



Modelldokumentation

AG-055 Orthofotos (kantonal) - Geodatenmodell

AG-056 Luftbilder (kantonal) - Geodatenmodell

Verantwortlich R. Fischer, A. Meier

Funktion

Zweck des Dokuments

Ablage des Originals AG_055_056_Modelldokumentation_v1_3.doc

Verteiler

Änderungsstand

Version	Datum	Erstellt von	Bemerkungen
	13.01.2014	R. Fischer	
	21.2.2014	R. Fischer	Kap. 1, 2, 3, 4, 10
	21.3.2014	R. Fischer	Ergänzungen nach Besprechung vom 18.3.14
1.2.	3.6.2014	A. Meier, R. Fischer	Ergänzungen nach Umfrage zu Anhörung
1.3	4.9.2015	A. Meier, R. Fischer	Version für die Genehmigung nach formaler Prüfung
1.0.0	25.11.2015	A. Meier, R. Fischer	Modell vom AGIS-Board genehmigt am 02.11.2015
1.1.0	18.5.2017	M. Wildi	Kapitel 2.1 textliche Anpassungen

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung und fachliche Beschreibung	4
1.1	Thematische Einführung mit fachlicher Modell-Beschreibung	4
1.1.1	Luftbilder	4
1.1.2	Orthofotos	4
1.2	Grundlagen	5
1.2.1	Luftbilder	5
1.2.2	Orthofotos	5
1.3	Abgrenzungen	7
2	Modellierungsprozess	8
2.1	Organisation	8
2.2	Entscheidung	8
3	Modellierung Klassenübersicht	9
3.1	Grafische Darstellung	9
3.2	Beschreibung der Klassenübersicht	9
4	Objektkatalog	11
5	Klassenmodell UML	13
6	Produktspezifische Modellierung (ESRI)	13
7	Darstellungsmodell	13
8	Nachführungskonzept	14
9	Erfassungsrichtlinien	14
10	Planung Datenüberführung/Ersterhebung	14
10.1	Luftbilder	14
10.2	Orthofotos	14
11	Qualitätskontrollen	15
Anhang A Literatur		16
Anhang B Interlis-Beschreibung		16

1 Einleitung und fachliche Beschreibung

1.1 Thematische Einführung mit fachlicher Modell-Beschreibung

1.1.1 Luftbilder

Luftbilder sind flugzeuggestützte Aufnahmen der Erdoberfläche. Luftbilder werden vor allem für die Erstellung der Orthofotos verwendet, und sind im Gegensatz zu diesen nicht entzerrt (Zentralperspektive). Zu jedem Luftbild gehören Metadaten zu den Flugparametern (Lage, Höhe, Zeitpunkt, Verkippung).

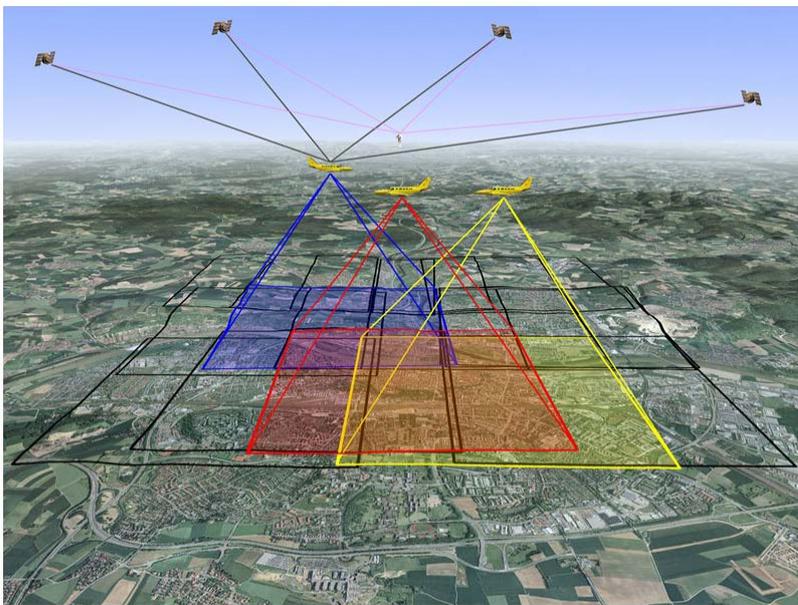


Abb. 1: Flugzeuggestützte Aufnahmen der Erdoberfläche

1.1.2 Orthofotos

Ein **Orthofoto** (griech. orthós richtig, gerade, aufrecht) ist eine verzerrungsfreie und maßstabgetreue Abbildung der Erdoberfläche, die durch photogrammetrische Verfahren aus Luft- oder Satellitenbildern abgeleitet wird. Bei einer Luftbildaufnahme entstehen Verzerrungen einer fotografischen Zentralprojektion sowie Verzerrungen durch Höhenunterschiede des Geländes (vgl. Abb. 1). Analoge Bilder lassen sich durch optische Projektionsmethoden (Orthofotoprojektor) orthorektifizieren. Digitalaufnahmen werden anhand von digitalen Geländemodellen neu berechnet und anhand von Punkten mit bekannten Koordinaten (sog. Ground Control Points (GCP)) georeferenziert. Orthofotos werden als georeferenzierte digitale Orthofotos (DOP: digitales Orthophoto) angeboten.

1.2 Grundlagen

Die Luftbilder und Orthofotos sind Geobasisdaten des kantonalen Rechts (§§ 23 und 25 KGeoIV). Die Beschaffung erfolgt departementsübergreifend durch das AGIS Service Center (AGIS SC).

1.2.1 Luftbilder

Flugjahr	Anz. Bilder	Datenmenge
2009	988	Ca. 400 GB
2011	1160	Ca. 500 GB
2012	1240	Ca. 680 GB
2013	1240	Ca. 696 GB

Sämtliche Luftbilder liegen derzeit auf externen Harddisks. Ein Datenhaltungskonzept für Luftbilder (evt. NAS) ist geplant.

1.2.2 Orthofotos

Der Kanton Aargau führt georeferenzierte (entzerrte) digitale und aus Luftbildern abgeleitete Orthofotos. Diese liegen in verschiedenen Ausprägungen vor: räumliche Bodenauflösung, Aufnahmezeitpunkt, unterschiedliche Wellenlängenbereiche (Echt-/Falschfarben), Aufnahmesystem (Kamera, analog/digital).

Im Geografischen Informationssystem des Kanton Aargau (AGIS) werden sowohl Orthofotos geführt, die das ganze Kantonsgebiet abdecken, als auch Orthofotos, die ein Teilgebiet des Kantons abdecken. Seit 2012 wird das den ganzen Kanton abdeckende Orthofoto jährlich aktualisiert.

Tabelle 1: Orthofotos mit Abdeckung ganzer Kanton Aargau (Stand Februar 2014)

Bezeichnung	physischer Name	Datenherr	Eigenschaften				"Zusätze"			Vektor-Daten		
			räumliche Auflösung	Anzahl Bänder	Pyramiden Resampling-methode	TileSize [Pixel]	Dublikat in reduzierter Auflösung vorhanden	MrSID Dateien vorhanden	Infrarot-Datensatz vorhanden	Bildmittel-punktüber-sicht vor-handen	Blattüber-sicht vor-handen	Flug-linien
Orthofotos 1998 farbig	kai_orthofarb98	swisstopo	50 cm	3	bilinear	256	nein	nein	nein	ja	ja	nein
Orthofotos 2001 farbig	kai_orthofarb	IT AG	30 cm	3	bilinear	256	nein	?	nein	ja	ja	nein
Orthofotos 2002/04 farbig	kai_orthofarb02u04	swisstopo	50 cm	3	bilinear	256	ja: kai_orthofarb02u04r	nein	nein	nein	ja	ja
Orthofotos 2006 farbig	kai_orthofarb06	swisstopo	25 cm	3	bilinear	256	ja: kai_orthofarb06r	nein	nein	nein	ja	ja
Orthofotos 2007 farbig	aw_orthofarb07	AW	50 cm	3	bilinear	256	ja: kai_orthofarb07r	?	ja	nein	nein	nein
Orthofotos 2009 farbig	kai_orthofarb09	IT AG	25 cm	3	bilinear	256	nein	?	nein	nein	ja	nein
Orthofotos 2009/10 farbig	kai_orthofarb09u10	swisstopo	25 cm	3	bilinear	256	nein	nein	nein	nein	ja	ja
Orthofotos 2011 farbig	kai_orthofarb11	IT AG	25 cm	4	bilinear	256	nein	ja	nein*	nein	nein	nein
Orthofotos 2012 farbig	kai_orthofarb12	IT AG	25 cm	4	bilinear	256	nein	ja	nein*	nein	nein	nein
Orthofotos 2013 farbig	kai_orthofoto	IT AG	25 cm	4	bilinear	64	nein	ja	nein*	nein	nein	nein
Orthofotos 2012/13 farbig	...	swisstopo	25 cm	3			nein		nein			

* kein separater Datensatz weil Infrarot im vierten Kanal enthalten.

Orthofotos, die ein Teilgebiet des Kantons abdecken, wurden in der Regel geflogen oder erworben für eine konkrete Aufgabenerfüllung wie beispielsweise Hochwasserereignisse, die von der Abteilung Landschaft und Gewässer zeitgenaue Aufnahmen bedingten.

Bis zum Februar 2014 sind folgende Orthofotos im AGIS integriert:

- Orthofoto s/w Frick/Gipf-Oberfrick 1930, 1947, 1965, 1982, 2000
- Orthofotos Limmattal 2000
- Orthofotos Aaretal 2001
- Orthofotos Bünztal 2001
- Orthofotos Hochwasser 2005: Bünz, Reuss, Wasserschloss
- Orthofoto Aarau 2007

Orthofotos sind Georeferenzdaten und können für weitere Geobasisdaten als geometrische Grundlage dienen. **Anwendungsfälle** für abgeleitete Produkte sind beispielsweise Bestandeskarte des Waldes, Verlauf der Bachläufe oder Erzeugung eines Höhenmodelles aus photogrammetrischer Auswertung.

Langjährige Erfahrung hat eine räumliche Bodenauflösung von 25 cm als für viele Anwendungen ausreichende Auflösung bestätigt. Ein Beispiel dazu stellt die Beurteilung von Baugesuchen ausserhalb Baugebiet dar.

1.3 Abgrenzungen

Wie dies bereits seit dem Jahr 2012 der Fall ist, soll auch in Zukunft jedes Jahr die Erstellung von mindestens einem Orthofoto über das ganze Gebiet des Kantons Aargau durch das AGIS veranlasst werden.

Dies schliesst nicht aus, dass weitere Orthofotos von Extern (z.B. swisstopo) im AGIS integriert werden.

Es bestehen zur Zeit keine konkreten Pläne, die das AGIS SC im Katastrophenfall für eine Erstellung eines Orthofotos als zuständig vorsehen. Eine Beteiligung resp. Unterstützung des AGIS SC für die Beschaffung eines Orthofotos im Katastrophenfall ist jedoch nicht ausgeschlossen.

2 Modellierungsprozess

2.1 Organisation

Das Einladungsemail für die **Startsitzung vom 14.01.2014** wurde verschickt am 26.09.2013.

Antworten:

- ARPVA: ist interessiert an Modellierung von Rasterdaten. Die Mitwirkung hat sich nach der Startsitzung jedoch erübrigt.
- LWAG: *ist interessiert am Thema Periodizität der neuen Orthofotos und dem Zeitpunkt der Flüge, da sie mit GISELAN auf solche Orthofotos angewiesen sind. Wenn es nur um die Modellierung geht, besteht kein Handlungsbedarf.*
- ALG: ist gerne bei der Startsitzung dabei

An der Startsitzung vom 14.1.2014 mit ARPVA, ALG und AGIS SC wurde entschieden dass keine FIG gegründet wird.

2.2 Entscheide

An der Startsitzung vom 14.01.2014 wurde entschieden, die beiden kantonalen Geodatenätze AG-055 Orthofotos und AG-056 Luftbilder gemeinsam (in einem Modell) zu modellieren, da sie thematisch sehr nahe beieinander liegen und vom Entstehungsablauf her gekoppelt sind.

Wo eine klare Trennung nötig ist, sollen Unterkapitel erstellt werden.

3 Modellierung Klassenübersicht

3.1 Grafische Darstellung

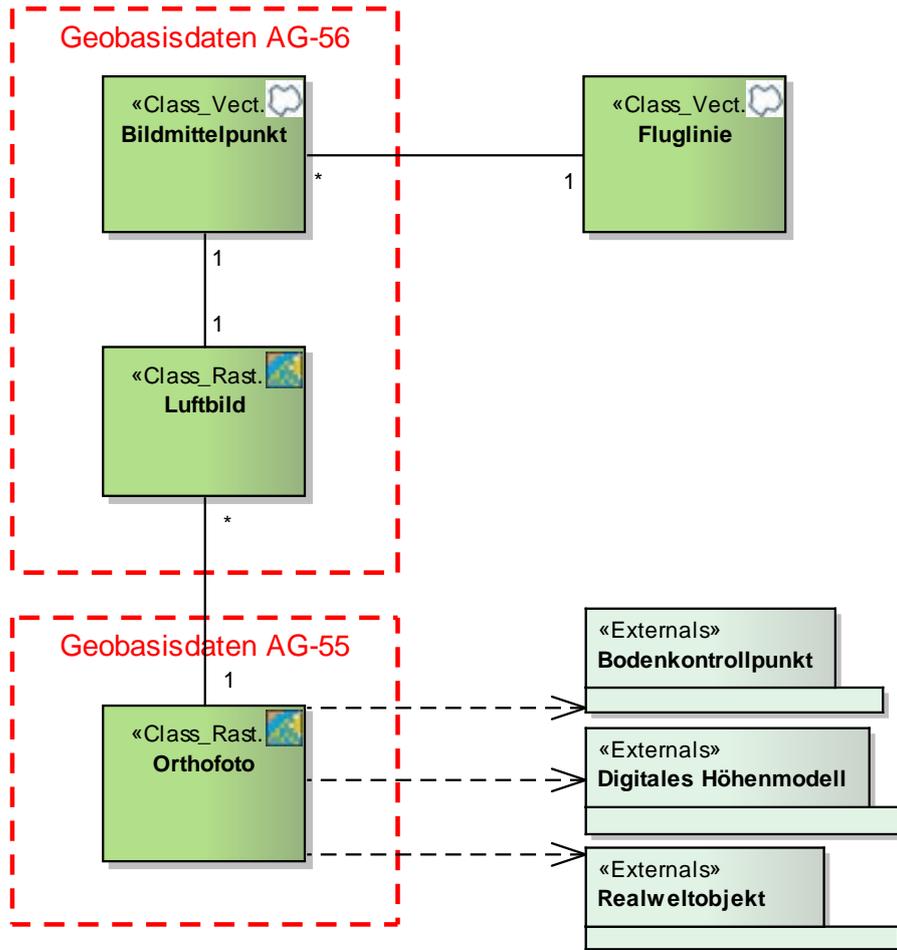


Abbildung 1: Klassenübersicht

3.2 Beschreibung der Klassenübersicht

Bei einer Luftbildbefliegung werden neben den eigentlichen Bilddaten und technischen Befliegungsdaten (Sensorverkippen usw.) auch die **Fluglinien** und die **Bildmittelpunkte** erfasst. Diese Daten werden je nach Anbieter mit unterschiedlichem Inhalt und in einem nicht festgelegtem Format (i.d.R. aber ein Textfile) geliefert und nur bei Bedarf in Vektordaten umgewandelt. Die von der Featureklasse "Bildmittelpunkt" abgeleiteten "Fluglinien" (durch Verbindung der Bildmittelpunkte) ist kein obligatorisches Element mit standardisierter

Struktur und wird aus diesem Grund im Objektkatalog nicht beschrieben. Zu jedem **Luftbild** gehört ein **Bildmittelpunkt**.

Zur Berechnung eines Orthofotos wird ein **digitales Geländemodell (DTM)** und sog. **Bodenkontrollpunkte (GCPs)** verwendet. Realweltobjekte (Stand 2013: Brücken) werden zur visuellen Kontrolle und ggf. Korrektur verwendet.

4 Objektkatalog

Klasse Orthofoto

Der Objektkatalog wurde im Sinne der Rasterdatenmodellierung uminterpretiert in eine Metainformationstabelle. Diese Tabelle beschreibt die Metadaten der Raster ab dem Jahr 2013 und wird für zukünftige Luftbilder und Orthofotos als Mindeststandard verstanden. Ein Abweichen von diesen Vorgaben ist aber durchaus denkbar, wenn eine höhere Qualität der Raster erzielt werden kann.

Tabelle 1: Eigenschaften Luftbilder und Orthofotos (Rastermetadaten sind identisch)

Eigenschaft		Beschreibung
Zellgrösse	0.25 x 0.25 m	räumliche Bodenauflösung
Anzahl Bänder *	4	Band 1 = roter Wellenlängenbereich Band 2 = grüner Wellenlängenbereich Band 3 = blauer Wellenlängenbereich Band 4 = Wellenlängenbereich des nahen Infrarots
Bit-Tiefe der Bänder	8 Bit unsigned integer	Werte 0..255
Extent	Y = 220'000 – 275'000 X = 620'000 – 677'500	Gebiet des Kantons Aargau mit Puffer von ca. 600 Meter.
Zielmassstab	1:1'000 (Papier)	

* für den Begriff *Band* kann als Synonym auch der Begriff *Kanal* verwendet werden.

Klasse Bildmittelpunkt

Tabelle 2: Attribut-Definition Vektorklasse Bildmittelpunkt

Name	Typ	Obligatorisch (ja/nein)	Wertebereich / Textfeldlänge	OI / UK	Beschreibung	Beispiel
X	Kommazahl	ja	600000 – 700000		X-Koordinate	671000

Y	Kommazahl	Ja	200000 bis 300000		Y-Koordinate	251535
Z	Kommazahl	Ja	0 bis 6000		Z-Koordinate	4500
Omega	Kommazahl	Ja	-1 bis +1		Verkippungsparameter der Kamera 1	-0.10198
Phi	Kommazahl	Ja	-1 bis +1		Verkippungsparameter der Kamera 2	0.11356
Kappa	Kommazahl	Ja	-200 bis +200		Verkippungsparameter der Kamera 3	-199.996
Photo_ID	Text	ja	10	UK	Name der Luftbilddatei	10_1314

Klasse Luftbild

Die Klasse Luftbild enthält keinen Objektkatalog, weil es sich bei den Luftbildern nicht um Geodaten im engeren Sinn handelt (nur in Kombination mit den dazugehörigen Bildmittelpunkten, was eine grobe Georeferenzierung ermöglicht, wird aus dem Datensatz ein Geodatensatz).

5 Klassenmodell UML

Auf ein detailliertes Klassenmodell wird verzichtet.

Begründung: Alle Informationen sind in den Kapitel 3 und 4 enthalten.

6 Produktspezifische Modellierung (ESRI)

Auf ein produktspezifisches Modell wird verzichtet (Rasterdaten). Die Daten werden im ESRI-Format *Rasterdataset* gehalten.

Begründung: Alle Informationen betreffend Raster sind in den Kapitel 3 und 4 enthalten.

7 Darstellungsmodell

Heutige digitale Luftbildkameras haben einen zusätzlich Kanal im Nahinfrarot-Bereich (NIR-Kanal) und nehmen damit das Infrarot-Luftbild synchron mit dem Normalfarben-Luftbild auf. Seit dem Jahr 2013 wird das Orthofoto als 4-Band-Datensatz im AGIS gehalten, also mit Kanälen in den Spektralbereichen rot, grün, blau und nahes Infrarot.

Für die Darstellung des Orthofotos können die Kanäle farblich unterschiedlich zugewiesen werden. Die zwei sinnvollsten Zuweisungen/Darstellungen werden im Folgenden beschrieben:

1. Echtfarbendarstellung

Eine Echtfarbendarstellung zeigt die Welt in den für das menschliche Auge gewohnten Farbgebung.

Um eine Echtfarbendarstellung zu erreichen, werden

- die Werte aus dem Kanal 1 (rot) dem roten Bereich,
- die Werte aus dem Kanal 2 (grün) dem grünen Bereich,
- die Werte aus dem Kanal 3 (blau) dem blauen Bereich zugeordnet.

2. Falschfarbendarstellung

Bei einer Falschfarbendarstellung werden Wellenlängenbereiche, die für das menschliche Auge unsichtbar sind (z.B. nahes Infrarot), mit einer für uns sichtbaren Farbe (z.B. rot) dargestellt. Dies erlaubt uns, Dinge zu erkennen, die im sichtbaren Bereich nicht erkennbar sind. Im nahen Infrarot lassen sich beispielsweise Unterschiede in der Vegetation bis hin zu Unterscheidung von verschiedenen Pflanzenarten erkennen.

Um die bekannteste Falschfarbendarstellung (CIR = Colour infrared) zu erreichen, werden

- die Werte aus dem Kanal 4 (nahes Infrarot) dem roten Bereich,
- die Werte aus dem Kanal 1 (rot) dem grünen Bereich,
- die Werte aus dem Kanal 2 (grün) dem blauen Bereich zugeordnet.

8 Nachführungskonzept

Das Nachführungskonzept des Orthofotos sieht eine jährliche Aktualisierung des gesamten Kantonsperimeters vor, wobei sich die Vegetationsstände "belaubt" und "unbelaubt" abwechseln sollen. Das AGIS SC stellt der AGIS-Konferenz jährlich die Flugplanung zur Diskussion (damit die Flugplanung auf aktuelle GIS-Projekte Rücksicht nehmen kann), bevor die Planung vom AGIS-Board beschlossen wird.

Vor bzw. spätestens nach der Nachführung, meldet der Kanton Aargau dem Bund die geplanten bzw. durchgeführten Flüge (vgl. Kreisschreiben AV Nr. 2009 / 06).

9 Erfassungsrichtlinien

Dieses Kapitel ist für die Modellierung der Luftbilder und des Orthofotos nicht relevant.

10 Planung Datenüberführung/Ersterhebung

Orthofotos werden, wie oben ersichtlich, bereits seit Jahren im AGIS geführt. In diesem Kapitel wird festgehalten wie die Integration ins AGIS umgesetzt ist (Stand 2013).

10.1 Luftbilder

Sämtliche Luftbilder liegen derzeit auf externen Harddisks. Ein Datenhaltungskonzept für Luftbilder (evt. NAS) ist in Arbeit und sollte Mitte 2014 stehen.

10.2 Orthofotos

Zur Berechnung der Orthofotos werden die digitalen Luftbildaufnahmen anhand eines digitalen Geländemodells neu berechnet, und anhand von Punkten mit bekannten Koordinaten (sog. Ground Control Points (GCP)) georeferenziert.

Die Lagegenauigkeit eines Orthofotos ist also abhängig von der Lagegenauigkeit des DTM und der GCPs.

Ein Orthofoto entsteht durch die Umbildung eines im Luftbild zentralperspektivisch abgebildeten Geländeausschnitts in eine Orthogonalprojektion. Dies wird notwendig, da im Luftbild aufgrund unvermeidbarer Verkippungen der Kamera während der Aufnahme und bedingt durch die Höhenunterschiede im Gelände Strecken und Flächen nicht exakt maßstäblich abgebildet werden. Durch rechnerische Entzerrung wird aus dem Original-Luftbild ein Orthofoto abgeleitet, das sich durch exakten Massstab und Raumbezug auszeichnet.

Die Integration der Rasterdaten in den AGIS-Pool im allgemeinen, sowie die Integration der Orthofotos wird ständig optimiert.

Eine aktuelle Dokumentation zur Integration der Orthofotos ins SDE liegt jeweils hier:

[\\agis\agis2_Aufgaben\ITAG\Aktuell\Geodaten\Edit\ITAG\Orthofoto\JahrDoku](#)

Als konkretes Beispiel: die Dokumentation zum Orthofoto 2013:

\\lagis\lagis\2_Aufgaben\ITAG\Aktuell\Geodaten\Edit\ITAG\Orthofoto\2013\Doku\Update_Orthofoto_2013.doc

11 Qualitätskontrollen

Das Orthofoto wird auf den maximal zulässigen Objektversatz (Versatz zwischen Dach- und Sockelpunkt), die Lagegenauigkeit (Abweichung gegenüber den Daten der amtlichen Vermessung) und die lagegetreue Darstellung der Brücken (ohne Versatz) hin überprüft. Ausserdem wird kontrolliert, dass die Schnittkanten nicht durch homogene und zusammenhängende Flächen gelegt worden sind und dass die farblichen Vorgaben eingehalten worden sind. Die Qualitätskontrollen werden rein visuell in ArcGIS durchgeführt.

Die Anforderungen des Kantons Aargau an das Orthofoto sind nicht konstant, sondern jedes Jahr unterschiedlich. Die Anforderungen werden in den Produktspezifikationen definiert und so dem Auftragnehmer mitgeteilt. Die Produktspezifikation befindet sich im Projektordner des jeweiligen Orthofotos, z.B.

\\lagis\lagis\1_Projekte\AGIS\Aktuell\Orthofoto\Zeitstand\10_Initialisierung\Konzept.

Anhang A Literatur

- Verordnung über die Landesvermessung (Landesvermessungsverordnung, LVV) vom 21. Mai 2008 ([SR 510.626](#))
- Verordnung über die Geoinformation im Kanton Aargau (Kantonale Geoinformationsverordnung, KGeoIV) vom 16. November 2011 ([SAR 740.111](#))
- [Kreisschreiben](#) AV Nr. 2009 / 06; Umsetzung von Artikel 27 der Verordnung über die Landesvermessung vom 16. November 2009

Anhang B Interlis-Beschreibung

Da es sich um einen Rasterdatensatz handelt, wird auf die INTERLIS-Beschreibung verzichtet.