebenen der Bildbeurteilung, also bei Laien wie bei Professionellen.

Mit dem System BBQ.311 – spricht: „BBQ Drei Eins Eins“ – soll allen Bewegtbildfachleuten ein umfassendes Klassifizierungssystem für alle relevanten Qualitätsaspekte des bewegten Bildes an die Hand gegeben werden.

„Eine Abbildung allein macht noch kein Bild“

Eine Szene wird aufgenommen. Ein Bild wird wiedergegeben. Das bedeutet jedoch nicht, dass die Qualität der Bildwiedergabe maximal ist, wenn die Abweichungen zwischen der Betrachtung der Szene und der Betrachtung des Bildes minimal sind. Dem stehen fundamentale psycho-physiologische Faktoren entgegen. So ist beispielsweise die Betrachtungshelligkeit eines Bildes einer Tageszene im Kino sehr viel geringer als die Helligkeit die bei der Aufnahme der Tageszene geherrscht hatte. Mithin ist der gesamte Sehsinn des Betrachters im Kino anders gestimmt als außen bei Tag. Diese Unterschiede gilt es in Bezug auf die Qualität zu berücksichtigen. Hier kann man durchaus von Wiedergabequalität sprechen. BBQ.311 berücksichtigt diesen psycho-physiologischen Qualitätsaspekt, insbesondere auch in seinem Zusammenhang mit dem physikalisch-technischen Qualitätsaspekt. Doch diese beiden Qualitätsaspekte – sowie ihr Zusammenwirken – reichen zur vollständigen Beschreibung prinzipiell noch nicht aus.

„Das Bild soll so sein!“

Ein Großaufnahme mit schmeichelnden Unschärfen, aufgesteilte Kontraste in einem Wolkenhimmel, ein durchgängiger Look in Blau-Grün-Tönen bei einer Landschaft oder eine leichte Zeitlupe bei einer Tanzszene: All diese Abweichungen von der „normalen“ Bildwiedergabe – seien diese nun „fotometrisch exakt“, „farbmetrisch richtig“ oder „empfindungsgemäß äquivalent“ – sind legitime Gestaltungsmittel in der Herstellung von Filmen und Fernsehbeiträgen. Ihr Einsatz obliegt anderen Grundsätzen als denen der physikalischen Technik oder der Psycho-Physiologie. Bilder unterscheiden sich von reinen Abbildern dadurch, dass sie von Persönlichkeiten gestaltet werden. Als Mittel der Gestaltung können grundsätzliche alle Elemente der Qualität des Bewegtbildes eingesetzt werden. Aufgrund dieser Überschneidung können bestimmte Qualitätselemente gestalterisch bewusst vermindert werden. Die Legitimation hierzu erwächst aus der Freiheit der Kunst. Diese Freiheit wird im Fall der Medien Kino und Fernsehen jedoch einem Publikum ausgesetzt, von dem diese Medien wirtschaftlich stark abhängig sind. Und dieses Publikum reagiert zumindest in seinen psycho-physiologischen Betrachtungsbewertungen weitgehend homogen. Aufgrund dieser Komplexität soll BBQ.311 auch einen Brückenschlag zwischen den Welten ermöglichen, der physikalisch-technischen, der psycho-physiologischen und der gestalterisch-künstlerischen.

Systembeschreibung

BBQ.311 ist ein System zur Klassifizierung der Qualität bewegter Bilder, insbesondere von Filmen in der Projektion im Kino bzw. bei der Wiedergabe auf Displays.

BBQ.311 ist ganz vom gesehenen Bewegtbild her konzipiert, nicht dagegen von dessen technischen Grundlagen her. Das System geht davon aus, dass Bewegtbildqualität nicht unabhängig vom jeweiligen Bewegtbildinhalt beurteilt werden kann. BBQ.311 arbeitet daher mit semantischen Qualitätsbegriffen und nicht mit technischen oder physikalischen Parametern wie Pixelzahl oder der Modulationsübertragungsfunktion. Letztere werden vielmehr qualitativ in das System integriert.

BBQ.311 hat zum Ziel, die Bewegtbildqualität (BBQ) in einer fünfdimensionalen Matrix zu klassifizieren, wobei die ersten drei Dimensionen die eigentliche Bewegtbildqualitäts-klassifikation beinhalten, die durch den Qualitätsaspekt und die betrachtete Workflow-Phase ergänzt werden. Für monoskopische Bewegtbilder erhebt BBQ.311 den Anspruch der Vollständigkeit. Das heißt, es gibt keine Qualitätsmerkmale die mit ihm nicht beschrieben werden können. Gleichwohl hat das System nicht zum Ziel, jeden Bewegtbild-Artefakt eindeutig zu beschreiben bzw. zu klassifizieren. Das heißt, es kann verschiedene Bewegtbildartefakte geben, die vom System in der gleichen Weise klassifiziert werden.

BBQ.311 beschreibt lediglich die Bildqualität, nicht die Tonqualität.

BBQ.311 beschreibt die Qualitätsmerkmale positiv: Jedes einzelne Qualitätselement stellt ein positives Maß für ein spezifisches Merkmal der Bewegtbildqualität dar. Das Qualitätselement repräsentiert gleichzeitig das kleinste Klassifizierungsmerkmal des Systems.

In BBQ.311 können alle Qualitätsmerkmale in drei systematisch verschiedene Qualitätsaspekte differenziert werden: Den physikalisch-technischen Aspekt, den psycho-physiologischen Aspekt und den gestalterisch-künstlerischen Aspekt. Dieser Qualitätsaspekt bildet die vierte Dimension der fünfdimensionalen Matrix.

Mit BBQ.311 lässt sich sowohl die gesamte Workflowkette bewegter Bilder beschreiben, von der Aufnahme über die Postproduktion, die Distribution und die Wiedergabe im Kino, im Fernsehen und einem anderen Display, als auch einzelne Phasen des Workflows. Dabei ist das System unabhängig von der jeweils konkret eingesetzten Bildtechnologie, sei diese elektronisch oder fotochemisch, gerastert oder ungerastert, analog oder digital. Die Phase bildet die fünfte Dimension der Matrix.

Auf diese Weise kann BBQ.311 auch der Beschreibung und Klassifizierung bildlicher Immersion dienen: im Sinne der Unterscheidbarkeit bzw. Nicht-Unterscheidbarkeit eines bewegten Bildes mit der ihm zugrundeliegenden bewegten Szenerie.

Nomenklatur

BBQ.311 ist durchgängig in deutscher Sprache aufgebaut. Es werden folgende Begriffe und Abkürzungen verwendet:

Abkürzung	Begriff/Erklärung
BB	Bewegte Bilder; Bewegtbild
BBQ	Bewegtbildqualität
BQ	(Stand-)Bildqualität
BBQ.K	Bewegtbildqualitätskategorie Es gibt sechs BBQ.K: - Bildgeometrie [G] - Bildmikrotextur [M] - Bildschärfe [S] - Kontrastqualität [K] - Farbqualität [F] - Temporale Qualität [T]
BBQ.P	Bewegtbildqualitätsparameter Es gibt sechs BBQ.P: - Generell [GEN] - Spatiale Konstanz [SKO] - Isotropie [ISO] - Stetigkeit [STG] - Unbegrenztheit [UBG] - Temporale Konstanz [TKO]

BBQ.E	Bewegtbildqualitätselement Mengenprodukt aus BBQ.K und BBQ.P mit $6 \times 6 = 36$ möglichen BBQ.E.
RR	Relative Relevanz eines BBQ.E
BBQ.N	Bewegtbildqualitätskonstellation Die BBQ.N repräsentiert die ersten drei Dimensionen des Systems: [BBQ.K] [BBQ.P] [RR]
BBQ.D	Bewegtbildqualitätsdiagramm Einheitliche perspektivische grafische Darstellung einer BBQ.N
BBQ.X	Bewegtbildqualitätskomplexität Die BBQ.X einer bestimmten BBQ.N ergibt sich aus dem Verhältnis der Anzahl der relevanten BBQ.E im Verhältnis zur Gesamtzahl aller BBQ.E (36).
BBQ.A	Bewegtbildqualitätsaspekt
BBQ.Ph	Bewegtbildqualitätsphase
BBQ.Mx	Bewegtbildqualitätsmatrix
311	Die fünf Dimensionen des Systems: 3[BBQ.N] 1[BBQ.A] 1[BBQ.Ph]

Abschnitt 1: Theoretischer Aufbau

Das hier vorgestellte Klassifizierungssystem besteht aus einer fünfdimensionalen Matrix. Die Dimensionen stehen in einer hierarchischen Abstufung zueinander, sie sind daher nicht gleichwertig. Die ersten drei Dimensionen repräsentieren eine Konstellation, die fünfte eine Phase des Workflows, dazwischengeschaltet liegt die Menge der drei Bewegtbildqualitätsaspekte („311“).

$$\text{BBQ} = (\text{BBQ.K BBQ.P RR}) (\text{PTA}_{(\text{BBQ.E})} * \text{PPA}_{(\text{BBQ.E})} * \text{GKA}_{(\text{BBQ.E})}) (\text{BBQ.Ph}) \text{ [Formel 1]}$$

Die mathematische Eindeutigkeit der Beschreibung durch Formel 1 soll jedoch nicht suggerieren, dass sich die Bewegtbildqualität quantitativ durch eine einzige Kenngröße – als mathematische Auflösung der Gleichung – erfassen ließe. Das ist nicht der Fall, denn die Gleichung lässt sich nicht weiter auflösen.

Definition

Im System BBQ.311 wird die Bewegtbildqualität beschrieben durch sechs Bewegtbildqualitätskategorien mit einer jeweiligen Bewertung in jedem der sechs Bewegtbildqualitätsparameter gemäß der jeweiligen Relativen Relevanz in fünf Stufen, differenziert nach drei Bewegtbildqualitätsaspekten, getrennt nach den sechs (Haupt-)Phasen des Bewegtbildproduktionsworkflows.

BBQ-Diagramm [BBQ.D]: Grafische Darstellung einer BBQ-Konstellation [BBQ.N]

Die bildliche Darstellung einer Bewegtbildqualitätskonstellation, die die ersten drei Dimensionen des Systems BBQ.311 charakterisiert, erfolgt in einer perspektivisch einheitlichen Grafik mit einem einheitlichen Farbcode: Die Kategorie von links nach rechts, den Parameter von vorne nach hinten und die Relative Relevanz jedes BBQ.E von unten nach oben.

Kategorie und Parameter stellen jeweils eine Menge dar, die im Fall der Bewegtbildqualität jeweils sechs Elemente aufweisen. Das kartesische Produkt dieser beiden Mengen ist die Menge aller geordneten Paare (= Tupel) von Elementen der beiden Mengen. Jedes Tupel stellt ein Bewegtbildqualitätselement dar. Seine erste Komponente ist jeweils die Bewegtbildqualitätskategorie, seine zweite Komponente jeweils der Bewegtbildqualitätsparameter. Das Mengenprodukt aus sechs Bewegtbildqualitätskategorien und sechs Bewegtbildqualitätsparametern enthält somit 36 Bewegtbildqualitätselemente.

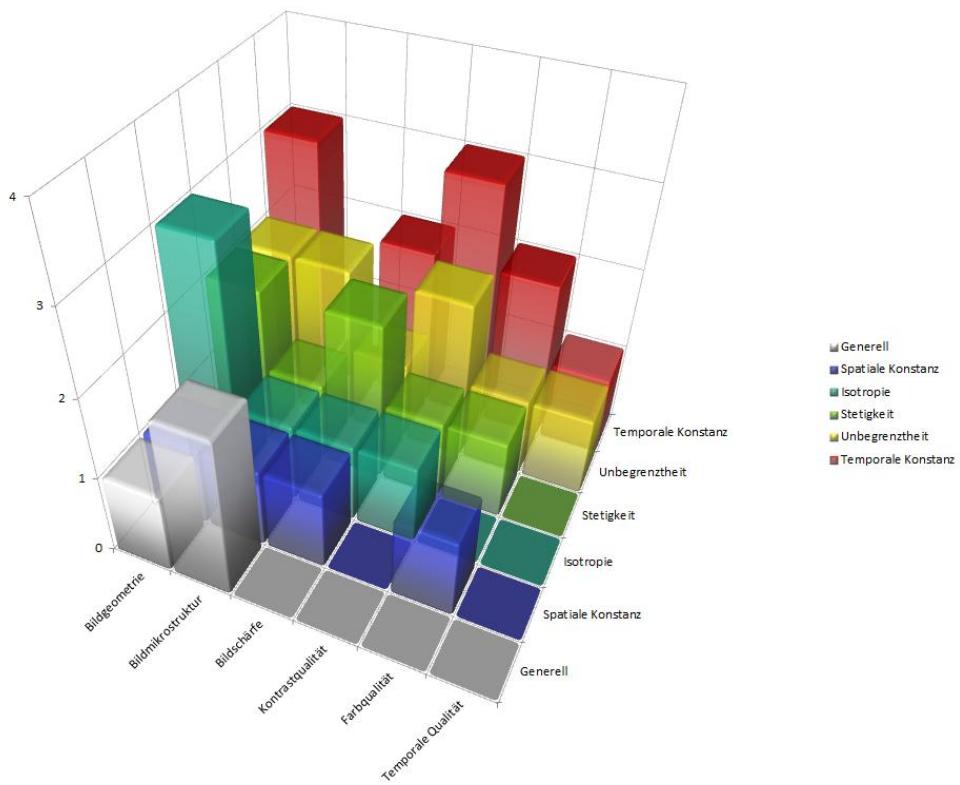


Abbildung 1: Das Bewegtbildqualitätsdiagramm [BBQ.D] ist die perspektivisch einheitliche grafische Darstellung einer Bewegtbildqualitätskonstellation [BBQ.N]. Diese stellt die ersten drei Dimensionen des Systems BBQ.311 dar: Die Kategorie (von links nach rechts), den Parameter (von vorne nach hinten) und die Relative Relevanz jedes BBQ.E (von unten nach oben). Die Abbildung zeigt ein fiktives Beispiel eines BBQ.D für eine recht komplexe BBQ.N, bestehend aus 27 relevanten und 9 irrelevanten BBQ.E.