



Bundesministerium  
des Innern, für Bau  
und Heimat

Bundesministerium  
der Verteidigung

# Baufachliche Richtlinien Vermessung (BFR Verm)

Grundlagen für Vermessungsleistungen auf Liegenschaften des Bundes





## Vorwort zur 4. Auflage

Seit ihrer Einführung im Jahre 1995 haben sich die Baufachlichen Richtlinien Vermessung (BFR Verm) als Standard für die Bestandsdokumentation von Außenanlagen auf Liegenschaften des Bundes etabliert. Neben Grundsätzen zum Aufbau und zur Führung der Liegenschaftsbestandsdokumentation bildeten die zugeordneten Systemkataloge (Objektartenkatalog, Objektabbildungskatalog und Signaturenkatalog) die Grundlagen für eine digitale Führung der Bestandsdaten sowie für ein standardisiertes Qualitätsmanagement.

Durch einheitliche Regelungen zur Erbringung von Vermessungsleistungen für die räumlich-geometrische Erfassung von Objekten in den Außenanlagen wurden bereits frühzeitig Grundsätze des Geoinformationswesens auf die Liegenschaftsbestandsdaten angewandt. Dadurch ist es heute möglich, raumbezogene Auswertungen der Liegenschaftsbestandsdaten nach einheitlichen dv-gestützten Verfahren durchzuführen und mit weiteren digitalen, raumbezogenen Nachweisen, z. B. dem Amtlichen Liegenschaftskataster Informationssystem (ALKIS), zu verknüpfen. Dem Nutzer der Liegenschaftsbestandsdokumentation kann somit ein aktuelles sowie vollständiges, digitales Abbild der Objekte in den Außenanlagen der Liegenschaften anforderungsgerecht zur Verfügung gestellt werden.

Mit den Jahren hat sich der Anwenderkreis digitaler Liegenschaftsbestandsdaten in der baudurchführenden Ebene und der nutzenden sowie hausverwaltenden Dienststellen kontinuierlich vergrößert. Dadurch hat neben der vermessungstechnischen Erfassung von raumbezogenen Geometriedaten die Erhebung und Bereitstellung aufgabengerechter Fachdaten (Sachdaten und Dokumente), die konsistent mit den Geometriedaten verknüpft und ausgewertet werden können, stetig an Bedeutung gewonnen. Um der wachsenden Bedeutung der Liegenschaftsbestandsdokumentation, welche sich nicht nur auf die vermessungstechnische Erfassung und digitale Abbildung der Ergebnisse in einem Geoinformationssystem beschränkt, gerecht werden zu können, haben die Obersten technischen Instanzen (OTI) des Bundesministeriums des Innern, für Bau und Heimat sowie für den militärischen Bereich des Bundesministeriums der Verteidigung beschlossen, im Jahr 2018 eigenständige Baufachliche Richtlinien Liegenschaftsbestandsdokumentation (BFR LBestand) herauszugeben. Diese sollen zukünftig das fachspartenübergreifende Dach für Regelungen im Zusammenhang mit der Liegenschaftsbestandsdokumentation bilden.

Die BFR Verm werden mit geänderter Zielsetzung weitergeführt. Der Fokus der Regelungen ist dabei auf alle anfallenden vermessungstechnischen Leistungen auf Liegenschaften des Bundes gerichtet. Die bisherigen spezifischen Regelungen zur Liegenschaftsbestandsdokumentation wurden ausgegliedert und in die BFR LBestand aufgenommen. So sind zukünftig auch die Systemkataloge nicht mehr Bestandteil der BFR Verm, sondern bilden als Katalogwerk zum Liegenschaftsbestandsmodell (Modellkatalog LgBestMod) einen Anhang der BFR LBestand.

Mit der Veränderung der Zielsetzung der BFR Verm hat sich auch das Spektrum der Vorgaben für vermessungstechnische Leistungen erweitert. So wurden die Planungsbegleitende und Bauvermessung gemäß Honorarordnung für Architekten und Ingenieure (HOAI), Anlage 1, Nr. 1.4 als eigenes Kapitel mit aufgenommen. Darin werden die allgemeinen Vorgaben gemäß den Rahmenbedingungen auf Liegenschaften des Bundes spezifiziert. Insbesondere wird darin auch die baubegleitende Bestandsvermessung für Objekte festgeschrieben, welche nach Abschluss der Baumaßnahmen nicht mehr zugänglich sind, z. B. unterirdische Leitungen.

Im Kapitel Bestandsvermessung gemäß den Richtlinien für die Durchführung von Bauaufgaben des Bundes (RBBau) im Abschnitt H werden Regelungen getroffen, die sich sowohl auf die Liegenschafts- als auch auf die Gebäudebestandsvermessung beziehen. Dadurch soll ermöglicht werden, raumbezogene Informationen der Liegenschafts- und Gebäudebestandsdokumentation konsistent miteinander verknüpfen zu können; zudem sollen durch vermessungstechnische Leistungen die Grundlagen für die Unterstützung von zukünftigen Prozessen des Building Information Modelling (BIM) auf den Liegenschaften des Bundes geschaffen werden.

Seit der Einführung der 3. Auflage dieser Richtlinien im Jahre 2007 haben sich die geodätischen Mess- und Auswertetechniken kontinuierlich weiterentwickelt und neue Verfahren, wie z. B. das Terrestrische Laserscanning (TLS), in der Praxis etabliert. Diese Entwicklungen werden in der Überarbeitung der Hinweise zu den Messverfahren berücksichtigt. Dabei werden auch als Orientierungshilfe zur Vergabe von Vermessungsleistungen Anwendungsbeispiele für Messverfahren aufgeführt.

Mit der neu eingeführten Anlage zu fachspartenspezifischen Anforderungen wird dem gestiegenen Bedarf an Vermessungsleistungen im Zuge von Fachaufgaben Rechnung getragen. Die bisherigen Anlagen 2 bis 5, welche Beispiele und Vorlagen zur Erstellung von Festpunktnachweisen sowie Fotodokumentationen umfassen, werden zukünftig als Vorlagen zur BFR Verm auf den Internetseiten zu diesen Richtlinien ([www.bfrvermessung.de](http://www.bfrvermessung.de)) geführt.

Die vorliegende 4. Auflage der BFR Verm wurde durch die Geschäftsstelle des Bund-Länder-Arbeitskreises Vermessung mit enger fachlicher Begleitung des Arbeitskreises und dessen Arbeitsgruppe Fachthemen im Auftrag des Bundesministeriums des Innern, für Bau und Heimat erarbeitet.

# Inhaltsverzeichnis

<b>VORWORT ZUR 4. AUFLAGE</b>	<b>I</b>
<b>INHALTSVERZEICHNIS</b>	<b>III</b>
<b>1 ZIELSETZUNG UND GELTUNGSBEREICH</b>	<b>1</b>
<b>2 GRUNDSÄTZE</b>	<b>3</b>
2.1 Messverfahren und Messinstrumente	3
2.2 Messgenauigkeit	4
<b>3 GEODÄTISCHER RAUMBEZUG</b>	<b>6</b>
3.1 Grundsätze	6
3.2 Einrichten und Fortführen liegenschaftsbezogener Festpunktfelder	7
3.3 Liegenschaftsbezogenes Aufnahmepunktfeld (LAP-Feld)	8
3.3.1 Aufbau des LAP-Feldes	9
3.3.2 Punktnummerierung	10
3.3.3 Messungen zur Bestimmung der LAP	10
3.3.4 Berechnungsgrundsätze	11
3.3.5 Höhenbestimmung der LAP	12
3.3.6 Bestimmung von Sicherungspunkten	13
3.3.7 Wiederherstellen des LAP-Feldes	14
3.3.8 Erweiterung des LAP-Feldes	14
3.3.9 Nachweise des LAP-Feldes	15
3.4 Liegenschaftsbezogenes Höhenpunktfeld (LHP-Feld)	16
3.4.1 Aufbau des LHP-Feldes	16
3.4.2 Punktnummerierung	17
3.4.3 Messverfahren zur Bestimmung der LHP	18
3.4.4 Berechnungsgrundsätze	18
3.4.5 Fortführen des LHP-Feldes	19
3.4.6 Nachweise des LHP-Feldes	20
3.5 Sondernetze	21
3.6 Temporäre Anschlusspunkte	22
<b>4 PLANUNGSBEGLEITENDE UND BAUVERMESSUNG</b>	<b>23</b>
4.1 Grundsätze	23
4.2 Planungsbegleitende Vermessung	23
4.2.1 Grundlagenermittlung	24
4.2.2 Geodätischer Raumbezug	24
4.2.3 Vermessungstechnische Grundlagen	25
4.2.4 Digitales Geländemodell	25
4.3 Bauvermessung	26
<b>5 BESTANDSVERMESSUNG</b>	<b>27</b>
5.1 Grundsätze der Bestandsvermessung	27
5.2 Anlässe von Bestandsvermessungen	27
5.3 Messverfahren	28
5.4 Raumbezug	28
5.4.1 Lageanschluss	28
5.4.2 Höhenanschluss an Höhenfestpunkte	29

<b>5.5</b>	<b>Liegenschaftsbestandsvermessung</b>	<b>30</b>
5.5.1	Erfassen der Objektgeometrie und der Geländeoberfläche	30
5.5.2	Genauigkeit der Liegenschaftsbestandsvermessung	31
5.5.3	Messergebnisse, Berechnungen und Aufbereitung	31
5.5.4	Nachweise der Liegenschaftsbestandsvermessung	31
<b>5.6</b>	<b>Gebäudebestandsvermessung</b>	<b>33</b>
5.6.1	Grundsätze	33
5.6.2	Einheitlicher Raumbezug der Gebäudebestandsdokumentation	33
5.6.3	Inhalt und Struktur von Vermessungsergebnissen für die Gebäudebestandsdokumentation	34
5.6.4	Genauigkeit und Detailtiefe	34
<b>5.7</b>	<b>Fotodokumentation</b>	<b>37</b>
<b>6</b>	<b>DATENAUSTAUSCH</b>	<b>38</b>
<b>6.1</b>	<b>Grundsätze</b>	<b>38</b>
<b>6.2</b>	<b>Daten der Liegenschaftsbestandsdokumentation</b>	<b>39</b>
<b>6.3</b>	<b>Daten der Gebäudebestandsdokumentation</b>	<b>39</b>
<b>6.4</b>	<b>Orthophotopläne</b>	<b>40</b>
<b>6.5</b>	<b>Sonstige Vermessungsdaten</b>	<b>40</b>
<b>7</b>	<b>AUFBEWAHRUNG DER UNTERLAGEN</b>	<b>42</b>
<b>8</b>	<b>ABKÜRZUNGEN</b>	<b>43</b>
<b>9</b>	<b>BEZUGSDOKUMENTE</b>	<b>46</b>
 <b>ANLAGEN</b>		<b>49</b>
<b>A-1</b>	<b>ANWENDUNGEN GEODÄTISCHER MESS- UND ERFASSUNGSVERFAHREN AUF LIEGENSCHAFTEN DES BUNDES</b>	<b>50</b>
A-1.1	Grundsätze	50
A-1.2	Anwendungen terrestrischer und satellitengeodätischer Messverfahren	50
A-1.3	Typische Erfassungsmethoden zur Erreichung der geforderten Genauigkeiten	52
<b>A-2</b>	<b>MESSVERFAHREN DER SATELLITENGEODÄSIE</b>	<b>55</b>
A-2.1	Grundsätze und Begriffsbestimmungen	55
A-2.2	Planung und Durchführung von GNSS-Messungen	56
A-2.2.1	Planung	56
A-2.2.2	Durchführung	56
A-2.2.3	Prüfung der GNSS-Messungen	57
A-2.3	Anwendung von GNSS-Messverfahren	58
A-2.4	Nachweise für GNSS-Messungen	58
<b>A-3</b>	<b>TERRESTRISCHES LASERSCANNING</b>	<b>60</b>
A-3.1	Grundsätze	60
A-3.2	Anwendungsgebiete des TLS	60
A-3.2.1	3D-Erfassung von Bauwerks- und Gebäudebestand	60
A-3.2.2	Erfassung der Geländeoberfläche	61
A-3.2.3	Messprogramm für TLS-Messungen	61

---

<b>A-4</b>	<b>PHOTOGRAMMETRIE</b>	<b>64</b>
<b>A-4.1</b>	<b>Photogrammetrische Messverfahren</b>	<b>64</b>
<b>A-4.2</b>	<b>Luftbildphotogrammetrie</b>	<b>64</b>
A-4.2.1	Grundsätze	64
A-4.2.2	Pass- und Kontrollpunkte	65
A-4.2.3	Bildflug	65
A-4.2.4	Auswertungen	66
A-4.2.4.1	Georeferenzierung	66
A-4.2.4.2	Vektorformat	67
A-4.2.4.3	3D-Punktwolke	67
A-4.2.4.4	Digitale Oberflächenmodelle/Digitale Geländemodelle	67
A-4.2.4.5	Orthophotopläne	68
A-4.2.4.6	Luftbildinterpretation	69
A-4.2.5	Nachweise der Luftbildvermessung	69
<b>A-4.3</b>	<b>Nahbereichsphotogrammetrie</b>	<b>70</b>
A-4.3.1	Grundsätze	70
A-4.3.2	Pass- und Kontrollpunkte	70
A-4.3.3	Aufnahme der Bilder	71
A-4.3.4	Auswertungen	71
A-4.3.4.1	Orientierung und Georeferenzierung	71
A-4.3.4.2	3D-Punktwolke	72
A-4.3.4.3	Dreidimensionale Gebäudebestandsmodelle	72
A-4.3.4.4	Orthophotopläne/Orthophotos	73
A-4.3.4.5	Fassadenpläne im Vektorformat	73
A-4.3.5	Nachweise der Nahbereichsphotogrammetrie	73
<b>A-4.4</b>	<b>Airborne Laserscanning</b>	<b>74</b>
<b>A-5</b>	<b>FACHSPARTENSPEZIFISCHE ANFORDERUNGEN</b>	<b>75</b>
<b>A-5.1</b>	<b>Ortung unterirdischer Leitungen</b>	<b>75</b>
<b>A-5.2</b>	<b>Lokalisierung abwassertechnischer Anlagen</b>	<b>76</b>
	<b>IMPRESSUM</b>	<b>77</b>



# 1 Zielsetzung und Geltungsbereich

(1) Mit den Baufachlichen Richtlinien Vermessung (BFR Verm) werden die Anforderungen an Vermessungsleistungen im Zuge von Fachaufgaben gemäß den Richtlinien für die Durchführung von Bauaufgaben des Bundes (RBBau) geregelt.

(2) Die Vorgaben dieser Richtlinien umfassen alle Vermessungsleistungen auf Liegenschaften des Bundes für:

- die Planungsbegleitende und Bauvermessung gemäß RBBau im Abschnitt F und HOAI, in Anlage 1, Nr. 1.4,
- Überwachungsmessungen, insbesondere an Bauwerken und Gebäuden,
- die Erstellung und Fortführung der Bestandsdokumentation gemäß RBBau im Abschnitt H, insbesondere unter Berücksichtigung der Baufachlichen Richtlinien Liegenschaftsbestandsdokumentation (BFR LBestand) und der Baufachlichen Richtlinien Gebäudebestandsdokumentation (BFR GBestand),
- Vermessungsleistungen für Fachaufgaben im Zuge der Nutzung und Bewirtschaftung von Bundesliegenschaften sowie
- die vermessungstechnische Unterstützung von Eigentümeraufgaben.

(3) Diese Richtlinien sollen durch gesicherte, einheitliche Qualitätsstandards eine technisch präzise, wirtschaftliche und zeitgerechte Aufgabenerledigung auf der Grundlage von Vermessungsergebnissen ermöglichen.

(4) Die BFR Verm gelten grundsätzlich für militärische und zivile Liegenschaften des Bundes im Anwendungsbereich der RBBau. Sie können jedoch auch über diesen Geltungsbereich hinaus Anwendung finden.

(5) Diese Richtlinien sind auch für die Vermessung und digitale Bestandsdokumentation von Liegenschaften des Bundes im Ausland sowie Einsatzliegenschaften der Bundeswehr anzuwenden. Hierzu sind die nachfolgenden Regelungen sinngemäß, unter Berücksichtigung der Rahmenbedingungen vor Ort, zu nutzen.

**Regelungsumfang**

**Zielsetzung**

**Geltungsbereich**

**Anwendung auf Liegenschaften des Bundes im Ausland**

- 
- |   |  |
|---|--|
| <b>Räumliche Abgrenzung</b>               | (6) Die Vermessungsleistungen sind grundsätzlich auf die Liegenschaft zu begrenzen. Diese wird i. d. R. durch die Grenzen entsprechend dem amtlichen Kataster bestimmt. Bei Bedarf ist das Umfeld der Liegenschaft ebenfalls einzubeziehen. Liegenschaftsübergreifende bauliche Anlagen, z. B. Fernleitungen, sind von der lokalen Begrenzung ausgenommen. |
| <b>Sicherheit und Datenschutz</b>         | (7) Die Einhaltung sicherheitstechnischer und datenschutzrechtlicher Vorgaben ist jederzeit zu gewährleisten.  |
| <b>Aufgaben der Vermessungsverwaltung</b> | (8) Die Aufgaben der Vermessungs- und Katasterverwaltungen der Länder, im Folgenden Vermessungsverwaltung genannt, auf der Grundlage der jeweiligen Vermessungs- und Geoinformationsgesetze bleiben unberührt.   |

## 2 Grundsätze

### 2.1 Messverfahren und Messinstrumente

(1) Messverfahren und Messinstrumente sind so zu wählen, dass sie die Anforderungen der jeweiligen Aufgabenstellung erfüllen.

Dabei ist sicherzustellen, dass:

- die geforderten Genauigkeiten der Messergebnisse (Abschnitt 2.2) eingehalten werden,
- die Zuverlässigkeit der Messwerte, Schutz gegen grobe Fehler und systematische Abweichungen in den Messwerten (DIN 18710-1) gegeben sind,
- sie dem Stand der Technik entsprechen und wirtschaftlich sind sowie
- die Anforderungen an die Auswertung sowie die Aufbereitung der Messergebnisse erfüllt werden.

(2) Die verwendeten Messinstrumente sind zeitnah zur Erbringung der Vermessungsleistung, z. B. nach DIN 18723, zu überprüfen. Die Überprüfung ist nachzuweisen.

(3) An die Messwerte sind, soweit erforderlich, Korrekturen und Reduktionen zur Abbildung der Messergebnisse in die vorgegebenen einheitlichen räumlichen Bezugssysteme der Liegenschaft anzubringen.

(4) Spezielle Anforderungen an die Verwendung von Messverfahren sind in den Anlagen definiert.

(5) Die Anwendung bildgebender Messverfahren, z. B. Photogrammetrische Verfahren, Terrestrisches Laserscanning, Tachymetrie mit integrierter Kamera, ist insbesondere auf schutzbedürftigen Liegenschaften, z. B. militärischen Anlagen oder Liegenschaften mit besonderem Sicherheitsstatus, vorab sowohl durch die hausverwaltende als auch durch die nutzende Dienststelle unter Beteiligung der Bauverwaltung zu genehmigen.

(6) Für den Einsatz von unbemannten Fluggeräten (UAV) auf Liegenschaften des Bundes sind die luftverkehrsrechtlichen Vorschriften zu beachten; vorab sind Aufstiegsgenehmigungen sowohl bei der hausverwaltenden als auch der nutzenden Dienststelle einzuholen.

**Auswahl von Messverfahren und Messinstrumenten**

**Prüfen der Messinstrumente**

**Anbringen von Korrekturen und Reduktionen an die Messwerte**

**Spezielle Anforderungen an die Messverfahren**

**Genehmigung für die Anwendung bildgebender Messverfahren**

**Einsatz von unbemannten Fluggeräten (UAV)**

## 2.2 Messgenauigkeit

### Definition Messgenauigkeit

(1) Die Messgenauigkeit wird individuell für die einzelnen gemessenen Punkte in der Form einer einfachen Standardabweichung ( $1\sigma$ ) angegeben.

### Anpassen der Messgenauigkeit an die aufgabenspezifischen Anforderungen

(2) Die Messgenauigkeit ist jeweils an die Anforderungen der Aufgabenstellung anzupassen. Sie kann z. B. für Planungs- und Bauaufgaben aus den Toleranzen für Bauwerke und Gebäude gemäß DIN 18202 abgeleitet werden. Im Allgemeinen kann nach DIN 18710-1 angenommen werden:

$$\sigma_x \approx 0,2 \cdot T$$

Dabei stellen  $T$  die Gesamttoleranz und  $\sigma_x$  die Standardabweichung der Messgröße dar.

### Genauigkeitsklassifizierung für Objektpunkte

(3) Die Messgenauigkeit einzelner Objektpunkte werden in Anlehnung an DIN 18710-1 getrennt nach Lage und Höhe in Genauigkeitsklassen eingeteilt. Als Genauigkeitskriterien dienen die Standardabweichungen der Lagekoordinaten  $s_x, s_y$  sowie die Standardabweichung der Höhe  $s_H$ .

### Genauigkeitsklassifizierung der Lage

Lagegenauigkeitsklasse	Standardabweichung der Lage	Beispiele
OGL0	$0,150 \text{ m} < s_x, s_y \leq 1,000 \text{ m}$	unscharfe Objektgrenzen (z. B. Kontaminationsverdächtige Flächen)
OGL1	$0,050 \text{ m} < s_x, s_y \leq 0,150 \text{ m}$	Punkte im freien Gelände (z. B. Böschungspunkte)
OGL2	$0,015 \text{ m} < s_x, s_y \leq 0,050 \text{ m}$	Topographische Punkte
OGL3	$0,005 \text{ m} < s_x, s_y \leq 0,015 \text{ m}$	Eindeutig identifizierbare Punkte (z. B. Liegenschaftsbezogene Aufnahmepunkte - LAP)
OGL4	$0,0005 \text{ m} < s_x, s_y \leq 0,005 \text{ m}$	Punkte im Stahl- und Anlagenbau, Beweissicherung an Bauwerken und Gebäuden
OGL5	$s_x, s_y \leq 0,0005 \text{ m}$	Punkte der Maschinenvermessung, Bauwerks- punkte für Überwachungs- messungen

Höhengenauigkeitsklasse	Standardabweichung der Höhe	Beispiele
OGH0	$0,050 \text{ m} < s_H \leq 0,500 \text{ m}$	Geländeverlauf außerhalb bebauter Bereiche
OGH1	$0,020 \text{ m} < s_H \leq 0,050 \text{ m}$	Geländeverlauf innerhalb bebauter Bereiche
OGH2	$0,005 \text{ m} < s_H \leq 0,020 \text{ m}$	Topographische Punkte, Höhenverlauf befestigter Flächen
OGH3	$0,002 \text{ m} < s_H \leq 0,005 \text{ m}$	Eindeutig identifizierbare Punkte, z. B. Liegenschaftsbezogene Höhenfestpunkte - LHP
OGH4	$0,0005 \text{ m} < s_H \leq 0,002 \text{ m}$	Gleispunkte, Anschlusspunkte im Maschinen- und Anlagenbau
OGH5	$s_H \leq 0,0005 \text{ m}$	Ausrichtung von Anlagen, Überwachungsmessung an Objekten

## Genauigkeitsklassifizierung der Höhe

(4) Die Genauigkeitsanforderungen der Bestandsvermessung für die Liegenschaftsbestandsdokumentation sind im Detail im Katalogwerk zum Liegenschaftsbestandsmodell (Modellkatalog LgBestMod, Anhang zur BFR LBestand) festgelegt.

Genauigkeitsanforderungen  
Liegenschaftsbestandsvermessung

(5) Bei der Bestandsvermessung von Gebäuden sind für die Ableitung der Genauigkeitsanforderungen DIN 18202 sowie DIN 1356 maßgebend. Darüber hinaus können die Genauigkeitsklassen auf die Anforderungsdefinition für die Gebäudebestandsvermessung sinngemäß übertragen werden (Abschnitt 5.6).

Genauigkeitsanforderungen  
Gebäudebestandsvermessung

(6) Die Genauigkeitsklassen können auch zur Definition der Genauigkeitsanforderungen auf die Planungsbegleitende und Bauvermessung gemäß Kapitel 4 sinngemäß übertragen werden.

Genauigkeitsanforderungen  
Planungsbegleitende und Bauvermessung

## 3 Geodätischer Raumbezug

### 3.1 Grundsätze

#### Geodätischer Raumbezug

(1) Ein einheitlicher geodätischer Raumbezug bildet die Grundlage für alle Lage- und Höhenvermessungen auf Liegenschaften des Bundes. Er stellt für alle raumbezogenen Informationen die eindeutige Verbindung zwischen Fachinformation und räumlicher Lage her. Der einheitliche geodätische Raumbezug ist Voraussetzung für die aufgabenübergreifende, nachhaltige Verwendbarkeit raumbezogener Informationen (georeferenzierter Daten) auf Liegenschaften des Bundes.

#### Festpunktfelder

(2) Der einheitliche Raumbezug wird durch Anschluss der Vermessungen an Festpunktfelder auf den Liegenschaften realisiert. Entsprechend den örtlichen Gegebenheiten auf den Liegenschaften können dies sein:

- Festpunkte der Vermessungsverwaltung auf oder im Umfeld der Liegenschaft,
- Liegenschaftsbezogene Festpunkte (Liegenschaftsbezogene Aufnahmepunkte – LAP, Liegenschaftsbezogene Höhenfestpunkte – LHP) sowie
- Sondernetzpunkte für Planungs- und Bauaufgaben sowie für Überwachungsmessungen an Bauwerken und Gebäuden.

#### Einheitliches liegenschaftsbezogenes Raumbezugssystem

(3) Das einheitliche liegenschaftsbezogene Lagebezugssystem und das liegenschaftsbezogene Höhenbezugssystem bilden gemäß DIN EN ISO 19111 ein zusammengesetztes Koordinatenreferenzsystem, das einheitliche liegenschaftsbezogene Raumbezugssystem.

#### Satellitengestützte Messverfahren

(4) Zur Herstellung des einheitlichen Raumbezugs können bei Anwendungen satellitengestützter Positionierungsverfahren GNSS-Positionierungsdienste genutzt werden (Kapitel A-2 der Anlagen), sofern die Genauigkeitsanforderungen an die Vermessungsergebnisse damit erfüllt werden können.

#### Sondernetze

(5) Sondernetze sind lediglich dann anzulegen, wenn mit den vorhandenen liegenschaftsbezogenen und/oder amtlichen Festpunkten die Genauigkeitsanforderungen der jeweiligen Aufgabenstellung nicht erfüllt werden kann. Sondernetze sind grundsätzlich zwangsfrei an die Bezugssysteme der Liegenschaft anzuschließen.

(6) Die bei der Vermessungsverwaltung vorhandenen amtlichen geodätischen Bezugssysteme werden grundsätzlich innerhalb der Liegenschaft beibehalten. Weichen die einheitlichen liegenschaftsbezogenen Bezugssysteme für Lage und/oder Höhe von den amtlichen Bezugssystemen ab, so sind durch geeignete Mess- bzw. Transformationsverfahren die Vermessungsergebnisse in die liegenschaftsbezogenen Bezugssysteme zu überführen.

### 3.2 Einrichten und Fortführen liegenschaftsbezogener Festpunktfelder

(1) Liegenschaftsbezogene Festpunktfelder sind Verdichtungen der geodätischen Festpunktfelder der Vermessungsverwaltung innerhalb der Liegenschaften im Zuständigkeitsbereich der Bauverwaltung. Sie dienen bei Vermessungsleistungen auf Liegenschaften des Bundes als Anschlusspunkte zur Herstellung eines einheitlichen Raumbezugs.

(2) Liegenschaftsbezogene Festpunktfelder sind einzurichten und ggf. zu verdichten, wenn:

- für den Anschluss von Vermessungen auf oder im Umfeld der Liegenschaften nicht genügend Festpunkte der Vermessungsverwaltung vorhanden sind oder
- der Anschluss von Vermessungen an vorhandene Festpunktfelder nur mit einem nicht zu vertretenden wirtschaftlichen Aufwand möglich ist oder
- eine Verwendung temporärer Anschlusspunkte aufgrund der Genauigkeitsanforderungen an die jeweilige Vermessungsleistung ausgeschlossen ist.

(3) Einrichtung und Fortführung liegenschaftsbezogener Festpunktfelder sind Aufgaben der Bauverwaltung.

(4) Über die Festpunktfelder auf Liegenschaften des Bundes ist ein gesonderter Nachweis zu führen, im Folgenden Festpunktfeldnachweis genannt. Dieser enthält neben den liegenschaftsbezogenen Festpunkten auch die Festpunkte der Vermessungsverwaltung, welche für die Herstellung eines einheitlichen liegenschaftsbezogenen Raumbezugs als Anschlusspunkte verwendet wurden. Für die Führung des Festpunktnachweises sowie dessen Fortschreibung ist die Bauverwaltung zuständig.

(5) Die liegenschaftsbezogenen Festpunktfelder sind nicht Bestandteil der geodätischen Festpunktfelder der Vermessungsverwaltung.

**Amtliche geodätische Bezugssysteme**

**Definition liegenschaftsbezogener Festpunktfelder**

**Einrichtungsbedarf liegenschaftsbezogener Festpunktfelder**

**Zuständigkeit für Einrichtung liegenschaftsbezogener Festpunktfelder**

**Festpunktfeldnachweis**

**Abgrenzung gegenüber Festpunktfeldern der Vermessungsverwaltungen**

**Grundsatz der flächendeckenden Anlage**

(6) Liegenschaftsbezogene Festpunktfelder sind grundsätzlich flächendeckend für die gesamte Liegenschaft einzurichten. Nur in begründeten Ausnahmefällen ist die Einrichtung von Teilnetzen gestattet.

**Verdichtung amtlicher Festpunktfelder**

(7) Verdichtungen der geodätischen Festpunktfelder der Vermessungsverwaltung können innerhalb der Liegenschaften:

- durch die zuständige Vermessungsverwaltung oder
- im Einvernehmen mit dieser nach deren Vorschriften durch dafür befugte Vermessungsbüros oder
- durch sonstige befugte Stellen

ausgeführt werden.

Eine solche Verdichtung bietet sich insbesondere dann an, wenn Vermessungen zur Fortführung des Liegenschaftskatasters (z. B. Gebäudeaufnahme, Grenzfeststellung) anstehen. Für den Nachweis der Festpunkte und deren Fortschreibung ist dann die Vermessungsverwaltung zuständig.

**Führung der Koordinaten in mehreren Bezugssystemen**

(8) Bei Umstellung der räumlichen Bezugssysteme einer Liegenschaft, z. B. nach Einführung eines neuen amtlichen Lagebezugssystem der Vermessungsverwaltung, sind die Koordinaten der liegenschaftsbezogenen Festpunkte temporär sowohl im alten als auch neuen Bezugssystem zu führen und entsprechend kenntlich zu machen. Die Führung der Festpunktkoordinaten im alten Bezugssystem hat solange zu erfolgen, bis die Notwendigkeit einer weiteren Verwendung, insbesondere bei langfristigen Planungs- und Baumaßnahmen, ausgeschlossen werden kann.

### 3.3 Liegenschaftsbezogenes Aufnahmepunktfeld (LAP-Feld)

**Definition LAP-Feld**

(1) Das liegenschaftsbezogene Aufnahmepunktfeld (LAP-Feld) umfasst alle Lagefestpunkte innerhalb der Liegenschaften. Die Lagefestpunkte des LAP-Feldes heißen liegenschaftsbezogene Aufnahmepunkte (LAP). Das LAP-Feld bildet in der Örtlichkeit die Grundlage für alle Lagevermessungen in der Liegenschaft.

**Lagebezugssystem für die Liegenschaft**

(2) Die Lagekoordinaten der LAP sind in einem liegenschaftseinheitlichen Lagebezugssystem zu berechnen. Grundsätzlich sind die Lagekoordinaten im amtlichen Lagebezugssystem der Vermessungsverwaltung zu führen. Dazu ist ein kontrollierter Anschluss des LAP-Feldes an das amtliche geodätische Lagefestpunktfeld herzustellen.

(3) Lagefestpunkte der Vermessungsverwaltung sind vor der Verwendung als Anschlusspunkte nach den landesrechtlichen Vorschriften auf Lageidentität gegenüber den Nachweisen zu überprüfen. Lagefestpunkte der Vermessungsverwaltung mit veränderten Punktmarken dürfen nicht als Anschlusspunkte für die Bestimmung der LAP genutzt werden.

**Prüfen der Festpunktmarken der Vermessungsverwaltung**

### 3.3.1 Aufbau des LAP-Feldes

(1) Das LAP-Feld ist als geodätisches Lagenetz einzurichten. Beim Netzaufbau ist die Liegenschaftsentwicklung zu berücksichtigen.

**Netzaufbau**

(2) Der geplante Netzaufbau ist in einer LAP-Punktübersicht gemäß den Vorlagen zur BFR Verm nachzuweisen. Die Übertragung des geplanten LAP-Netzes in die Örtlichkeit darf erst nach Freigabe durch die Bauverwaltung erfolgen.

**Netzplanung und Freigabe**

(3) LAP sind so anzuordnen, dass:

**Punktanordnung**

- sie als Anschlusspunkte für die Vermessungen gemäß Kapitel 4 und 5 genutzt werden können,
- die LAP für kontrollierte „Freie Stationierungen“ verwendet werden können und
- sich auf den LAP möglichst satellitengeodätische Messungen durchführen lassen können.

Die Anzahl der Netzpunkte ist auf das fachlich notwendige Minimum zu beschränken.

(4) Die LAP sind als ober- oder unterirdische Bodenpunkte dauerhaft ungefährdet, einfach auffindbar und in aller Regel luftsichtbar durch Vermessungsmarken kenntlich zu machen. Die Vermessungsmarke soll den LAP in der Lage örtlich millimetergenau definieren und eine eindeutige Höhenbestimmung ermöglichen.

**Vermarkung**

Die LAP sind so anzulegen und zu vermarken, dass von ihnen keine Gefährdung ausgeht und eine langfristige Stabilität der räumlichen Punktlage gewährleistet werden kann. Der Verlauf unterirdischer Leitungen ist zu beachten.

(5) Zur leichteren und dauerhaften Überprüfung der Veränderung der Punktmarken werden mindestens zwei ungefährdete, lagebeständige, exzentrisch zum LAP angeordnete Sicherungspunkte (LSP) empfohlen (Ziffer 3.3.6).

**Sicherungspunkte**

**Topographische Einmessung** (6) LAP sowie ggf. die zugehörigen Sicherungspunkte sind so auf die Topographie im Umfeld der Punkte einzumessen, dass diese für spätere Verwendungen leicht wieder aufgefunden werden können. Die Ergebnisse der Einmessung sind in einem Einmessungsriss nachzuweisen, der Bestandteil der Festpunktbeschreibung (Vorlagen zur BFR Verm) ist.

**LAP-Übersicht** (7) Das LAP-Feld ist auf der Grundlage eines Übersichtsplanes der Liegenschaft gemäß den Vorlagen zur BFR Verm darzustellen. Die LAP-Übersicht ist Bestandteil des Festpunktfeldnachweises (Abschnitt 3.2).

### 3.3.2 Punktnummerierung

**Nummerierung der LAP** (1) Die LAP erhalten zur Identifizierung innerhalb einer Liegenschaft eindeutige Punktnummern. Vergebene Punktnummern sind als Bestandteil des LAP-Nachweises gesondert nachzuweisen. Einmal vergebene Punktnummern dürfen auch nach Löschung eines LAP aus dem LAP-Nachweis nicht wieder vergeben werden.

**Nummerierung der Lagefestpunkte der Vermessungsverwaltung** (2) Die zum Anschluss des LAP-Feldes genutzten Lagefestpunkte der Vermessungsverwaltung werden mit den amtlichen Punktnummern geführt. Für diese Punkte sind die Festpunktbeschreibungen der Vermessungsverwaltung in den Festpunktfeldnachweis zu übernehmen.

### 3.3.3 Messungen zur Bestimmung der LAP

**Zulässige Messverfahren** (1) Für die Koordinatenbestimmung der LAP sind alle Messverfahren zugelassen, mit denen die nachfolgend geforderten Genauigkeiten (Ziffer 3.3.4) eingehalten werden. Bei der Bestimmung der LAP mit satellitengestützten Messverfahren sind die Vorgaben des Kapitels A-2 der Anlagen zu beachten.

**Anlage der Messungen** (2) Messungen sind so anzulegen, dass die Ergebnisse zuverlässig kontrolliert und die Koordinaten der LAP im einheitlichen Lagebezugssystem der Liegenschaft berechnet werden können.

**Überprüfen der Anschlusspunktmarken** (3) Vor der Messung sind die Marken der Anschlusspunkte auf Lage- und Höhenidentität gegenüber den Nachweisen zu überprüfen. Die Überprüfung der Identität ist, wenn vorhanden, auf der Grundlage der Sicherungsmessungen oder über benachbarte Festpunkte durchzuführen. Die Überprüfung der Anschlusspunktmarken ist nachzuweisen.

### 3.3.4 Berechnungsgrundsätze

- (1) Für die Koordinatenberechnung der LAP sind die originären Messwerte wegen systematischer Messwerteeinflüsse zu korrigieren und auf die Bezugsfläche des einheitlichen Lagebezugssystems der Liegenschaft zu reduzieren (Höhen- und Projektionskorrekturen).
- (2) Die Koordinaten sind nach dem Verfahren der Netzausgleichung zu berechnen. Dabei sind die Standardabweichungen der Messungselemente und ggf. der Anschlusspunkte zu berücksichtigen.
- (3) Die Berechnung eines LAP-Netzes ist grundsätzlich flächendeckend für die gesamte Liegenschaft unter Einbeziehung aller Messwerte durchzuführen. Bei Teilnetzen ist sicherzustellen, dass Netzerweiterungen unter Einbeziehung vorhandener LAP-Netzausgleichungsergebnisse durchgeführt werden können. Die Koordinaten aus vorhandenen Berechnungen sind dabei als unveränderbar anzuhalten.
- (4) Das Einhalten vorgegebener Genauigkeiten ist auf der Grundlage einer freien Netzausgleichung zu prüfen. Die Ergebnisse der freien Netzausgleichung und die Einhaltung der Genauigkeiten sind nachzuweisen.

Die zulässige Standardabweichung ( $1\sigma$ ) der Lage eines ausgeglichenen LAP  $s_p$  darf nach der freien Netzausgleichung den zulässigen Betrag von:

$$s_p = \sqrt{s_x^2 + s_y^2} = 0,015 \text{ m}$$

nicht überschreiten.

- (5) Die Koordinaten der LAP sind grundsätzlich im Lagebezugssystem der Vermessungsverwaltung zu bestimmen.

Vor der Verwendung von Festpunkten der Vermessungsverwaltung ist die Konsistenz zwischen den Koordinaten der Nachweise und den Koordinaten der freien Netzausgleichung zu prüfen. Dazu ist die lineare Punktabweichung an den Anschlusspunkten zu berechnen. Die lineare Punktabweichung darf den zulässigen Betrag von:

$$Z_L = 0,030 \text{ m}$$

nicht überschreiten. Es dürfen lediglich konsistente Punkte der Vermessungsverwaltungen als Anschlusspunkte für das LAP-Netz verwendet werden.

Das LAP-Netz ist abschließend unter Zwang an das Lagebezugssystem der Vermessungsverwaltung anzuschließen. Dabei sind die

**Korrektion der Messwerte**

**Netzausgleichung**

**Umfang der Netzausgleichung**

**Prüfen der Genauigkeit**

**Anschluss an das amtliche Lagebezugssystem**

	Koordinaten der Anschlusspunkte in den Lagefestpunktfeldern der Vermessungsverwaltung als unveränderbar anzunehmen.
Durchführung und Nachweis der Berechnungen	(6) Alle Berechnungen sind so durchzuführen, dass sie nachvollziehbar und prüfbar sind. Durch das eingesetzte Berechnungsprogramm dürfen die Berechnungsergebnisse nicht verfälscht werden. Die Eingabedaten, die Berechnungsergebnisse sowie ggf. relevante Zwischenergebnisse der LAP-Berechnung sind in Berechnungsprotokollen nachzuweisen.
LAP-Beschreibung	(7) Werden die Genauigkeitsvorgaben dieses Kapitels eingehalten, sind die Berechnungsergebnisse in die Festpunktbeschreibungen gemäß den Vorlagen zur BFR Verm zu übernehmen.
	<b>3.3.5 Höhenbestimmung der LAP</b>
Grundsätze der LAP-Höhenbestimmung	(1) Zusätzlich zu den Lagekoordinaten sind für die LAP die Höhenkoordinaten zu bestimmen. Dadurch können die LAP für Höhenbestimmungen von Objektpunkten der Bestandsvermessung (Kapitel 5) genutzt werden.
Berechnung der Höhenkoordinaten	(2) Die Höhenbestimmung der LAP ist so durchzuführen, dass: <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Ergebnisse im einheitlichen Höhenbezugssystem der Liegenschaft dargestellt werden,</li> <li>• die Berechnungsergebnisse durchgreifend kontrolliert sind und</li> <li>• die Genauigkeiten der Höhenkoordinaten angegeben werden können.</li> </ul>
Genauigkeit von LAP-Höhenkoordinaten	(3) Die größte Standardabweichung der Höhenkoordinate eines LAP darf den zulässigen Betrag von: $s_H = 0,020 \text{ m}$ nicht überschreiten.
Nachweis der LAP-Höhenkoordinaten	(4) Die Höhenkoordinaten und ihre Standardabweichungen sind nachzuweisen. Diese Angaben sind in den Festpunktfeldnachweis (Abschnitt 3.2) zu übernehmen.

### 3.3.6 Bestimmung von Sicherungspunkten

(1) Bei optionaler Sicherung sind für jeden LAP mindestens zwei Sicherungspunkte (LSP) vorzusehen. Der LAP und seine Sicherungspunkte bilden eine LAP-Punktgruppe. Diese sind so einzu-bringen und zu bestimmen, dass:

- die Lage- und Höhenidentität der Punktmarken sowohl der LAP als auch seiner Sicherungspunkte in Bezug auf den Festpunktfeldnachweis überprüft werden kann und
- die Sicherungspunkte auch als Anschlusspunkte für Vermessungen gemäß Kapitel 4 und 5 genutzt werden können.

(2) Die Standorte der Sicherungspunkte sind so auszuwählen, dass sie nicht im gleichen Bereich wie die zugehörigen LAP liegen (z. B. Straßen- oder Wegekörper) und im Zuge von Baumaßnahmen nicht gleichzeitig zerstört werden.

(3) Sicherungsvermessungen sind zweifach unabhängig voneinander durchzuführen. Sie sind an das umgebende LAP-Feld anzuschließen.

(4) Die Ergebnisse der Sicherungsvermessungen sind in einem örtlichen rechtwinkligen Koordinatensystem zu berechnen, dessen Nullpunkt im zu sichernden LAP liegt und dessen Ordinatenachse durch einen benachbarten LAP verläuft. Die örtlichen Koordinaten sind auf die Standpunkthöhe zu beziehen.

(5) Die zulässigen Koordinatenabweichungen aus beiden Messungen betragen:

$$Z_X, Z_Y, Z_H = \pm 0,010 \text{ m}$$

(6) Die örtlichen Koordinaten aus der Sicherungsvermessung, deren Mittelwerte und die Einhaltung der vorgegebenen Genauigkeit sind nachzuweisen. Der Nachweis der Sicherungsvermessung ist Bestandteil des Festpunktfeldnachweises.

(7) Für die Sicherungspunkte sind nach den Berechnungsgrundsätzen für LAP (Ziffer 3.3.4) die Koordinaten im einheitlichen Raumbezugssystem der Liegenschaft zu berechnen und in den Festpunktfeldnachweis zu übernehmen.

**Grundsätze der Sicherungsvermessung**

**Anordnung der Sicherungspunkte**

**Sicherungsvermessungen**

**Koordinatenberechnung der Sicherungspunkte**

**Zulässige Koordinatenabweichungen**

**Nachweise der Sicherungsvermessung**

**Koordinatenberechnung der Sicherungspunkte in dem einheitlichen Raumbezugssystem der Liegenschaft**

<b>Ersetzen veränderter LAP</b>	<p><b>3.3.7 Wiederherstellen des LAP-Feldes</b></p> <p>(1) Veränderte, zerstörte oder beschädigte Punktmarken des LAP-Feldes werden durch neu zu bestimmende Punkte ersetzt. Eine Wiederherstellung von Punktvermarkungen nach den Nachweisen des LAP-Feldes darf nicht vorgenommen werden. Sicherungspunkte aus der zugehörigen LAP-Gruppe können nach Feststellung der Lagestabilität ggf. als Ersatz für die nicht mehr nutzbaren LAP verwendet werden.</p>
<b>Anlässe der LAP-Feld-Verdichtung</b>	<p><b>3.3.8 Erweiterung des LAP-Feldes</b></p> <p>(1) Das LAP-Feld ist zu verdichten, wenn für Vermessungen gemäß Kapitel 4 und 5 nicht genügend Anschlusspunkte vorhanden sind oder Punkte des LAP-Feldes nicht mehr genutzt werden können. Dabei sind die Vorgaben für die Einrichtung des LAP-Feldes zu berücksichtigen.</p>
<b>Berechnungsgrundsätze</b>	<p>(2) Bei der Berechnung der Lagekoordinaten neuer LAP im Bezugssystem der Liegenschaft sind die Messungen unter Zwang an das vorhandene LAP-Feld anzuschließen. Dabei sind die Koordinaten der Anschlusspunkte als unveränderbar anzuhalten.</p> <p>Für die Höhenbestimmung der LAP ist ein kontrollierter Anschluss der Messungen an Anschlusspunkte mit Koordinaten im Höhenbezugssystem der Liegenschaft herzustellen. Die Koordinaten der Anschlusspunkte sind dabei als unveränderlich anzunehmen und die Abweichungen an den Anschlusspunkten auf die Neupunkte zu verteilen (Nachbarschaftstreue Anpassung).</p>
<b>Genauigkeit nachträglich eingeschalteter LAP</b>	<p>(3) Die Standardabweichung einer Lagekoordinate eines neu eingeschalteten LAP in Bezug auf die vorhandenen Punkte des LAP-Feldes darf den zulässigen Betrag von:</p> $s_x, s_y = 0,010 \text{ m}$ <p>nicht überschreiten. Die maximale Standardabweichung der Höhenkoordinate darf nicht größer sein als:</p> $s_H = 0,020 \text{ m}$
<b>Fortführen der LAP-Übersicht</b>	<p>(4) Bei Erweiterung des LAP-Feldes ist die LAP-Übersicht fortzuführen. Die Änderungen sind jeweils auf einer Kopie einzutragen und nach Überprüfung in das Original zu übernehmen.</p>
<b>Nachweis der Ergebnisse</b>	<p>(5) Die Ergebnisse der Koordinatenberechnung neuer LAP sind gemäß Ziffer 3.3.9 nachzuweisen.</p>
<b>LAP-Beschreibung</b>	<p>(6) Für jeden neuen LAP ist eine Festpunktbeschreibung gemäß den Vorlagen zur BFR Verm anzufertigen.</p>

### 3.3.9 Nachweise des LAP-Feldes

(1) Zum LAP-Feld sind folgende Nachweise vorzulegen:

**Umfang der Nachweise**

- LAP-Übersicht,
- Liste der verwendeten Punktnummern,
- Anschlusspunkte der Vermessungsverwaltung (Punktnummer, Koordinaten),
- Konsistenzprüfung der Anschlusspunkte gegenüber den Angaben aus den Nachweisen,
- LAP-Netzausgleichung und
- Festpunktbeschreibung.

(2) Für Vermessungs- und Berechnungsergebnisse ist durch den verantwortlichen Vermessungsingenieur durch Unterschrift zu bestätigen, dass die Nachweise:

**Bestätigen der Nachweise**

- den Anforderungen dieser Richtlinien,
- den Regeln der Vermessungstechnik und
- ggf. den landesrechtlichen Vorschriften

entsprechen.

(3) Die Nachweise gemäß Absatz (1) sind durch die Bauverwaltung zu prüfen auf:

**Prüfen der Nachweise**

- Einhaltung der LAP-Netzplanung,
- Vollständigkeit der Vermessungs- und Berechnungsergebnisse,
- Bestätigung der Richtigkeit durch den Verfasser,
- Nummerierung der LAP und ggf. der Sicherungspunkte,
- Einhaltung der zulässigen Abweichungen und
- Verwendung einheitlicher Lage- und Höhenbezugssysteme bei LAP und Anschlusspunkten der Vermessungsverwaltung.

Die Prüfung ist aktenkundig zu machen.

(4) Die Unterlagen werden zeitgerecht fortgeschrieben und dauerhaft im Festpunktfeldnachweis geführt.

**Festpunktfeldnachweis**

(5) Können Punkte des LAP-Feldes als Anschlusspunkte für Vermessungen aufgrund von Verlust oder Beschädigung der Punktmarke nicht mehr genutzt werden, ist dies in der zugehörigen Festpunktbeschreibung eindeutig kenntlich zu machen. Derartige Festpunktbeschreibungen sind gemäß den Aufbewahrungsfristen (Kapitel 7) weiterhin im Festpunktfeldnachweis zu belassen. Aus der LAP-Übersicht sind diese Punkte zu löschen.

**Fortführen der LAP-Feld-Nachweise**

### 3.4 Liegenschaftsbezogenes Höhenpunktfeld (LHP-Feld)

- Definition LHP-Feld** (1) Das liegenschaftsbezogene Höhenpunktfeld (LHP-Feld) umfasst alle Höhenfestpunkte innerhalb der Liegenschaft. Die Punkte des LHP-Feldes heißen liegenschaftsbezogene Höhenfestpunkte (LHP). Das LHP-Feld bildet die Grundlage für Höhenbestimmungen in der Liegenschaft.
- Liegenschaftseinheitliches Höhenbezugssystem** (2) Die Höhenkoordinaten der LHP werden in einem liegenschaftseinheitlichen Höhenbezugssystem berechnet. Dabei ist grundsätzlich das amtliche geodätische Höhenbezugssystem der Vermessungsverwaltung zugrunde zu legen.
- Nachweis des LHP-Feldes** (3) Über die LHP wird ein gesonderter Nachweis gemäß Abschnitt 3.2 geführt.
- Anschluss an das amtliche Höhenbezugssystem der Vermessungsverwaltung** (4) Zur Einbindung des LHP-Feldes in das Höhenbezugssystem der Vermessungsverwaltung ist dieses über mindestens zwei Höhenfestpunkte in oder im Umfeld der Liegenschaft anzuschließen. Die Koordinaten der Anschlusspunkte müssen im gleichen Bezugssystem geführt sein.
- Prüfen der Anschlusspunkte** (5) Die Marken der Höhenfestpunkte sind vor der Verwendung als Anschlusspunkte für das LHP-Feld nach den landesrechtlichen Vorschriften auf Höhenidentität in Bezug auf die Nachweise zu überprüfen. Es dürfen nur Punkte mit unveränderten Punktmarken als Anschlusspunkte verwendet werden.
- Festlegung des Höhenbezugssystems mittels GNSS-Messungen** (6) Ist für Liegenschaften außerhalb von Ortslagen der Anschluss des LHP-Feldes an Höhenfestpunkte der Vermessungsverwaltung durch geometrisches Nivellement gemäß Ziffer 3.4.3 aus wirtschaftlichen Gründen nicht zu vertreten, kann das Höhenbezugssystem der Liegenschaft aus GNSS-Messungen festgelegt werden. Dazu sind die Vorgaben im Kapitel A-2 der Anlagen zu berücksichtigen.

#### 3.4.1 Aufbau des LHP-Feldes

- Netzaufbau LHP-Feld** (1) Das LHP-Feld wird grundsätzlich flächendeckend für jede Liegenschaft eingerichtet. Ausnahmen werden nur in begründeten Fällen zugelassen.
- Netzplanung und Freigabe** (2) Für den geplanten Netzaufbau und den Anschluss an das Höhenfestpunktfeld der Vermessungsverwaltung ist eine LHP-Übersicht gemäß den Vorlagen zur BFR Verm unter Berücksichtigung der Liegenschaftsentwicklung aufzustellen. Die Übertragung des geplanten LHP-Netzes in die Örtlichkeit darf erst nach Freigabe durch die Bauverwaltung erfolgen.

(3) Die Abstände der LHP sind den baulichen Gegebenheiten der Liegenschaft anzupassen und vor der Netzplanung mit der bauverwaltenden Dienststelle abzustimmen.

**Punktabstände der LHP**

(4) Die Lage der LHP ist so zu wählen, dass:

**Standortkriterien für LHP**

- eine optimale, dauerhafte Standfestigkeit gegeben ist,
- Höhenänderungen durch Grundwasserschwankungen ausgeschlossen werden können,
- die Punkte vorzugsweise an ungefährdeten, standortsicheren Gebäuden und Bauwerken angebracht werden,
- eine Nivellierlatte aufgehoben werden kann und
- weitere Messungen einfach angeschlossen werden können.

(5) Die Punkte des LHP-Feldes werden vorzugsweise durch Höhenbolzen nach DIN 18708 vermarktet. Die Einbringung besonderer Punktträger, z. B. tiefgegründete Ramppfähle für Überwachungsmessungen, ist vorab mit der Bauverwaltung abzustimmen. Dabei sind die Vorgaben in DIN 18710-1 und des DVW-Merkblatts 8-2014 zu beachten.

**Vermarktungsarten für LHP**

(6) Die LHP sind topographisch so einzumessen, dass sie für die weitere Verwendung in der Örtlichkeit leicht aufgefunden werden können. Die Ergebnisse der Einmessung sind in der Festpunktbeschreibung (Vorlagen zur BFR Verm) nachzuweisen.

**Topographische Einmessung**

(7) Auf der Grundlage einer Übersichtskarte der Liegenschaft sind die LHP als LHP-Übersicht (Vorlagen zur BFR Verm) darzustellen. Dazu sind die Lagekoordinaten der LHP im liegenschaftsbezogenen Lagebezugssystem zu bestimmen. Die LHP-Übersicht ist nachzuweisen.

**LHP-Übersicht**

### 3.4.2 Punktnummerierung

(1) Die LHP erhalten zur Identifizierung Punktnummern, die für die Liegenschaft eindeutig zu vergeben sind. Vergebene Punktnummern der LHP sind als Bestandteil des Festpunktfeldnachweises gesondert zu führen.

**Nummerierung der LHP**

Einmal vergebene Punktnummern dürfen auch nach Löschung eines LHP aus dem Festpunktfeldnachweis nicht wieder vergeben werden.

(2) Höhenfestpunkte der Vermessungsverwaltung, die als Anschlusspunkte für das LHP-Netz dienen, werden mit den amtlichen Punktnummern geführt.

**Nummerierung von Höhenfestpunkten der Vermessungsverwaltung**

### 3.4.3 Messverfahren zur Bestimmung der LHP

#### Messverfahren

(1) Die Höhen der LHP werden in der Regel durch geometrisches Nivellement bestimmt. Die LHP sind dabei als Wechsellpunkte im Nivellements zug anzuordnen und durch Doppelmessungen (Hin- und Rückweg) zu bestimmen. Die Verwendung anderer Messverfahren für die LHP-Höhenbestimmung ist mit der Bauverwaltung abzustimmen.

(2) Bei der Bestimmung der LHP dürfen folgende Fehlergrenzen nicht überschritten werden:

- Widerspruch des Hin- und Rücknivellements zwischen zwei aufeinanderfolgenden LHP:

#### Zulässiger Streckenwiderspruch

$$Z_s = \pm 0,005 \cdot \sqrt{R} \text{ m}$$

- Abweichungen zwischen dem Höhenunterschied aus der Messung und dem vorgegebenen Höhenunterschied aus zwei Anschlusspunkten:

#### Zulässige Abweichung eines Höhenunterschieds

$$Z_H = \pm (0,002 + 0,005 \cdot \sqrt{R}) \text{ m}$$

Hierin ist R die Länge der Nivellementsstrecke (einfacher Weg) in Kilometer.

### 3.4.4 Berechnungsgrundsätze

#### Korrektion und Reduktion der Messwerte

(1) Für die Berechnung der Höhen der LHP sind die gemessenen Höhenunterschiede wegen systematischer Messwerteeinflüsse zu korrigieren und auf das einheitliche Höhenbezugssystem der Liegenschaft zu reduzieren.

Bei geometrischen Nivellements ist das durchschnittliche Lattenmeter zu bestimmen und die Korrekturen sind an die Ablesungen anzubringen. Eine Teilstrichkorrektur ist im LHP-Netz nicht erforderlich.

#### Höhennetzausgleichung

(2) Die Höhen der LHP werden grundsätzlich nach dem Verfahren der Netzausgleichung bestimmt. Dabei werden die Standardabweichungen der Messungselemente und ggf. der Anschlusspunkte in die Berechnung einbezogen.

#### Umfang der Netzausgleichung

(3) Die Berechnung des LHP-Netzes wird flächendeckend für die gesamte Liegenschaft unter Einbeziehung aller Messungselemente durchgeführt. Bei Abweichungen von der Flächendeckung ist sicherzustellen, dass bei Netzerweiterungen vorhandene LHP-Netzausgleichungen einbezogen werden. Bei Netzerweiterungen sind grundsätzlich vollständige Nivellementsschleifen zu bestimmen.

(4) Durch eine freie Netzausgleichung mit Lagerung auf den Anschlusspunkten (Datumspunkte) ist die Konsistenz der Messungen zu den Anschlusspunkten zu überprüfen. Dabei dürfen die Höhenabweichungen an den Anschlusspunkten jeweils den zulässigen Betrag von:

$$Z_H = 0,010 \text{ m}$$

nicht überschreiten.

(5) Die Berechnungen der LHP-Netzausgleichung werden anschließend unter Zwang an die Höhenfestpunkte der Vermessungsverwaltung angeschlossen.

(6) Die folgende zulässige Standardabweichung einer ausgeglichenen LHP-Höhe ist einzuhalten:

$$s_H = 0,005 \text{ m}$$

(7) Alle Berechnungen sind so durchzuführen, dass sie nachvollziehbar und prüfbar sind. Eingabedaten, Berechnungsergebnisse sowie relevante Zwischenergebnisse sind nachzuweisen.

### 3.4.5 Fortführen des LHP-Feldes

(1) Das LHP-Feld ist durch neue LHP zu verdichten, wenn für Detailvermessungen nicht genügend Anschlusspunkte vorhanden sind oder vorhandene LHP aufgrund von Veränderungen nicht mehr genutzt werden können. Neue LHP sind topographisch einzumessen und es ist eine Festpunktbeschreibung (Vorlagen zur BFR Verm) anzufertigen. Die LHP-Übersicht ist zu ergänzen.

(2) Messungen zur Einschaltung neuer LHP in das LHP-Netz sind an mindestens zwei Höhenanschlusspunkte, benachbarte LHP oder ggf. Höhenfestpunkte der Vermessungsverwaltung, anzuschließen. Die neu zu bestimmenden LHP werden als Knotenpunkte in die Nivellementslinien eingebunden.

(3) Die Höhen neuer LHP im Höhenbezugssystem der Liegenschaft werden nach den Grundsätzen in Ziffer 3.3.4 berechnet.

(4) Bei der Einschaltung neuer LHP sind die Fehlergrenzen und zulässigen Genauigkeiten gemäß den Ziffern 3.3.3 und 3.3.4 einzuhalten.

(5) Die Berechnungsergebnisse neuer LHP sind gemäß Ziffer 3.4.6 nachzuweisen.

Kontrolle der Konsistenz der Messungen zu den Anschlusspunkten

Anschluss an Höhenfestpunkte der Vermessungsverwaltung

Zulässige Höhenunsicherheit

Nachweis der Berechnungsergebnisse

Anlässe für Verdichtungen des LHP-Feldes

Einbinden in vorhandene Höhenetze

Netzausgleichung

Genauigkeiten

Nachweise

**Behandlung veränderter LHP**

(6) Bei signifikanter Höhenveränderung, Beschädigung oder Verlust der Punktmarke darf der LHP als Anschlusspunkt für Vermessungen nicht weiterverwendet werden. Die Punktmarke ist in Abstimmung mit der Bauverwaltung zu entfernen. Die Angaben des LHP sind im Festpunktfeldnachweis als historisch zu kennzeichnen. Veränderte LHP sind in Absprache mit der Bauverwaltung durch neue Punkte zu ersetzen. Veränderte LHP sind aus der LHP-Übersicht zu entfernen.

**3.4.6 Nachweise des LHP-Feldes****Umfang der Nachweise**

(1) Zum LHP-Feld sind folgende Nachweise vorzulegen:

- LHP-Übersicht (Vorlagen zur BFR Verm),
- Liste der verwendeten Punktnummern,
- Anschlusspunkte der Vermessungsverwaltung (Punktnummer, Höhen, Bezugssystem),
- Ergebnisse LHP-Netzausgleichung, einschließlich der Angabe des Höhenbezugssystems für die Höhenkoordinaten und
- Festpunktbeschreibungen (Vorlagen zur BFR Verm).

**Bestätigen der Nachweise**

(2) Für die Vermessungs- und Berechnungsergebnisse ist durch den verantwortlichen Vermessungsingenieur mit Unterschrift zu bestätigen, dass die Nachweise:

- den Anforderungen dieser Richtlinien,
- den Regeln der Vermessungstechnik und
- ggf. den landesrechtlichen Vorschriften

entsprechen.

**Prüfen der Nachweise**

(3) Die Nachweise nach Absatz (1) sind durch die Bauverwaltung zu prüfen auf:

- Einhaltung der genehmigten LHP-Netzplanung,
- Vollständigkeit der Vermessungs- und Berechnungsergebnisse,
- Bestätigung der Richtigkeit durch den Verfasser,
- Nummerierung der LHP,
- Einhaltung der geforderten Genauigkeiten und Fehlergrenzen sowie
- Angabe und Verwendung eines einheitlichen Höhenbezugssystems für die LHP und die Anschlusspunkte der Vermessungsverwaltung.

Die Prüfung ist aktenkundig zu machen.

(4) Die Unterlagen werden zeitgerecht und fortlaufend in einem gesonderten Festpunktfeldnachweis geführt.

**Festpunktfeldnachweis**

(5) Bei Erweiterung des LHP-Feldes durch Einschaltung neuer LHP sind:

**Nachweise zur Fortführung des LHP-Feldes**

- die Fortschreibung der LHP-Übersicht,
- die Fortschreibung der Liste der verwendeten Punktnummern,
- die LHP-Netzausgleichung der Neupunkte und
- die Festpunktbeschreibungen der Neupunkte

nachzuweisen.

### 3.5 Sondernetze

(1) Erfüllen die auf der Liegenschaft eingerichteten Festpunktfelder (LAP, LHP, Festpunkte der Vermessungsverwaltung) nicht die Anforderungen einer speziellen Vermessungsleistung, z. B. Überwachungsmessungen an Bauwerken und Gebäuden, sind geodätische Sondernetze im betroffenen Liegenschaftsbereich einzurichten.

**Veranlassung zur Einrichtung von Sondernetzen**

(2) Für die Anlage von Sondernetzen ist ein Messprogramm gemäß DIN 18710-1 aufzustellen, welches die Anforderungen an das Netz vollumfänglich beschreibt. Das Messprogramm ist mit der Bauverwaltung abzustimmen. Sicherheitstechnische Vorgaben, u. a. der Verlauf unterirdischer Leitungen, sind vorab zu prüfen und die Einhaltung nachzuweisen.

**Messprogramm**

(3) Zur Herstellung eines einheitlichen, übergeordneten Raumbezugs sind Sondernetze i. d. R. mit Hilfe von Verfahren der Ausgleichsrechnung bzw. überbestimmten Koordinatentransformation zwangsfrei an die LAP- bzw. LHP-Felder der Liegenschaft bzw. Festpunkte der Vermessungsverwaltung anzuschließen.

**Raumbezug für Sondernetze**

(4) Die Vermarkung von Sondernetzen ist an die Anforderungen der Fachaufgabe anzupassen. Erfüllen Sondernetzpunkte mindestens die Anforderungen an das LAP- bzw. LHP-Feld der Liegenschaft, insbesondere in Bezug auf Genauigkeiten und Stabilität der Vermarkungen, ist eine Übernahme der Sondernetzpunkte in die liegenschaftsbezogenen Festpunktfelder zu prüfen.

**Vermarkung**

(5) Nachweise und Prüfkriterien für Sondernetze werden im Messprogramm festgelegt.

**Nachweise und Prüfkriterien für Sondernetze**

### 3.6 Temporäre Anschlusspunkte

#### Zweck temporärer Anschlusspunkte

(1) Zur Herstellung des einheitlichen, liegenschaftsbezogenen Raumbezugs von Vermessungsleistungen (Kapitel 3) können temporäre Anschlusspunkte genutzt werden, deren Koordinaten vornehmlich mit satellitengeodätischen Messverfahren unter Beachtung der Vorgaben im Kapitel A-2 der Anlagen bestimmt werden. Nach Abschluss der Vermessungsleistung sind die Vermarkungen der temporären Anschlusspunkte zu entfernen. Eine Übernahme der Punkte in den Festfeldnachweis der Liegenschaft erfolgt nicht.

#### Koordinatenbestimmung temporärer Anschlusspunkte

(2) Für die Bestimmung der Lage- und Höhenkoordinaten der temporären Anschlusspunkte sind die Grundsätze der LAP-Bestimmung (Abschnitt 3.2) einzuhalten. Dabei ist sicherzustellen, dass die Koordinaten der temporären Anschlusspunkte die Anforderungen der sich daran anschließenden Vermessungsleistung vollumfänglich erfüllen. Anderenfalls sind vorhandene LAP- und LHP-Felder gemäß Kapitel 3 zu verdichten oder ggf. neu einzurichten.

#### Vermarkung temporärer Anschlusspunkte

(3) Bei Bedarf sind die temporären Anschlusspunkte zu vermarken, damit diese für Anschlussmessungen mit anderen Messverfahren verwendet werden können. Die Vermarkung ist so vorzunehmen, dass diese für die Dauer der daran angeschlossenen Vermessungen stabil sind und die Punktvermarkung die Herstellung des Raumbezugs mit ausreichender Genauigkeit gewährleistet.

#### Kontrollmessungen

(4) Die Wahrung des einheitlichen, liegenschaftsbezogenen Raumbezugs der temporären Anschlusspunkte ist sicherzustellen durch Kontrollmessungen zu bereits vorhandenen Festpunkten des LAP-Feldes bzw. zu Festpunkten der Vermessungsverwaltung vor oder nach Abschluss der Vermessungen. Die Ergebnisse der Kontrollmessungen, insbesondere die Einhaltung der zulässigen Abweichungen an den Kontrollpunkten gemäß den Abschnitten 3.3 und 3.4, sind nachzuweisen.

## 4 Planungsbegleitende und Bauvermessung

### 4.1 Grundsätze

(1) Vermessungsleistungen zur Planung und Bauausführung von Bauwerken sind projektbezogen und in der Honorarordnung für Architekten und Ingenieure (HOAI, Anlage 1, Nr. 1.4) näher beschrieben und geregelt. Sie gliedern sich in zwei Leistungsbilder:

- die "Planungsbegleitende Vermessung" für die Planung und den Entwurf von Gebäuden, Ingenieurbauwerken und Verkehrsanlagen sowie
- die "Bauvermessung" für die Bauausführung und die vermessungstechnische Bauüberwachung dieser Objekte.

(2) Die RBBau enthalten im VM9 das entsprechende Vertragsmuster Ingenieurvermessung auf der Grundlage der HOAI sowie Hinweise zur Beauftragung derartiger Vermessungsleistungen.

Leistungsbilder

Vertragsmuster Ingenieurvermessung

### 4.2 Planungsbegleitende Vermessung

(1) Die Planungsbegleitende Vermessung stellt dem Planer für den Entwurf von Gebäuden, Ingenieurbauwerken und Verkehrsanlagen die Vermessungsergebnisse in digitaler oder analoger Form zur Verfügung.

(2) Sofern eine Bestandsdokumentation im Sinne der BFR LBestand oder der BFR GBestand vorhanden ist, ist nach deren Prüfung auf Richtigkeit und Vollständigkeit darauf zurückzugreifen und diese ggf. nach Anforderung des Projekts oder des erforderlichen Maßstabs durch Ergänzungsmessung zu vervollständigen.

(3) Es ist zu prüfen, ob für den jeweils konkreten Einzelfall alle in diesem Leistungsbild enthaltenen Leistungen benötigt werden. So kann z. B. vor allem im innerstädtischen Bereich ein ausreichendes Festpunktfeld vorhanden sein.

(4) Im Übrigen gelten für die Planungsbegleitende Vermessung dieselben Verfahrensregelungen wie in den Kapiteln 2, 3 und 5 dieser Richtlinien beschrieben.

Definition Planungsbegleitende Vermessung

Verwendung der Liegenschaftsbestandsdokumentation für Planungsaufgaben

Prüfen des Leistungsumfangs

Verfahrensregeln für Planungsbegleitende Vermessung

<b>Umfang der Grundlagenermittlung</b>	<p><b>4.2.1 Grundlagenermittlung</b></p> <p>(1) Die Grundlagenermittlung umfasst die Grundleistungen und besonderen Leistungen der Leistungsphase 1 der HOAI Anlage 1, Nr. 1.4.4. Zusätzlich sind auf Liegenschaften des Bundes zu beachten:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nachweise der Liegenschaftsbestandsdokumentation,</li> <li>• Nachweise der Gebäudebestandsdokumentation,</li> <li>• Nachweise der liegenschaftsbezogenen Festpunktfelder (LAP, LHP) und</li> <li>• Einholung sicherheits- und datenschutztechnischer Genehmigungen, insbesondere auf militärischen Liegenschaften.</li> </ul>
<b>Anschluss der Messungen an Liegenschaftsbezogene Festpunktfelder</b>	<p><b>4.2.2 Geodätischer Raumbezug</b></p> <p>(1) Sofern in der Liegenschaft für die Herstellung eines einheitlichen geodätischen Raumbezugs bereits liegenschaftsbezogene Festpunktfelder (LAP-, LHP-Feld) eingerichtet wurden, sind Planungsbegleitende Vermessungen grundsätzlich an diese anzuschließen.</p>
<b>Prüfen und Verdichten der Liegenschaftsbezogenen Festpunkte</b>	<p>(2) Liegenschaftsbezogene Festpunkte sind vor der Verwendung gemäß den Vorgaben des Kapitels 3 zu prüfen und ggf. aufgabenbezogen zu verdichten.</p>
<b>Einrichten von Sondernetzen für die Planungsbegleitende Vermessung</b>	<p>(3) Können mit den vorhandenen liegenschaftsbezogenen Festpunktfeldern die Genauigkeitsanforderungen der jeweiligen Planungsaufgabe nicht erfüllt werden, sind lokale, auf das Planungsgebiet begrenzte Sondernetze einzurichten. Dabei sind vorhandene Festpunkte gemäß Kapitel 3 in die Messungen einzuschließen und die Sondernetze in aller Regel zwangsfrei und überbestimmt an die liegenschaftsbezogenen Festpunktfelder anzuschließen.</p>
<b>Berechnung der Koordinaten von Sondernetzen in einem lokalen, maßstabfreien Bezugssystem</b>	<p>(4) Überschreiten die maßstäblichen Verzerrungen aus der Höhen- und Projektionskorrektur der Koordinaten im einheitlichen, liegenschaftsbezogenen Raumbezugssystem die Toleranzvorgaben der Planungsaufgabe, ist für die Planungsaufgabe ein lokales verzerrungsfreies Bezugssystem (Maßstab gleich 1) herzustellen. Für eine spätere kontrollierte Rücktransformation der Ergebnisse der Planungsbegleitenden Vermessung in das übergeordnete einheitliche Bezugssystem der Liegenschaft sind Verknüpfungspunkte, deren Koordinaten in beiden Bezugssystemen bestimmt sind, in ausreichender Anzahl und räumlich um das Transformationsgebiet verteilt zu bestimmen.</p>

### 4.2.3 Vermessungstechnische Grundlagen

(1) Die in der Leistungsphase 3 der Planungsbegleitenden Vermessung (HOAI, Anlage 1, Nr. 1.4) aufgeführten Leistungen sind auf der Grundlage der Liegenschaftsbestandsdokumentation und ggf. der Gebäudebestandsdokumentation durchzuführen, sofern diese für das Planungsgebiet bereits vorhanden sind. Deshalb sind die erforderlichen Leistungen auf der Grundlage von Auszügen aus den Bestandsdokumentationen vorab festzulegen und diese Daten projektbezogen zu ergänzen.

**Verwendung der Bestandsdokumentationen als Planungsgrundlage und projektbezogene Ergänzung**

(2) Eine Aktualisierung der Bestandsdokumentationen auf der Grundlage der projektbezogenen Aktualisierungen und Ergänzungen ist anzustreben. Dazu notwendige Leistungen sind vorab festzulegen.

**Aktualisierung der Bestandsdokumentationen durch Ergebnisse der Planungsbegleitenden Vermessung**

### 4.2.4 Digitales Geländemodell

(1) Gemäß den Vorgaben des Kapitels 5 ist durch die Bestandsvermessung die Geländeoberfläche der Liegenschaft so zu erfassen, dass ein Digitales Geländemodell daraus abgeleitet werden kann.

**Verwendung der Daten der Liegenschaftsbestandsdokumentation zur Erstellung eines digitalen Geländemodells**

(2) Deshalb ist für das Planungsgebiet zunächst zu prüfen, ob aus den vorhandenen Daten der Liegenschaftsbestandsdokumentation ein anforderungsgerechtes Digitales Geländemodell abgeleitet werden kann. Dabei sind die vorhandenen Daten insbesondere nach folgenden Kriterien zu prüfen:

**Prüfen der Daten der Liegenschaftsbestandsdokumentation**

- ausreichende Höheninformationen, um ein digitales Geländemodell zu erstellen,
- repräsentative Verteilung der Höhenpunkte, um die Geländeoberfläche charakteristisch beschreiben zu können und
- Erfüllung der Anforderungen der Planungsaufgabe hinsichtlich Punktdichte und Höhengenaugigkeit.

(3) Sind Ergänzungen und/oder Aktualisierungen der vorhandenen Daten erforderlich, werden die zugehörigen Messungen im Zuge der Leistungen zur HOAI Leistungsphase 3 „Vermessungstechnische Grundlagen“ erbracht.

**Ergänzung und Aktualisierung der Daten aus der Liegenschaftsbestandsdokumentation**

(4) Aus den punktuellen Höheninformationen des Geländeverlaufs ist ein digitales Geländemodell zu berechnen. Dieses ist so aufzubereiten, dass es in das für die Planungsaufgabe verwendete Softwaresystem verlustfrei überführt werden kann.

**Berechnung des Digitalen Geländemodells**

(5) Die Ableitung von Folgeprodukten aus dem Digitalen Geländemodell, z. B. Geländeschnitte, Darstellung von Höhen in Punkt, Raster oder Schichtlinienform, ist gemäß den Anforderungen der Planungsaufgabe im Leistungsverzeichnis festzulegen.

**Ableitung von Folgeprodukten aus dem Digitalen Geländemodell**

### 4.3 Bauvermessung

#### Umfang der Bauvermessung

(1) Die vermessungstechnischen Leistungen zur Bauausführung sind in engem Zusammenhang mit den Bestimmungen der Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen - VOB - zu sehen. Gemäß § 3 Nr. 2 VOB/B ist das Abstecken der Hauptachsen der baulichen Anlagen, ggf. der Grenzen des zu bebauenden Grundstücks sowie das Schaffen der notwendigen örtlichen Höhenfestpunkte dem Auftraggeber, d. h. in aller Regel der Bauverwaltung, zugeordnet. Unterlagen über die Lage- und Höhenfestpunkte und die Hauptpunkte der Achsen sind einschließlich der Absteckungsunterlagen (Koordinatenverzeichnis und Absteckplan) dem bauausführenden Unternehmen zu übergeben. Für das Abstecken der Hauptachsen der baulichen Anlage ist in vielen Fällen durch die entsprechenden Landesbauordnungen der einzelnen Bundesländer ein bestimmtes Verfahren (z. B. Einzeichnung/Markierung auf einem Schnurgerüst) vorgeschrieben. Bei der Absteckung sind die Regelungen gemäß DIN 18710-3 zu beachten.

#### Markierung der Grenzen des Baugrundstücks/Baugeländes

(2) Die Grenzen des Baugeländes sind zu markieren und bei grenznaher Bebauung auf Eingriffe in fremdes Eigentum zu prüfen. Grenzüberschreitungen sind unverzüglich der Bauverwaltung anzuzeigen.

(3) Absteckungen sind in geeigneter Form zu dokumentieren und die Einhaltung der geforderten Genauigkeiten der abgesteckten Objektpunkte nachzuweisen.

#### Vermessungsleistungen während der Bauausführung

(4) Vermessungsleistungen während der Bauausführung einer baulichen Anlage sind nach VOB/C (DIN 18299, Nr. 4.1.3) dem bauausführenden Unternehmen zuzuordnen (Bauausführungsvermessung).

#### Kontrolle der Bauausführung

(5) Auf Grund der durch die VOB vorgegebenen Trennung der Zuständigkeiten für Vermessungsleistungen zur Ausführung von baulichen Anlagen - dadurch bedingt auch die Trennung der Verantwortung - ist es erforderlich, die Bauausführung durch Kontrollmessungen zu kontrollieren. Hierzu sind in DIN 18202 Maßtoleranzen für Bauwerksabmessungen vorgegeben.

#### Setzungsbeobachtungen an Bauwerken

(6) Für Setzungsbeobachtungen an entstehenden und fertigen Bauwerken sind DIN 18674 Teil 1 und DIN 1076 zu beachten.

#### Fortführung der Bestandsdokumentation

(7) Baumaßnahmen bedingte Bestandsveränderungen sind durch Fortführungsvermessungen zu erfassen und deren Ergebnisse zeitnah in die Bestandsdokumentation gemäß Kapitel 5 zu übernehmen. Diese ist integraler Bestandteil der Abwicklung der Baumaßnahme. Davon abweichende Regelungen sind im Bauvertrag zu vereinbaren.

## 5 Bestandsvermessung

### 5.1 Grundsätze der Bestandsvermessung

(1) Die Bestandsvermessung umfasst die vermessungstechnischen Leistungen zur Bestandsdokumentation gemäß RBBau im Abschnitt H. Sie enthält die vermessungstechnische Erfassung und die digitale Abbildung von Objekten, die als Bestandsdokumentation zur Planung und Durchführung baufachlicher Aufgaben sowie zur Nutzung und Verwaltung der Liegenschaften und der darauf befindlichen Gebäude benötigt werden.

(2) Die Bestandsvermessung gliedert sich in Vermessungsleistungen zur Liegenschaftsbestandsdokumentation gemäß den Baufachlichen Richtlinien Liegenschaftsbestandsdokumentation (BFR LBestand) und zur Gebäudebestandsdokumentation gemäß den Baufachlichen Richtlinien Gebäudebestandsdokumentation (BFR GBestand).

### 5.2 Anlässe von Bestandsvermessungen

(1) Jede Baumaßnahme in einer Liegenschaft bedingt eine Veränderung des Bestands. Die Bestandsdokumentation ist deshalb zwingend durch eine Bestandsvermessung zu aktualisieren. Diese ist integraler Bestandteil der Abwicklung der Baumaßnahme gemäß RBBau. Die Ergebnisse der Bestandsvermessung sind zeitnah in die Liegenschafts- bzw. Gebäudebestandsdokumentation zu übernehmen.

(2) Bauliche Veränderungen, veranlasst durch den Maßnahmen-träger, sind ebenfalls gemäß diesen Richtlinien durch Bestandsvermessungen zu erfassen.

(3) Im Zusammenhang mit der Durchführung von Baumaßnahmen erfolgt die Bestandsvermessung durch die Bauverwaltung:

- baubegleitend, während der Durchführung einer Baumaßnahme (insbesondere bei unterirdischen Baumaßnahmen wie das Verlegen von Leitungen, Kabeln, usw.) oder
- nach Abschluss einer Baumaßnahme.

(4) Bestandsvermessungen können auch Baumaßnahmen unabhängig durchgeführt werden, wenn z. B.:

- eine Bestandsdokumentation für bereits bestehende Objekte erstellt werden soll oder
- die Bestandsdokumentation kein aktuelles Abbild der Objekte in den Liegenschaften enthält (Fortschreibung).

#### Inhalte der Bestandsvermessung

#### Gliederung Bestandsvermessung

#### Veranlassung

#### Bauliche Veränderungen veranlasst durch den Maßnahmen-träger

#### Bestandsvermessung im Zuge von Baumaßnahmen

#### Baumaßnahmen unabhängige Bestandsvermessung

Übernahme der Ergebnisse in die Bestandsdokumentation

(5) Die Ergebnisse von Bestandsvermessungen sind ausschließlich in den Primärnachweis der Bestandsdokumentation (RBBau, Abschnitt H) zu übernehmen.

Messverfahren zur Bestandsvermessung

(1) Zur Bestandsvermessung sind alle Messverfahren zugelassen, welche die festgelegten Genauigkeiten und die geforderte Detailtiefe gewährleisten, dem Stand der Technik entsprechen und wirtschaftlich sind.

Hinweise zu Messverfahren

(2) Die Hinweise zu Messverfahren (Kapitel A-1 bis A-4 der Anlagen) sind zu berücksichtigen.

### 5.4 Raumbezug

Raumbezug

(1) Die Bestandsvermessungen sind an vorhandene oder vorher zu bestimmende Festpunktfelder anzuschließen. Die Lage- und Höhenkoordinaten der so bestimmten Objekte sind im einheitlichen Raumbezugssystemen der Liegenschaft gemäß Kapitel 3 abzubilden.

#### 5.4.1 Lageanschluss

Lageanschluss von Bestandsvermessungen

(1) Der Lageanschluss wird über mindestens zwei Lagefestpunkte hergestellt, deren Koordinaten im einheitlichen liegenschaftsbezogenen Lagebezugssystem vorliegen.

Überprüfung der Anschlusspunkte

(2) Die Marken der Anschlusspunkte sind vor den Messungen auf Lageidentität gegenüber den Nachweisen zu überprüfen. Es sind nur unveränderte Punkte als Anschlusspunkte zu verwenden.

Die Überprüfung der LAP ist bezogen auf die umliegenden LAP oder, falls vorhanden, auf die Sicherungspunkte durchzuführen. Ein LAP gilt als örtlich unverändert, wenn die Abweichungen der Lagekoordinaten aus der Überprüfungsmessung im LAP-Netz jeweils den Betrag:

Zulässige Abweichungen gegenüber LAP-Netz

$$Z_x, Z_y = \pm 0,020 \text{ m}$$

nicht überschreiten. Gegenüber den Sicherungsmessungen dürfen die Lageabweichungen nicht größer sein als:

Zulässige Abweichungen gegenüber Sicherungsmessungen

$$Z_x, Z_y = \pm 0,010 \text{ m}$$

Sollen die LAP zusätzlich zum Anschluss von Höhenmessungen mit Genauigkeitsanforderungen OGH0 bis OGH2 gemäß Abschnitt 2.2 verwendet werden, sind die Höhenkoordinaten, soweit vorhanden, auf Veränderungen gegenüber den Nachweisen zu prüfen. Die Abweichung der Höhenkoordinate eines LAP gegenüber dem Nachweis darf:

$$Z_H = \pm 0,020 \text{ m}$$

nicht überschreiten.

Bei veränderten Anschlusspunkten im LAP-Feld ist entsprechend Ziffer 3.3.7 zu verfahren.

Die Ergebnisse der Überprüfungsmessungen im LAP-Feld sind nachzuweisen.

(3) Lagefestpunkte der Vermessungsverwaltung sind nach den landesrechtlichen Vorschriften zu überprüfen. Die Überprüfungen sind nachzuweisen.

**Zulässige Höhenabweichungen**

**Überprüfung von Lagefestpunkten der Vermessungsverwaltung**

#### 5.4.2 Höhenanschluss an Höhenfestpunkte

(1) Bestandsvermessungen von Objekten mit Genauigkeitsanforderungen OGH3 bis OGH5 gemäß Abschnitt 2.2 sind an mindestens zwei Höhenfestpunkte anzuschließen. Dabei müssen die Höhen der Anschlusspunkte dem einheitlichen Höhenbezugssystem der Liegenschaft angehören.

(2) Die unveränderten Höhen der Anschlusspunkte gegenüber dem Nachweis sind vor der Bestandsvermessung durch geeignete Messverfahren zu überprüfen.

Benachbarte Höhenfestpunkte gelten als unverändert, wenn die zulässige Abweichung zwischen den gemessenen und den aus den vorgegebenen Höhenkoordinaten berechneten Höhenunterschieden den Betrag:

$$Z_H = \pm(0,002 + \sqrt{R}) \text{ m}$$

nicht überschreitet. Hierin ist R die Länge der Nivellementsstrecke (einfacher Weg) in Kilometer.

Die Überprüfung der Höhenanschlusspunkte ist nachzuweisen.

**Höhenanschluss an Höhenfestpunkte**

**Überprüfung von Höhenanschlusspunkten**

## 5.5 Liegenschaftsbestandsvermessung

### 5.5.1 Erfassen der Objektgeometrie und der Geländeoberfläche

Geometrietypen von Objekten der Liegenschaftsbestandsvermessung

(1) Objekte in den Liegenschaften werden nach der Art ihrer geometrischen Ausgestaltung in punkt-, linien- und flächenförmige Objekte unterteilt.

Erfassungsregeln im Liegenschaftsbestandsmodell

(2) Die Erfassung erfolgt nach den Regelungen des Katalogwerks zum Liegenschaftsbestandsmodell (Modellkatalog LgBestMod, Anhang zur BFR LBestand). Für nicht aufgeführte Objekte sind die Objektbildungsregeln des Modellkatalogs sinngemäß anzuwenden.

Erfassung der Geländeoberfläche

(3) Die Geländeoberfläche wird durch flächenhaft verteilte Geländepunkte erfasst, deren Punktdichte den örtlichen Gegebenheiten anzupassen ist. Diese ist so zu wählen, dass der Geländeverlauf zwischen zwei benachbarten Punkten durch lineare Interpolation wiedergegeben werden kann. Änderungen im Geländeverlauf, wie z. B. Rücken-, Tal- und Muldenlinien, Geländebruchkanten, höchste und tiefste Punkte oder Sattelpunkte, sind vollständig zu erfassen.

Punktdichte zur Erfassung der Geländeoberfläche

(4) Für die Punktdichte zur Erfassung der Geländeoberfläche können die nachfolgenden Richtwerte angenommen werden:

Richtwerte für die Punktdichte bei der Erfassung der Geländeoberfläche

Bebauungs- und Topographie-dichte	sehr gering	gering	durchschnittlich	überdurchschnittlich	sehr hoch
Aufnahmepunkte je Hektar	bis 60	bis 200	bis 460	bis 800	über 800

Vermessung unterirdischer Objekte

(5) Unterirdische Objekte, wie z. B. Ver- und Entsorgungsleitungen, sind grundsätzlich baubegleitend in der offenen Baugrube zu vermessen. Eine nachträgliche Erfassung bereits verlegter Leitungen ist nur dann möglich, wenn die Anforderungen an Lage- und Höhengenaugigkeiten gemäß dem Katalogwerk zum Liegenschaftsbestandsmodell (Modellkatalog LgBestMod, Anhang zur BFR LBestand) durch das Bestimmungsverfahren erfüllt werden. Bei der Lokalisierung verdeckter Leitungen durch Ortungsverfahren sind die Hinweise im Abschnitt A-5.1 der Anlagen zu beachten.

### 5.5.2 Genauigkeit der Liegenschaftsbestandsvermessung

- (1) Die Genauigkeit der Liegenschaftsbestandsvermessung richtet sich nach den Anforderungen der Liegenschaftsbestandsdokumentation (BFR LBestand).
- (2) Die einzuhaltenden Messgenauigkeiten für die einzelnen Objekte sind im Katalogwerk zum Liegenschaftsbestandsmodell (Modellkatalog LgBestMod, Anhang zur BFR LBestand) festgelegt.

Genauigkeit der Liegenschaftsbestandsvermessung

### 5.5.3 Messergebnisse, Berechnungen und Aufbereitung

- (1) Die Ergebnisse der Bestandsvermessung sind in die Liegenschaftsbestandsdokumentation zu übernehmen. Dazu sind die Messungen auszuwerten und gemäß den Objektstrukturen des Liegenschaftsbestandsmodells (Modellkatalog LgBestMod, Anhang zur BFR LBestand) aufzubereiten.
- (2) Den Berechnungen und der Aufbereitung der Messergebnisse sind vorhandene Daten der Liegenschaftsbestandsdokumentation sowie Nachweise der liegenschaftsbezogenen Festpunktfelder (Kapitel 3) zugrunde zu legen.
- (3) Lage- und Höhenkoordinaten sind in dem einheitlichen Raumbezugssystem der Liegenschaft zu berechnen.
- (4) Vorhandene Daten einer Liegenschaftsbestandsdokumentation sind durch die Ergebnisse aktueller Bestandsvermessungen fortzuführen.
- (5) Digitalisierte oder nicht gemäß diesen Richtlinien erfasste Teile der Liegenschaftsbestandsdokumentation sind zu ersetzen, wenn diese im Rahmen der Liegenschaftsbestandsvermessung durch genauere Verfahren neu bestimmt wurden.
- (6) Die aufbereiteten Bestandsdaten aus der Liegenschaftsbestandsvermessung sind in digitaler Form zu übergeben. Zu Prüfungszwecken sind optional analoge Pläne anzufertigen, die nach den Signaturierungsvorgaben des Liegenschaftsbestandsmodells (Modellkatalog LgBestMod, Anhang zur BFR LBestand) grafisch auszugestalten sind.

Aufbereitung der Messergebnisse für die Liegenschaftsbestandsdokumentation

Nutzung vorhandener Daten

Georeferenzierung

Fortführung der Liegenschaftsbestandsdokumentation

Ersetzen digitalisierter oder nicht richtlinienkonformer Teile der Liegenschaftsbestandsdokumentation

Übergabe der Ergebnisse

### 5.5.4 Nachweise der Liegenschaftsbestandsvermessung

- (1) Als Ergebnisse der Liegenschaftsbestandsvermessung sind zu erbringen:
  - Überprüfung der Lageanschlusspunkte auf Lageidentität gegenüber den Nachweisen,
  - Überprüfung der Höhenanschlusspunkte auf Höhenidentität gegenüber den Nachweisen,
  - Übertragung des Höhenanschlusses,

Nachweise der Liegenschaftsbestandsvermessung

- aufbereitete Messergebnisse in digitaler Form,
  - aufbereitete Messergebnisse in Form von analogen Plänen zu Prüfzwecken (optional) und
  - Fotodokumentation gemäß Abschnitt 5.7 (optional).
- Bestätigung durch Aufsteller**
- (2) Mit Unterschrift des Aufstellers ist zu bestätigen, dass:
- die Vermessungen, Berechnungen und Datenaufbereitungen richtig sind und den Anforderungen dieser Vorschrift entsprechen,
  - die Objekte vollzählig erfasst wurden und
  - vor dem Ausdrucken der Vermessungs- und Berechnungsergebnisse keine Veränderungen der Daten vorgenommen worden sind.
- Prüfung durch die Bauverwaltung**
- (3) Die Nachweise der Bestandsvermessung nach Absatz (1) sind durch die Bauverwaltung zu prüfen auf:
- Vollständigkeit der Vermessungs- und Berechnungsergebnisse,
  - Bestätigung der Richtigkeit durch den Verfasser,
  - Verwendung von Lage- bzw. Höhenanschlusspunkten im einheitlichen Raumbezugssystem der Liegenschaft,
  - Einhaltung der zulässigen Abweichungen,
  - Konformität der aufbereiteten Messergebnisse zu den Objektstrukturen des Liegenschaftsbestandsmodells,
  - ggf. grafische Ausgestaltung der Pläne nach den Signaturierungsvorgaben des Katalogwerks zum Liegenschaftsbestandsmodell (Modellkatalog LgBestMod, Anhang zur BFR LBestand),
  - Vollzähligkeit der erfassten Objekte und
  - ggf. Vollständigkeit der Fotodokumentation gemäß Abschnitt 5.7 (optional).
- Die Prüfung ist aktenkundig zu machen.
- Übernahme in die Liegenschaftsbestandsdokumentation**
- (4) Die aufbereiteten Messergebnisse aus der Bestandsvermessung sind zeitnah in die Bestandsdokumentation der Liegenschaft (BFR LBestand) zu übernehmen.

## 5.6 Gebäudebestandsvermessung

### 5.6.1 Grundsätze

- (1) Gemäß RBBau im Abschnitt H stellt die Gebäudebestandsdokumentation ein aktuelles, digitales Abbild von Gebäuden und Bauwerken dar, das diese in ihrer geometrischen Ausprägung sowie durch zusätzliche alphanumerische Daten umfänglich beschreibt.
- (2) Nachfolgend werden die grundsätzlichen Anforderungen an vermessungstechnische Leistungen zum Aufbau und zur Fortführung der Gebäudebestandsdokumentation geregelt.
- (3) Inhalte und Struktur der Gebäudebestandsdokumentation werden in den Baufachlichen Richtlinien Gebäudebestandsdokumentation geregelt (BFR GBestand).
- (4) Grundlage für die Erstellung bzw. Fortschreibung der Gebäudebestandsdokumentation (H2 RBBau) nach Vorgaben der BFR GBestand ist:
  - im Ergebnis von Baumaßnahmen die nach länderspezifischen Dokumentationsvorgaben erstellte Baudokumentation (H1 RBBau) oder
  - die von einer Baumaßnahme unabhängige Erfassung des Bestands.
- (5) Die Erbringung von Vermessungsleistungen für die Gebäudebestandsdokumentation ist bei bestandsverändernden Maßnahmen zeitlich so in den Bauprozess zu integrieren, dass Objekte des Gebäudebestands, welche nach Fertigstellung des Gebäudes verdeckt sind, bereits im sichtbaren Zustand zerstörungsfrei erfasst werden können.

Gegenstand der Gebäudebestandsdokumentation

Inhalte und Struktur der Gebäudebestandsdokumentation

Gebäudebestandsdokumentation im Zuge von Baumaßnahmen

Baubegleitende Gebäudebestandsvermessung

### 5.6.2 Einheitlicher Raumbezug der Gebäudebestandsdokumentation

- (1) Vermessungen zur Gebäudebestandsdokumentation sind so durchzuführen, dass ihre Ergebnisse in einem einheitlichen Raumbezugssystem (Koordinatensystem) dargestellt werden. Dadurch werden konsistente Verknüpfungen der Gebäudebestandsdokumentation mit externen Daten ermöglicht. Dies sind beispielsweise:
  - digitale Auszüge aus den Nachweisen des Liegenschaftskatasters für die Erstellung von Lageplänen zum Bauantrag,
  - Daten aus digitalen Leitungsdokumentationen von Ver- und Entsorgungsunternehmen für die Anbindung von Gebäuden an Infrastruktureinrichtungen sowie

Einheitlicher Raumbezug der Gebäudebestandsdokumentation

Lokale, verzerrungsfreie Bezugssysteme für die Gebäudebestandsdokumentation

Verknüpfung der Gebäudebestandsdokumentation mit dem einheitlichen liegenschaftsbezogenen Raumbezugssystem

Transformation der Daten der Gebäudebestandsdokumentation in das liegenschaftsbezogene Raumbezugssystem

Inhalte und Struktur der Gebäudebestandsvermessung

Verwendung vorhandener Gebäudebestandsdokumentationen

Genauigkeitsanforderungen und Detailtiefe

Allgemeine Vorgaben für die Genauigkeit und Detailtiefe

- Verknüpfung der Liegenschaftsbestandsdokumentation mit der Gebäudebestandsdokumentation im Sinne eines Building Information Modelling (BIM).

(2) In aller Regel wird die Gebäudebestandsdokumentation in lokalen, verzerrungsfreien Bezugssystemen für Lage und Höhe geführt, welche sich in ihrer Ausrichtung an der Gebäudegeometrie orientieren.

(3) Vermessungen des Gebäudebestands sind so anzulegen, dass eine eindeutige Festlegung der Messergebnisse im Raumbezugssystem des jeweiligen Gebäudes erfolgt (Georeferenzierung). Ferner sind Verknüpfungspunkte mit Koordinaten im gebäude- sowie liegenschaftsbezogenen Raumbezugssystem zu bestimmen, die eine konsistente bilaterale Transformation von Daten zwischen dem liegenschaftsbezogenen Raumbezugssystem gemäß Kapitel 3 und einem lokalen verzerrungsfreien Bezugssystem des Gebäudes ermöglichen.

(4) Für die kontrollierte räumliche Transformation der Daten sind mindestens vier räumlich gleichmäßig um das Gebäude verteilte Verknüpfungspunkte zu bestimmen.

### 5.6.3 Inhalt und Struktur von Vermessungsergebnissen für die Gebäudebestandsdokumentation

(1) Die Grundsätze des Inhalts und der Struktur der Gebäudebestandsdokumentation auf Liegenschaften des Bundes sind in den BFR GBestand festgelegt. Zusätzlich sind darüber hinausgehende länderspezifische Regelungen der einzelnen Bauverwaltungen (z. B. Dokumentationsrichtlinien, CAD Pflichtenhefte) zu beachten. Die Vermessungsergebnisse sind gemäß vorgenannter Vorgaben zu strukturieren.

(2) Ist für ein vermessungstechnisch zu erfassendes Gebäude bereits eine digitale Gebäudebestandsdokumentation gemäß den BFR GBestand vorhanden, sind deren Daten der Vermessungsleistung zugrunde zu legen, und eine Fortschreibung des Datenbestands ist vorzunehmen.

### 5.6.4 Genauigkeit und Detailtiefe

(1) Für die Erbringung von Vermessungsleistungen zur Gebäudebestandsdokumentation sind die Genauigkeitsanforderungen sowie die Detailtiefe des zu erfassenden Bestands vorzugeben.

(2) Soweit nicht anders beauftragt sind für die Gebäudebestandsdokumentation die Genauigkeitsanforderungen der DIN 18202 sowie die entsprechenden Detailtiefen der DIN 1356-6 einzuhalten.

(3) Für die individuelle Beauftragung von Gebäudebestandsvermessungen sind vorab Festlegungen zu treffen für:

- Genauigkeit, Detaillierung der aufzumessenden Gebäudegeometrie, ggf. anzuwendendes Messverfahren,
- Raumbezug (Koordinatensystem) sowie
- Art und Umfang der Ergebnisse.

(4) In Bezug auf die geforderte Genauigkeit und der Detailtiefe einer Gebäudebestandsvermessung lassen sich die Anforderungen an die Ergebnisse wie folgt aufteilen:

- Schematisches Aufmaß,
- Einfaches Gebäudeaufmaß,
- Detailliertes Gebäudeaufmaß und
- Verformungsgetreue Gebäudedokumentation.

(5) Die nachfolgend aufgeführten Richtwerte sollen einen Anhalt für die Anforderungsdefinition von vermessungstechnischen Gebäudebestandsvermessungen geben. Die Anforderungen sind individuell auf das zu erfassende Objekt und die benötigten Ergebnisse abzustimmen.

Art des Gebäudeaufmaßes	Schematisches Aufmaß	Einfaches Gebäudeaufmaß	Detailliertes Gebäudeaufmaß	Verformungsgetreue Gebäudedokumentation
2D-Ergebnisse	Grundrisse je Etage, Längs- bzw. Querschnitt je Gebäudeteil, Schematische Fassadenpläne		nahezu verformungsgetreue Grundrisse, Längs- und Querschnitte	verformungsgetreue Grundrisse, Längs- und Querschnitte
3D-Modelle	Schematisches Bauwerksmodell		nahezu verformungsgetreues Oberflächen- oder Volumenmodell	verformungsgetreues Bauteilmodell

**Festlegungen zur individuellen Beauftragung von Gebäudebestandsvermessungen**

**Anforderungen an die Ergebnisse**

**Zielsetzung der Richtwerte**

**Richtwerte für die Ergebnisse einer Gebäudebestandsvermessung**

**Richtwerte für die Genauigkeit und  
Detaillierung der Gebäudebestands-  
vermessung**

Art des Gebäudeaufmaßes	Schematisches Aufmaß	Einfaches Gebäudeaufmaß	Detailliertes Gebäudeaufmaß	Verformungsgetreue Gebäudedokumentation
Maßstäbe	1:100	1:100 / 1:50	1:50	1:20
Genauigkeitsklassen nach Kapitel 2	OGL1/OGH1	OGL2/OGH2	OGL2/OGH2	OGL3/OGH3
Informationsdichte nach DIN 1356-6	1	1	2	2
Detaillierungsgrad	gering	mittel	hoch	sehr hoch
Genauigkeitsstufe nach Eckstein 2003 <sup>1</sup>	I	II	III	IV
Typische Messverfahren	Handaufmaß Tachymetrie	Tachymetrie Terrestrisches Laserscanning	Tachymetrie Terrestrisches Laserscanning Nahbereichsphotogrammetrie (insbesondere Fassadenaufnahmen)	Tachymetrie Terrestrisches Laserscanning Nahbereichsphotogrammetrie Handaufmaß/Feldkontrolle

<sup>1</sup> Eckstein, G. und M. Goer, 2003. Empfehlungen für Baudokumentationen. Bauaufnahme - Bauuntersuchung. Stuttgart: Theiss. Arbeitshefte des Landesdenkmalamts Baden-Württemberg. 7. ISBN 3-8062-1475-1

Art des Gebäudeaufmaßes	Schematisches Aufmaß	Einfaches Gebäudeaufmaß	Detailliertes Gebäudeaufmaß	Verformungsgetreue Gebäudedokumentation
Raumbezug	lokales, gebäudebezogenes Bezugssystem ggf. Transformation in das liegenschaftseinheitliche Raumbezugssystem		Liegenschaftseinheitliches Raumbezugssystem; ggf. Transformation in ein lokales gebäudebezogenes Bezugssystem	
zusätzliche Anforderungen	Temporäres Messnetz zur Herstellung eines einheitlichen lokalen Raumbezugs für das gesamte Gebäude bzw. Bauwerk		dauerhaft vermarkte dreidimensionale Anschlusspunkte im einheitlichen Raumbezugssystem der Liegenschaft	

Richtwerte für die Herstellung eines einheitlichen Raumbezugs bei der Gebäudebestandsvermessung

(6) Bei einer entsprechenden Beauftragung müssen Inhalte und Struktur der Vermessungsergebnisse der Gebäudebestandsdokumentation so beschaffen sein, dass diese als Grundlage für die Konstruktion eines objektbasierten 3D-Gebäudemodells verwendet werden können. Die Konstruktion eines objektbasierten 3D-Gebäudemodells ist keine originäre Vermessungsleistung.

Objektbasiertes 3D-Gebäudemodell

(7) Vor der dreidimensionalen Bestandsaufnahme von Gebäuden ist eine prototypische Erfassung eines repräsentativen Objektes vorzunehmen und eine Abstimmung der CAD-seitigen Umsetzung im 3D-Gebäudemodell herbeizuführen.

Prototypische Erfassung

## 5.7 Fotodokumentation

(1) Zur Unterstützung von Bestandsvermessungen wird empfohlen, optional Fotodokumentationen anzufertigen. Die Fotodokumentation ist gemäß den Vorlagen zur BFR Verm nachzuweisen. Dabei müssen die Aufnahmesituation sowie die dokumentierten Objekte eindeutig erkennbar sein.

Veranlassung der Fotodokumentation

(2) Das Erstellen einer Fotodokumentation muss sowohl durch die hausverwaltende als auch durch die nutzende Dienststelle unter Beteiligung der Bauverwaltung genehmigt werden. Insbesondere sind dabei die Vorgaben zur Geheimhaltung sowie sicherheitstechnische Aspekte zu berücksichtigen.

Genehmigung zur Fotodokumentation

## 6 Datenaustausch

### 6.1 Grundsätze

<b>Definition des Datenaustauschs</b>	(1) Im Sinne dieser Richtlinien bezieht sich der Datenaustausch auf digitale Ergebnisse von Vermessungsleistungen auf Liegenschaften des Bundes.
<b>Austausch von Fachdaten</b>	(2) Der Austausch von Fachdaten für die Fachanwendungen, die auf den Daten der Liegenschaftsbestandsdokumentation aufbauen, wird gesondert geregelt (BFR LBestand).
<b>Regelungsumfang</b>	(3) Der Datenaustausch umfasst im Einzelnen: <ul style="list-style-type: none"><li>• die Ergebnisse von Bestandsvermessungen für die Erstellung und Fortführung der Bestandsdokumentation gemäß Kapitel 5,</li><li>• aufbereitete und georeferenzierte Daten aus vorhandenen Bestandsunterlagen zur Überführung in die Bestandsdokumentation,</li><li>• digitale Orthophotopläne als Ergebnisse von Luftbildvermessungen,</li><li>• Vermessungsergebnisse für Planungs- und Bauaufgaben nach Kapitel 4 sowie</li><li>• Ergebnisse von sonstigen Vermessungsleistungen auf Liegenschaften des Bundes.</li></ul>
<b>Räumliches Bezugssystem der Daten</b>	(4) Die auszutauschenden geometrischen Daten sind grundsätzlich in dem einheitlichen Raumbezugssystem der Liegenschaft (Kapitel 3) darzustellen. Ggf. sind die Daten vorab durch Transformation in dieses Bezugssystem zu überführen.
<b>Festlegung der Übertragungsparameter</b>	(5) Für den Austausch der Daten sind Übertragungsparameter, wie z. B. Datenformat, Übertragungsmedium und Datenkomprimierung, vorab festzulegen.
<b>Sicherheit und Datenschutz</b>	(6) Die Erhebung, der Austausch, die Weitergabe und die Führung der Daten unterliegen datenschutzrechtlichen und sicherheitsrelevanten Vorgaben, die durch entsprechende Maßnahmen jederzeit sicherzustellen sind.

## 6.2 Daten der Liegenschaftsbestandsdokumentation

- (1) Daten zum Erstellen und Fortführen der Liegenschaftsbestandsdokumentation sind nach den Vorgaben des Katalogwerks zum Liegenschaftsbestandsmodell (Modellkatalog LgBestMod, Anhang zur BFR LBestand) zu strukturieren und der inhaltliche Umfang auf der Grundlage der darin definierten Objekte vorab festzulegen.
- (2) Das Datenformat für den Austausch der Ergebnisse der Erfassung und Fortführung ist mit der primärnachweisführenden Stelle (RBBau im Abschnitt H und BFR LBestand) abzustimmen.
- (3) Vermessungsdaten, die in die Liegenschaftsbestandsdokumentation übernommen werden sollen, sind vorab durch die Bauverwaltung zu prüfen auf:
  - Vollständigkeit,
  - Georeferenzierung im einheitlichen Raumbezugssystem der Liegenschaft sowie
  - Datenstrukturierung gemäß dem Katalogwerk zum Liegenschaftsbestandsmodell (Modellkatalog LgBestMod, Anhang zur BFR LBestand).

Nur fehlerfreie Daten dürfen in die Liegenschaftsbestandsdokumentation übernommen werden. Details zur Prüfung der Vermessungsdaten für die Liegenschaftsbestandsdokumentation werden in den BFR LBestand geregelt.

## 6.3 Daten der Gebäudebestandsdokumentation

- (1) Der Datenaustausch von Vermessungsdaten für die Gebäudebestandsdokumentation ist nach den Vorgaben der BFR GBestand vorzunehmen.
- (2) Die Strukturierung sowie der inhaltliche Umfang der Vermessungsdaten zur Gebäudebestandsdokumentation sind an länderspezifischen Vorgaben zu orientieren oder im Einzelfall abzustimmen.
- (3) Vermessungsdaten des Gebäudebestands sind vor der Übernahme in die Gebäudebestandsdokumentation zu prüfen auf:
  - Vollständigkeit,
  - einheitlichen Raumbezug entweder im übergeordneten, liegenschaftseinheitlichen oder im lokalen, gebäudebezogenen Raumbezugssystem sowie
  - Datenstrukturierung gemäß der vereinbarten Vorgaben.

**Struktur und Inhalte von Daten der Liegenschaftsbestandsdokumentation**

**Datenformat**

**Prüfung vor der Übernahme in die Liegenschaftsbestandsdokumentation**

**Vorgaben der BFR GBestand**

**Strukturierung und Inhalt**

**Prüfung der Vermessungsdaten des Gebäudebestands**

## 6.4 Orthophotopläne

### Daten im Rasterformat

(1) Orthophotopläne aus der Luftbildvermessung (Kapitel A-4 der Anlagen) werden grundsätzlich im Rasterformat ausgetauscht. Der Datenumfang der auszutauschenden Rasterbilder kann durch Bildkomprimierungsverfahren verringert werden, wenn dadurch kein inhaltlicher Verlust der Bilder und keine geometrische Veränderung der Inhalte hervorgerufen werden. Austauschformat und Bildkomprimierungsverfahren sind vorab festzulegen.

### Einheitliche Aufbaugrundsätze

(2) Es sind einheitliche Aufbaugrundsätze für Rasterbilder gemäß nachfolgender Vorgaben einzuhalten. Davon abweichende Festlegungen zum Datenaustausch von Rasterdaten sind vorab mit der Bauverwaltung abzustimmen.

### Blattschnitt

(3) Es ist ein gleichmäßiges, rechteckiges Bildformat zu wählen. Die Bildränder sind parallel zu den Koordinatenachsen des einheitlichen liegenschaftsbezogenen Lagebezugssystems zu orientieren. Der Blattschnitt ist in Einheiten des Lagebezugssystems nachzuweisen.

### Nummerierung und Georeferenzierung von Rasterbildern

(4) Die Bilder sind eindeutig zu nummerieren. Für jedes Bild sind die Lagekoordinaten der linken unteren Ecke sowie die Orientierung im einheitlichen liegenschaftsbezogenen Lagebezugssystem nachzuweisen.

### Auflösung von Rasterbildern

Für alle Rasterbilder ist eine einheitliche Auflösung zu wählen. Die Auflösung ist an den Detaillierungsgrad der Bildinhalte und ggf. die Vorlagengüte anzupassen. Die minimale Auflösung von 300 dpi (Punkte pro Zoll) darf nicht unterschritten werden.

## 6.5 Sonstige Vermessungsdaten

### Definition sonstige Vermessungsdaten

(1) Sonstige Vermessungsdaten umfassen die Vermessungsergebnisse der Planungsbegleitenden Vermessung und Bauvermessung gemäß Kapitel 4 sowie von sonstigen, Planungs- und Bauprojekt unabhängigen Vermessungsleistungen für raumbezogene Fachaufgaben auf Liegenschaften des Bundes, z. B. Überwachungsmessungen an Bauwerken und Gebäuden.

### Inhaltliche und strukturelle Anpassung der Ergebnisse an die Anforderungen der Aufgabenstellung

(2) Gemäß der späteren Weiterverwendung der Vermessungsergebnisse sind die auszutauschenden Daten auf die jeweilige Aufgabenstellung sowohl inhaltlich als auch strukturell anzupassen.

(3) Vor Erbringung der Vermessungsleistung sind folgende Festlegungen zu den auszutauschenden Vermessungsergebnissen zu treffen:

- Inhalte der Daten,
- Datenstruktur, z. B. Flächen- oder Volumenmodelle für CAD-Daten, objektstrukturiertes BIM-Modell,
- räumliche Dimension (zwei- oder dreidimensional),
- räumliche Bezugssysteme für Lage- und Höhenkoordinaten und
- Datenaustauschformat, einschließlich Versionierung.

**Generelle Festlegungen für den Datenaustausch sonstiger Vermessungsdaten**

## 7 Aufbewahrung der Unterlagen

### Aufbewahrung Vermessungsdaten

(1) Die Vorgaben der RBBau K10 sind hinsichtlich der Aufbewahrung von Unterlagen auch für Vermessungsergebnisse analog anzuwenden. Demnach sind die Unterlagen vermessungstechnischer Leistungen mindestens bis zum Ablauf der Aufbewahrungsfrist von drei Jahren nach der Veräußerung der Liegenschaft aufzubewahren.

### Länderspezifische Regelungen

(2) Länderspezifische Regelungen bleiben hiervon unberührt.

## 8 Abkürzungen

Abkürzung	Bezeichnung	Erläuterung
<b>AdV</b>	Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Bundesrepublik Deutschland	Die AdV koordiniert das amtliche deutsche Vermessungswesen. Neben den für das amtliche Vermessungswesen zuständigen Fachverwaltungen der Länder wirken die Bundesministerien des Innern, für Bau und Heimat, der Verteidigung sowie für Verkehr und digitale Infrastruktur in der AdV zusammen. Als Gäste gehören ihr die Deutsche Geodätische Kommission (DGK) als Vertretung der geodätischen Lehre und Forschung sowie die Arbeitsgemeinschaft Nachhaltige Landentwicklung (ArgeLandentwicklung) als Bund-Länder-Vertretung für die ländliche Neuordnung an. ( <a href="http://www.adv-online.de">www.adv-online.de</a> )
<b>ALS</b>	Airborne Laserscanning	Luftfahrzeuggestütztes Laserscanningverfahren mit flächenhaft, abtastenden Sensoren, die zur direkten Erfassung der topographischen Geländeoberfläche dienen.
<b>AP</b>	Aufnahmepunkt	Lagefestpunkt der Vermessungsverwaltung
<b>Beidou</b>	Großer Bär	Ein globales Satellitennavigationssystem, das von chinesischem Staat betrieben wird
<b>BFR</b>	Baufachliche Richtlinien	Richtlinien des Bundes für baufachliche Aufgabenstellungen
<b>BIM</b>	Building Information Modeling	Building Information Modeling (deutsch: Bauwerksdatenmodellierung) beschreibt eine Methode der optimierten Planung, Ausführung und Bewirtschaftung von Gebäuden und anderen Bauwerken. Dabei werden alle relevanten Bauwerksdaten digital modelliert, kombiniert und erfasst. Das Bauwerk ist als virtuelles Modell auch geometrisch visualisiert.
<b>DHHN92</b>	Deutsches Haupthöhennetz 1992	Realisierung des bundesweit einheitlichen Höhenbezugssystems mit Bezugsepoche 1992
<b>DHHN2016</b>	Deutsches Haupthöhennetz 2016	Realisierung des bundesweit einheitlichen Höhenbezugssystems mit Bezugsepoche 2016
<b>DGM</b>	Digitales Geländemodell	Das Digitale Geländemodell beschreibt die Geländeoberfläche durch dreidimensionale Koordinaten einer repräsentativen Menge von Bodenpunkten. Oberflächenpunkte, wie z. B. Gebäude und Vegetation, sind in diesem Modell nicht enthalten.
<b>DOP</b>	Digitales Orthophoto	Entzerrtes und georeferenziertes Luftbild
<b>DOM</b>	Digitales Oberflächenmodell	Das Digitale Oberflächenmodell beschreibt die Oberfläche der Erde, der Vegetation und der Bebauung durch die dreidimensionalen Koordinaten einer repräsentativen Menge von Boden- und Nichtbodenpunkten.
<b>Galileo</b>	Europäisches Satellitennavigationssystem	Galileo ist ein europäisches globales Satellitennavigations- und Zeitgebungssystem unter ziviler Kontrolle (europäisches GNSS)
<b>GBestand</b>	Gebäudebestandsdokumentation	Digital geführte Bestandsdokumentation für Gebäude des Bundes gemäß RBBau im Abschnitt H

Abkürzung	Bezeichnung	Erläuterung
<b>GCGxxxx</b>	German Combined Quasi-geoid xxxx	Quasigeoid der Bundesrepublik Deutschland in der Realisierungsstufe xxxx; Das German Combined Quasigeoidmodell beschreibt die Höhenbezugsfläche der Landesvermessung über dem Referenzellipsoid des Geodätischen Referenzsystems 1980 (GRS80). Es ermöglicht die Transformation zwischen satellitengeodätisch bestimmten ellipsoidischen Höhen und nivellistisch bestimmten physikalischen Höhen.
<b>GLONASS</b>	Globalnaja nawigazionnaja sputnikowaja sistema	Globales Navigationssatellitensystem, das vom Verteidigungsministerium der Russischen Föderation betrieben wird
<b>GNSS</b>	Global Navigation Satellite System	Globales Satellitenpositionierungssystem; Oberbegriff für die zu Positionierungszwecken einsetzbaren Satellitensysteme (GPS, GLONASS, GALILEO, BEIDOU, usw.)
<b>GPS</b>	Global Positioning System	Das Global Positioning System (GPS; deutsch Globales Positionsbestimmungssystem), offiziell NAVSTAR GPS, ist ein globales Navigations-satellitensystem zur Positionsbestimmung. Es wird vom US-Verteidigungsministerium betrieben.
<b>GSD</b>	ground sampling distance	Bodenauflösung, insbesondere bei Luftbildphotogrammetrie und airborne Laserscanning
<b>HN-Höhen</b>	Normalhöhen	Höhen im System des SNN76 der ehemaligen DDR; Normalhöhen nach der Theorie von Molodenski mit den Parametern des Krassowski-Ellipsoids und der Schwereformel von Helmert (1901)
<b>LAP</b>	Liegenschaftsbezogener Aufnahme-punkt	Lagefestpunkt innerhalb einer Liegenschaft in Zuständigkeit der Bauverwaltung
<b>LBestand</b>	Liegenschaftsbestands-dokumentation	Digital geführte Bestandsdokumentation für Objekte auf den Außenanlagen von Bundesliegenschaften gemäß RBBau im Abschnitt H
<b>LgBestMod</b>	Liegenschaftsbestandsmodell	Datenmodell der Liegenschaftsbestandsdokumentation
<b>LHP</b>	Liegenschaftsbezogener Höhenpunkt	Höhenfestpunkt innerhalb einer Liegenschaft in Zuständigkeit der Bauverwaltung
<b>LSP</b>	Liegenschaftsbezogener Sicherungspunkt	Lagefestpunkt zur Überprüfung der Unversehrtheit von LAP
<b>NHN-Höhen</b>	Höhen über Normalhöhen-null	Normalhöhen nach der Theorie von Molodenski mit Normalschwereformel des GRS 80 und Punktkoordinaten im ETRS 89; Verwendung in den Höhenbezugsystemen DHHN 2016 und DHHN 92
<b>NivP-Feld</b>	Nivellements-punktfeld	Höhenfestpunktfeld der Vermessungsverwaltung
<b>NN-Höhen</b>	Höhen über Normal-Null (NN)	Höhen im System des DHHN 85 bzw. DHHN 12; Höhen in Bezug auf die Höhenbezugsfläche durch den Normal-Nullpunkt (NN), die durch Normal-orthometrische Reduktion verbessert wurden
<b>OGL</b>	Objektgenauigkeit Lage	Klassifizierung der Lagegenauigkeit von Objektpunkten in Anlehnung an DIN 18710-1
<b>OGH</b>	Objektgenauigkeit Höhe	Klassifizierung der Höhengenaugkeit von Objektpunkten in Anlehnung an DIN 18710-1
<b>R</b>	Länge der Nivellements-strecke	Länge des einfachen Messweges (Summe der Zielweiten) einer Nivellementsstrecke (DIN 18709-1)

Abkürzung	Bezeichnung	Erläuterung
PDOP	position dilution of precision	Abschwächung der Positionsgenauigkeit; Faktor des Genauigkeitsverlusts einer 3D-Positionsbestimmung bei GNSS-Messungen in Abhängigkeit von der Satellitenkonstellation
S <sub>H</sub>	Zulässige Standardabweichung einer Höhe	Größter zulässiger Betrag der Standardabweichung einer Höhen-Koordinate eines aus überbestimmten Beobachtungen ermittelten Punktes
S <sub>L</sub>	Zulässige Lagestandardabweichung eines Punktes	Größter zulässiger Betrag der Lageunsicherheit eines Punktes im Sinne eines zweidimensionalen mittleren Punktfehlers nach Helmert
S <sub>P</sub>	Zulässige räumliche Standardabweichung eines Punktes	Größter zulässiger Betrag der räumlichen Unsicherheit eines Punktes im Sinne eines räumlichen mittleren Punktfehlers nach Helmert
S <sub>X</sub>	Zulässige Standardabweichung in Abszissenrichtung	Größter zulässiger Betrag der Standardabweichung eines Punktes in Abszissenrichtung (x-Koordinate bzw. Hochwert)
S <sub>Y</sub>	Zulässige Standardabweichung in Ordinatenrichtung	Größter zulässiger Betrag der Standardabweichung eines Punktes in Ordinatenrichtung (y-Koordinate bzw. Rechtswert)
S <sub>Z</sub>	Zulässige Standardabweichung einer Höhenkoordinate	Größter zulässiger Betrag der Standardabweichung eines Punktes in der Höhe (Z-Koordinate)
TLS	Terrestrisches Laserscanning	Messverfahren zur berührungslosen dreidimensionalen Bestimmung der Geometrie von Objekten
Z <sub>H</sub>	Zulässige Abweichung eines Höhenunterschieds	Größter zulässiger Betrag der Abweichung eines gemessenen Höhenunterschieds gegenüber einer vorgegebenen Höhendifferenz (DIN 18709-1)
Z <sub>L</sub>	Zulässige zweidimensionale Positionsabweichung (Lageabweichung)	Größter zulässiger Betrag der linearen zweidimensionalen Abweichung (Horizontalstrecke) beim Vergleich von 2D-Punkten
Z <sub>P</sub>	Zulässige dreidimensionale Positionsabweichung	Größter zulässiger Betrag der linearen dreidimensionalen Abweichung (Raumstrecke) beim Vergleich von 3D-Punkten
Z <sub>R</sub>	Zulässige Richtungsabweichung	Größter zulässiger Betrag der Richtungsabweichung einer in mehreren Sätzen gemessenen und auf eine einheitliche Nullrichtung reduzierten Horizontalrichtung (DIN 18709-1)
Z <sub>S</sub>	Zulässiger Streckenwiderspruch	Größter zulässiger Betrag der Summe der Höhenunterschiede der Hin- und Rückmessung einer Nivellementsstrecke (DIN 18709-1)
Z <sub>X</sub>	Zulässige Koordinatenabweichung in Abszissenrichtung	Größter zulässiger Betrag einer Koordinatenabweichung in Abszissenrichtung (DIN 18709-1)
Z <sub>Y</sub>	Zulässige Koordinatenabweichung in Ordinatenrichtung	Größter zulässiger Betrag einer Koordinatenabweichung in Ordinatenrichtung (DIN 18709-1)

## 9 Bezugsdokumente

1. Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Bundesrepublik Deutschland. *Richtlinie für den einheitlichen integrierten geodätischen Raumbezug des amtlichen Vermessungswesens in der Bundesrepublik Deutschland (Rili-RB-AdV)*. Version 3.0, 16. Mai 2017.
2. Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung. *Dokumentationsrichtlinien des BBR*, 02.2008.
3. Bundesministerium der Verteidigung. *Leistungskatalog Petrol - Oil - Lubricants*, 12.2011.
4. Bundesministerium der Verteidigung. *Leistungskatalog Vermessung*, 12.2011.
5. Bundesministerium der Verteidigung. *Leitfaden Bestandsdokumentation von Außenanlagen in Liegenschaften der Bundeswehr*, 12.2011.
6. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit. *RBBau - Richtlinien für die Durchführung von Bauaufgaben des Bundes*. Grundwerk bis 19. Austauschlgf. mit Aktual., Onlinefassung Stand 17. August 2017. Bonn: Dt. Bundes-Verl., 17. August 2017.
7. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit und Bundesministerium der Verteidigung. *Arbeitshilfen Kampfmittelräumung; Baufachliche Richtlinien zur wirtschaftlichen Erkundung, Planung und Räumung von Kampfmitteln auf Liegenschaften des Bundes*. Berlin, 07.2014.
8. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit und Bundesministerium der Verteidigung. *Arbeitshilfen Boden- und Grundwasserschutz; Planung und Ausführung der Sanierung von schädlichen Bodenveränderungen und Grundwasserverunreinigungen*. Berlin, 11.2014.
9. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit und Bundesministerium der Verteidigung. *Arbeitshilfen Abwasser; Planung, Bau und Betrieb von abwassertechnischen Anlagen in Liegenschaften des Bundes*. Berlin, 12.2015.
10. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit und Bundesministerium der Verteidigung. *Baufachliche Richtlinien Gebäudebestandsdokumentation (BFR GBestand)*. Berlin, 14. Juni 2012.
11. Bundesregierung. *Verordnung über die Honorare für Architekten- und Ingenieurleistungen (Honorarordnung für Architekten und Ingenieure)*. HOAI, 10. Juli 2013.
12. Bundesregierung. *Verordnung zur Regelung des Betriebs von unbemannten Fluggeräten*, 30. März 2017.
13. DIN Deutsches Institut für Normung e.V. DIN EN ISO 19111:2007-10, *Geoinformation - Koordinatenreferenzsysteme (ISO 19111:2007)*. Berlin: Beuth Verlag GmbH.
14. DIN Deutsches Institut für Normung e.V. DIN EN ISO 18674-1:2015-09, *Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Geotechnische Messungen - Teil 1: Allgemeine Regeln (ISO 18674-1:2015)*. Berlin: Beuth Verlag GmbH.
15. DIN Deutsches Institut für Normung e.V. DIN 18708:1970-08, *Höhenbolzen*. Berlin: Beuth Verlag GmbH.
16. DIN Deutsches Institut für Normung e.V. DIN 1076:1999-11, *Ingenieurbauwerke im Zuge von Straßen und Wegen - Überwachung und Prüfung*. Berlin: Beuth Verlag GmbH.
17. DIN Deutsches Institut für Normung e.V. DIN 18710-1 Berichtigung 1:2011-01, *Ingenieurvermessung - Teil 1: Allgemeine Anforderungen, Berichtigung zu DIN 18710-1:2010-09*. Berlin: Beuth Verlag GmbH.
18. DIN Deutsches Institut für Normung e.V. DIN 18710-1:2010-09, *Ingenieurvermessung - Teil 1: Allgemeine Anforderungen*. Berlin: Beuth Verlag GmbH.
19. DIN Deutsches Institut für Normung e.V. DIN 18710-2:2010-09, *Ingenieurvermessung - Teil 2: Aufnahme*. Berlin: Beuth Verlag GmbH.

20. DIN Deutsches Institut für Normung e.V. DIN 18710-3:2010-09, *Ingenieurvermessung - Teil 3: Absteckung*. Berlin: Beuth Verlag GmbH.
21. DIN Deutsches Institut für Normung e.V. DIN 18710-4:2010-09, *Ingenieurvermessung - Teil 4: Überwachung*. Berlin: Beuth Verlag GmbH.
22. DIN Deutsches Institut für Normung e.V. DIN ISO 17123-1:2017-09, *Optik und optische Instrumente - Feldprüfverfahren geodätischer Instrumente - Teil 1: Theorie (ISO 17123-1:2014)*. Berlin: Beuth Verlag GmbH.
23. DIN Deutsches Institut für Normung e.V. DIN ISO 17123-3:2017-10, *Optik und optische Instrumente - Feldprüfverfahren geodätischer Instrumente - Teil 3: Theodolite (ISO 17123-3:2001)*. Berlin: Beuth Verlag GmbH.
24. DIN Deutsches Institut für Normung e.V. DIN ISO 17123-4:2017-09, *Optik und optische Instrumente - Feldprüfverfahren geodätischer Instrumente - Teil 4: Elektrooptische Distanzmesser (EDM-Messungen mit Reflektoren) (ISO 17123-4:2012)*. Berlin: Beuth Verlag GmbH.
25. DIN Deutsches Institut für Normung e.V. DIN 1356-1:1995-02, *Technische Produktdokumentation - Bauzeichnungen - Teil 1: Arten, Inhalte und Grundregeln der Darstellung*. Berlin: Beuth Verlag GmbH.
26. DIN Deutsches Institut für Normung e.V. DIN 1356-6:2006-05, *Technische Produktdokumentation - Bauzeichnungen - Teil 6: Bauaufnahmezeichnungen*. Berlin: Beuth Verlag GmbH.
27. DIN Deutsches Institut für Normung e.V. DIN 18202:2013-04, *Toleranzen im Hochbau - Bauwerke*. Berlin: Beuth Verlag GmbH.
28. DIN Deutsches Institut für Normung e.V. DIN 1960:2016-09, *VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen - Teil A: Allgemeine Bestimmungen für die Vergabe von Bauleistungen*. Berlin: Beuth Verlag GmbH.
29. DIN Deutsches Institut für Normung e.V. DIN 1961:2016-09, *VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen - Teil B: Allgemeine Vertragsbedingungen für die Ausführung von Bauleistungen*. Berlin: Beuth Verlag GmbH.
30. DIN Deutsches Institut für Normung e.V. DIN 18299:2016-09, *VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen - Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) - Allgemeine Regelungen für Bauarbeiten jeder Art*. Berlin: Beuth Verlag GmbH.
31. DVW - Gesellschaft für Geodäsie, Geoinformation und Landmanagement e.V. Merkblatt 2-2011, *Einmessung und Überprüfung von Grundwassermessstellen* [Zugriff am: 27. Januar 2018]. Verfügbar unter: <http://www.dvw.de/merkblatt>
32. DVW - Gesellschaft für Geodäsie, Geoinformation und Landmanagement e.V. Merkblatt 13-2017, *GNSS-Einsatz in der Netzdokumentation der Energieversorgung* [Zugriff am: 15. Januar 2018]. Verfügbar unter: <http://www.dvw.de/merkblatt>
33. DVW - Gesellschaft für Geodäsie, Geoinformation und Landmanagement e.V. Merkblatt 12-2017, *Standardabweichung vs. Toleranz* [Zugriff am: 15. Januar 2018]. Verfügbar unter: <http://www.dvw.de/merkblatt>
34. DVW - Gesellschaft für Geodäsie, Geoinformation und Landmanagement e.V. Merkblatt 8-2014, *Vermessungspfeiler* [Zugriff am: 15. Januar 2018]. Verfügbar unter: <http://www.dvw.de/merkblatt>
35. Eckstein, G. und M. Goer. *Empfehlungen für Baudokumentationen. Bauaufnahme - Bauuntersuchung*. Stuttgart: Theiss, 2003. Arbeitshefte des Landesdenkmalamts Baden-Württemberg. 7. ISBN 3-8062-1475-1.
36. Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und Automatisierung IFF. *Leitfaden Laserscanning im Anlagenbau. Vorbereitung und Durchführung von Laserscanningprojekten für die Planung und Dokumentation von industriellen Anlagen*. 3. Auflage. Magdeburg, 2015.
37. Sörensen, L. *Qualitätsstandards in der Architekturvermessung Detaillierung und Genauigkeit im Konflikt zwischen 2D und 3D*, 2011. Publikationen der DGPF.

38. VDI Verein Deutscher Ingenieure e.V. VDI 6200:2010-02, *Standsicherheit von Bauwerken - Regelmäßige Überprüfung*. Berlin: Beuth Verlag GmbH.

# Anlagen

# A-1 Anwendungen geodätischer Mess- und Erfassungsverfahren auf Liegenschaften des Bundes

## Anzuwendende Mess- und Erfassungsverfahren

### A-1.1 Grundsätze

(1) Die anzuwendenden Mess- und Erfassungsverfahren sind den Anforderungen der jeweiligen Aufgabenstellung anzupassen. Dabei wird im Wesentlichen unterschieden nach:

- Terrestrischen Messverfahren (Tachymetrie, Geometrisches Nivellement, Terrestrisches Laserscanning),
- Satellitengestützter Positionsbestimmung und
- Photogrammetrischen Messverfahren.

## Hinweise zur Anwendung der Messverfahren

(2) Im Folgenden werden Hinweise zur Anwendung der Messverfahren gegeben, die bei der Erbringung von Vermessungsleistungen auf Liegenschaften des Bundes zu berücksichtigen sind. Ferner werden für bestimmte Messverfahren Nachweise definiert, welche zusätzlich zu den im Richtlinientext geforderten Nachweisen zu erbringen sind.

## Typische Anwendungen terrestrischer und satellitengeodätischer Messverfahren

### A-1.2 Anwendungen terrestrischer und satellitengeodätischer Messverfahren

(1) Nachfolgend werden typische Anwendungen terrestrischer und satellitengeodätischer Messverfahren aufgeführt, welche für die vermessungstechnischen Aufgabenstellungen gemäß dieser Richtlinien angewendet werden können. Sie sollen als Orientierungshilfe für die Prüfung von Angeboten von Vermessungsleistungen dienen.

Messverfahren/ Anwendung	Tachymetrie	GNSS-Verfahren	Geometrisches Nivellement
<b>Geodätischer Raumbezug</b>	Bestimmung von LAP zwecks Verdichtung des amtl. Systems Passpunkte für Befliegungen Höhenbestimmung von LAP	Bestimmung von LAP zwecks Verdichtung des amtl. Systems und Passpunkten für Befliegungen Bestimmung temporärer Anschlusspunkte gemäß Abschnitt 3.6	Bestimmung von Höhenfestpunkten zwecks Verdichtung des amtl. Systems und Passpunkten für Befliegungen
<b>Topographische Geländeaufnahme für Planung und Bestand</b>	Bestimmung von Punktorten topographischer Objekte	Lagebestimmung von Punktorten topographischer Objekte Höhenverlauf des Geländes bei geringen Anforderungen an die Höhengenaugigkeit (z. B. OGH0 bis OGH2)	Höhenbestimmungen von Punktorten spezieller topographischer Objekte wie Schachtdeckel, -sohle
<b>Gebäudeaufmaß</b>	Bestimmung einfacher Gebäudegeometrie		Übertragung von Höhenniveaus auf Geschosse
<b>Absteckung</b>	Übertragung von Achsen bzw. achsnahen Punkten für die Bauausführung	Übertragung von Achsen bzw. achsnahen Punkten für die Bauausführung	Höhenkontrolle der Achse bzw. achsnaher Bezugspunkte
<b>Abnahme</b>	Kontrolle von Bauwerksabmessungen	Kontrolle von Bauwerksabmessungen	Dokumentation von Querneigung und Gradienten befahrbarer Flächen
<b>Überwachungs- messung</b>	Bestimmung von Punktverschiebungen an Böschungen, Ingenieurbauwerken und Gebäuden Bauwerksmonitoring	Bestimmung von Punktverschiebungen an Böschungen Bauwerksmonitoring	Bestimmung von Setzungen an Ingenieurbauwerken und Gebäuden

Beispiele für Anwendungen terrestrischer und satellitengeodätischer Messverfahren auf Liegenschaften des Bundes

### A-1.3 Typische Erfassungsmethoden zur Erreichung der geforderten Genauigkeiten

**Grundsätze der Zuordnung der Erfassungsmethoden zu den Genauigkeitsklassen**

(1) Die einzuhaltenden Genauigkeiten von Vermessungsergebnissen werden gemäß den in Abschnitt 2.2 definierten Genauigkeitsklassen für Lage und Höhen von Objektpunkten vorgegeben. Für die Abschätzung der sachgerechten Verwendung von Erfassungsmethoden werden nachfolgend den definierten Genauigkeitsklassen mögliche Erfassungsmethoden als Orientierungshilfe zugeordnet. Grundsätzlich sind jedoch alle Erfassungsmethoden zugelassen, mit welchen die geforderten Genauigkeiten unter Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit erreicht werden können.

**Getrennte Genauigkeitsanforderungen nach Lage und Höhe**

(2) Die Zuordnung der Erfassungsmethoden erfolgt entsprechend DIN 18710-1 getrennt nach Lage- und Höhengenaugkeitsklassen. Für die dreidimensionale Genauigkeit von Objektpunkten sind die Angaben der nachfolgenden zwei Tabellen sinngemäß zu kombinieren.

**Zuordnungen von Erfassungsmethoden zu den Lagegenauigkeitsklassen**

(3) In nachfolgend aufgeführter Tabelle werden Zuordnungen von Erfassungsmethoden zu den sechs Klassen für die Lagegenauigkeit vorgenommen. In aller Regel umfassen die Genauigkeitsanforderungen an die Lage von Objektpunkten auf Liegenschaften des Bundes die Klassen OGL0 bis OGL3. Hohe (OGL4) und höchste (OGL5) Lagegenauigkeitsanforderungen sind im Wesentlichen speziellen Aufgabenstellungen, wie z. B. Überwachungsmessungen an Bauwerken und Gebäuden oder der Bestimmung von Passungen im Maschinen- und Anlagenbau vorbehalten.

Klasse	Erfassungsmethode
OGL0	Luftbildphotogrammetrie, Luftbildinterpretation in georeferenzierten Orthophotos einfache terrestrische Messverfahren, z. B. Maßbandmessungen zu ausgezeichneten Topographischen Objekten einfache satellitengeodätische Messverfahren mit Bezug auf eine eigene Referenzstation oder zu einem einfachen Referenzstationsdienst (z. B. SAPOS EPS)
OGL1	Satellitengestützte Messverfahren mittlerer Genauigkeit mit eigener Referenzstation oder Nutzung eines hochpräzisen Positionierungsdienstes (z. B. SAPOS HEPS) tachymetrische Messverfahren geringerer Genauigkeit Handaufmaß in Bezug zu vorhandener Geometrie
OGL2	Tachymetrie mit Anschluss an ein Lagefestpunktfeld (LAP, Festpunkte der Vermessungsverwaltungen) oder an temporäre, satellitengestützte Anschlusspunkte (Standardmessverfahren) Präzise differentielle satellitengestützte Positionierungsverfahren (PDGPS) mit eigener Referenzstation oder mit Anschluss an einen hochgenauen Positionierungsservice (z. B. SAPOS HEPS)
OGL3	Tachymetrie (Standardmessverfahren) präzise differentielle, satellitengestützte Positionierungsverfahren (PDGPS) mit hohen Lagegenauigkeiten, z. B. statische, quasistatische oder RTK-GNSS-Messverfahren
OGL4	Präzisionstachymetrie (Standardmessverfahren) hochgenaue, langzeitstatische GNSS-Verfahren (Beobachtungsdauer > 1h) mit Individualkalibrierung der GNSS-Antennen Verfahren der Nahbereichsphotogrammetrie
OGL5	Lasertracker (Standardmessverfahren) Tachymetrie höchster Genauigkeit hochgenaue Verfahren der Nahbereichsphotogrammetrie

Erfassungsmethoden zum Erreichen der geforderten Lagegenauigkeit

(4) Für Planungs- und Bauaufgaben sowie für die Bestandsdokumentation von Objekten werden überwiegend Höhengenaugigkeiten gemäß den Klassen OGH0 bis OGH3 gefordert. Lediglich bei speziellen Anforderungen an die Höhengenaugigkeit, z. B. bei Setzungsmessungen an Bauwerken und Gebäuden sowie bei der Höhenabsteckung von Maschinen und Anlagen, sind in aller Regel Höhengenaugigkeiten der Klassen OGH4 oder OGH5 einzuhalten.

Zuordnungen von Erfassungsmethoden zu den Höhengenaugigkeitsklassen

## Erfassungsmethoden zum Erreichen der geforderten Höhengenaugkeit

Klasse	Erfassungsmethode
OGH0	Luftbildphotogrammetrie Terrestrisches oder airborne Laserscanning mobiles Laserscanning (MLS) satellitengestützte Messverfahren mittlerer Genauigkeit
OGH1	Tachymetrische Höhenbestimmung einfacher Genauigkeit satellitengestützte Messverfahren mit Verwendung eigener Referenzstationen oder hochpräziser Positionierungsdienste (z. B. SAPOS HEPS) Terrestrisches Laserscanning Luftbildphotogrammetrie von bemannten und unbemannten Trägerplattformen
OGH2	Trigonometrische Höhenbestimmung mittlerer Genauigkeit (Standardmessverfahren) einfaches Nivellement bzw. Baunivellement einfache Verfahren der Nahbereichsphotogrammetrie (Architekturphotogrammetrie)
OGH3	Technisches Nivellement bzw. Ingenieurnivellement (Standardmessverfahren) präzise trigonometrische Höhenbestimmung Verfahren der Nahbereichsphotogrammetrie mittlerer Genauigkeit
OGH4	Fein-/Präzisionsnivellement (Standardmessverfahren) Verfahren der Nahbereichsphotogrammetrie hoher Genauigkeit Methoden des Lasertrackings
OGH5	Fein-/Präzisionsnivellement (Standardmessverfahren) Verfahren der Nahbereichsphotogrammetrie höchster Genauigkeit Anwendungen des Lasertrackings sowie weiterer Verfahren der industriellen Messtechnik

## A-2 Messverfahren der Satellitengeodäsie

### A-2.1 Grundsätze und Begriffsbestimmungen

(1) Als Messverfahren der Satellitengeodäsie im Sinne dieser Richtlinien sind diejenigen anzusehen, die ausschließlich oder in Kombination mit anderen Messverfahren globale satellitengestützte Navigationssysteme – Global Navigation Satellite Systems (GNSS), wie z. B. GPS, GLONASS und/oder GALILEO – nutzen.

**Begriffsbestimmung**

(2) Es sind ausschließlich präzise differenzielle GNSS-Messverfahren zulässig, deren Ergebnisse die Anforderungen an die Lage- und Höhengenaugigkeit zuverlässig und wirtschaftlich erfüllen.

**Messverfahren**

(3) Die Koordinaten der durch GNSS-Messungen bestimmten Punkte sind grundsätzlich im einheitlichen, liegenschaftsbezogenen Raumbezugssystem abzubilden. Dazu sind die originären Messergebnisse durch Transformationen und/oder Umformungen in das liegenschaftsbezogene Raumbezugssystem zu überführen. Die Überführung der Koordinaten ist durch Messungen von Kontrollpunkten (Ziffer A-2.2.3 der Anlagen) zu überprüfen. Die Ergebnisse sind nachvollziehbar aufzubereiten und nachzuweisen.

**Bezugssysteme**

(4) GNSS-Messungen können bei schwierigen Umfeldbedingungen (z. B. tiefe Geländeeinschnitte, Abschattung durch Bäume, Reflexionsflächen und elektromagnetische Strahlungsquellen in der Nähe des Punktes) gestört werden und signifikante Ausreißer in den Messwerten sind nicht auszuschließen. Diese zeigen sich u. a. durch:

**GNSS-Messungen bei schwierigen Umfeldbedingungen**

- lange Initialisierungszeiten (> 3 min),
- oft wiederkehrende Verluste der Initialisierung,
- große PDOP-Werte ( $PDOP > 5$ ) sowie
- besondere atmosphärische Einflüsse (Gewitter, hohe ionosphärische Aktivität).

In diesen Fällen ist zu entscheiden, ob durch verlängerte Messzeiten pro Punkt die erforderlichen Genauigkeiten erzielt werden können oder anstatt GNSS-Messungen alternative Messverfahren (z. B. Tachymetrie) anzuwenden sind.

## A-2.2 Planung und Durchführung von GNSS-Messungen

### A-2.2.1 Planung

#### Punktauswahlkriterien

(1) Bei der Punktbestimmung durch GNSS-Messungen sind bei der Punktauswahl nachfolgende Kriterien zu berücksichtigen:

- der zentrische Aufbau der Satellitenantenne über dem Standpunkt ist zu gewährleisten,
- die Abschattung der Satelliten durch umstehende Hindernisse wie Bewuchs, Topographie oder Bebauung darf grundsätzlich einen maximalen Elevationswinkel von  $15^\circ$  nicht übersteigen,
- Signalstörungen durch Reflexionen (Mehrweg-Effekte) und Signalbeugung an Objekten im Strahlungsweg sind zu vermeiden; deshalb sind ein ausreichender Abstand zu reflektierenden Oberflächen, z. B. Gebäudewänden, ruhendem Verkehr, stark befahrenen Straßen sowie Wasseroberflächen, einzuhalten sowie Hindernisse im Strahlungsweg zu vermeiden und
- bei elektromagnetischen Strahlungsquellen, die Störungen des Empfangs der Satellitensignale hervorrufen können, ist ein ausreichender Abstand der Antennenstandorte zu wählen.

### A-2.2.2 Durchführung

#### Koordinatenbestimmung von Festpunkten

(1) Die Bestimmung von Punkten der liegenschaftsbezogenen Festpunktfelder oder Sondernetzpunkten durch GNSS-Verfahren ist durch mindestens zwei voneinander unabhängige Messungen durchzuführen. Für unabhängige Mehrfachbestimmungen eines Punktes müssen jeweils:

- eine veränderte Satellitenkonstellation gegeben sein (zeitlicher Abstand zwischen den Messungen von mindestens 30 Minuten),
- eine genähert gleichmäßige Verteilung der Satelliten in Ost-West- sowie Nord-Süd-Richtung während der Messungen vorliegen,
- ein unabhängiger Neuaufbau der Satellitenantenne auf dem Neupunkt vorgenommen werden sowie
- eine Neuinitialisierung des Satellitenempfängers zwischen den Messungen vorgenommen werden.

Ggf. sind statische GNSS-Messverfahren zu verwenden, um die geforderten Genauigkeiten gewährleisten zu können. Die Beobachtungsdauer pro Session ist an die Genauigkeitsanfor-

derungen anzupassen. Sie sollte jedoch 0,5 Stunden nicht unterschreiten.

(2) Bei Bestandsvermessungen reicht im Regelfall eine einfache Bestimmung der Punkte aus. Die Einhaltung der Genauigkeiten ist sicherzustellen und durch Messungen zu Kontrollpunkten (Ziffer A-2.2.3 der Anlagen) zu überprüfen.

(3) Mit GNSS-Verfahren bestimmte Höhen sind grundsätzlich in dem einheitlichen liegenschaftsbezogenen Höhenbezugssystem zu bestimmen. Dazu sind die Geoidundulationen in Bezug auf das zugrunde liegende Referenzellipsoid zu berücksichtigen. Im Regelfall ist das amtliche Quasigeoid des Bundesamtes für Kartographie und Geodäsie (BKG) als Geoidmodell zu verwenden. Das Bezugssystem der Höhenkoordinaten sowie das verwendete Geoidmodell sind nachzuweisen.

(4) An die GNSS-Messungen sind Korrekturen des Antenneneinflusses anzubringen. Im Regelfall sind aktuelle, typbezogene Kalibrierparameter zu verwenden. Die verwendeten Antennenkorrekturen sind im Messprotokoll nachzuweisen.

### A-2.2.3 Prüfung der GNSS-Messungen

(1) Satellitengeodätische Messungen sind durch die unabhängige Messung von Kontrollpunkten auf Einhaltung der äußeren Systemparameter (Koordinatenreferenzsystem der Ergebnisse, korrekte Antennenhöhe und korrekter Antennentyp, Wahl des richtigen Korrekturdienstes, usw.) zu überprüfen. Kontrollpunkte müssen GNSS-tauglich und eindeutig reproduzierbar sein sowie qualitativ den Anforderungen der aufzunehmenden Messpunkte entsprechen.

In aller Regel sind als Kontrollpunkte bereits auf der Liegenschaft vorhandene, GNSS-taugliche LAP (Abschnitt 3.3) oder Festpunkte der Vermessungsverwaltung zu verwenden.

(2) Prüfungen sind nach jeder Neuinitialisierung des Satellitenempfängers, vor und nach der Messung in einem Aufnahmegebiet bzw. am Beginn und zum Abschluss eines Messtages durchzuführen. Vor jeder Messung der Kontrollpunkte ist der Satellitenempfänger neu zu initialisieren.

(3) Die Überprüfung der GNSS-Messung gilt als einwandfrei, wenn die Differenz zwischen den Sollkoordinaten und berechneten Koordinaten des Kontrollpunktes die größten zulässigen Abweichungen je Koordinatenrichtung von:

$$Z_x, Z_y, Z_z = \pm 0,030 \text{ m}$$

nicht überschreiten.

**Bestandsvermessung mit GNSS-Verfahren**

**Höhenbestimmung mit GNSS-Verfahren**

**Antennenkorrektur**

**Kontrollpunkte**

**Zeitpunkt der Prüfung**

**Zulässige Abweichungen**

**Überschreitung dieses Grenzwertes**

(4) Bei Überschreitung dieses Grenzwertes ist die Überprüfung an mindestens einem weiteren Kontrollpunkt zu wiederholen. Wenn auch bei diesem die Grenzwerte überschritten werden, sind die Messungen unabhängig zu wiederholen oder ein alternatives Messverfahren ist zu verwenden.

**Dokumentation und Nachweis der Prüfungen**

(5) Die Prüfungen sind zu dokumentieren und zusammen mit den Ergebnissen der GNSS-Messungen nachzuweisen.

### A-2.3 Anwendung von GNSS-Messverfahren

**Anwendungsgebiete**

(1) Die satellitengeodätischen Messungen können insbesondere eingesetzt werden für:

- die Lagestimmung der LAP,
- die Bestimmung von temporären und besonderen Anschlusspunkten,
- die Aufnahme von Objektpunkten, insbesondere im freien Gelände mit ausreichender Satellitensichtbarkeit sowie
- die Absteckung projektierter Objekte in der Örtlichkeit,

sofern die jeweiligen Genauigkeitsanforderungen dieser Richtlinien erfüllt werden.

**Bestimmung von Fest- und Anschlusspunkten**

(2) Die Koordinaten für LAP sowie temporäre Anschlusspunkte sind bei jeder Aufstellung aus dem Mittelwert mindestens zweier Einzelmessungen abzuleiten. Dabei wird vor jeder Einzelmessung neu initialisiert.

**Absteckung projektierter Objekte**

(3) Bei der Absteckung projektierter Objekte in der Örtlichkeit sind die abgesteckten Punkte durch unabhängige Wiederholungsmessungen zu kontrollieren. Zwischen der Absteckung und der Wiederholungsmessung ist der GNSS-Empfänger neu zu initialisieren. Eine Kontrolle der Absteckung kann auch durch alternative Messverfahren (z. B. Tachymetrie) vorgenommen werden. Liegen die Koordinatenabweichungen zwischen den Sollwerten aus der Projektierung und den Koordinaten der Wiederholungsmessung außerhalb der geforderten Toleranzen ist die Absteckung des jeweiligen Punktes, ggf. mit alternativen Messverfahren, zu wiederholen.

### A-2.4 Nachweise für GNSS-Messungen

**Umfang der Nachweise für GNSS-Messungen**

(1) Zusätzlich zu den Nachweisen gemäß Kapitel 3, 4 bzw. 5 sind beim Einsatz satellitengeodätischer Messverfahren folgende Unterlagen beizubringen:

- Kontrolle der Messungen auf grobe Fehler gemäß Ziffer A-2.2.3 der Anlagen,
- Geoidmodell bei Höhenbestimmung mit GNSS-Verfahren,

- verwendete Korrekturparameter für die Antennenkorrektur,
- Transformationsparameter, Restabweichungen an den Anschlusspunkten (soweit erforderlich) sowie
- Koordinaten der Neupunkte in den liegenschaftsbezogenen Bezugssystemen.

Bei Punktbestimmungen im LAP-Feld sind ferner beizubringen:

- fortgeschriebene LAP-Übersicht,
- Festpunktnachweise der Neupunkte sowie
- Nachweis der Einhaltung der geforderten Genauigkeit mittels Koordinatendifferenzen zwischen den Mehrfachbestimmungen und endgültige Koordinaten aus der Mittelwertbildung.

(2) Die Nachweise der satellitengeodätischen Messungen sind analog zu den Kapiteln 3, 4 bzw. 5 durch den Aufsteller zu bestätigen und durch die Bauverwaltung zu prüfen.

**Bestätigung und Prüfung der  
Nachweise**

## A-3 Terrestrisches Laserscanning

### A-3.1 Grundsätze

#### Messverfahren und Anwendungsgebiete

(1) Das Terrestrische Laserscanning (TLS) ist ein polares Messverfahren zur dreidimensionalen Objekterfassung. Es ermöglicht eine berührungslose, flächenhafte 3D-Erfassung von Oberflächen, z. B. bei Gebäuden und Bauwerken (innen und außen), Fahrbahnen sowie Geländeoberflächen.

#### Einschränkung der Anwendung des Terrestrischen Laserscannings

(2) Das Laserscanning ist nicht bzw. nur eingeschränkt anzuwenden, wenn die zu erfassende Oberfläche bedeckt ist, z. B. für eine topographische Aufnahme bei starker Verdeckung durch Vegetation.

#### Registrierung

(3) Punktwolken von mehreren Laserscannerstandpunkten sind zu einer Gesamtpunktwolke zu verknüpfen (Registrierung), in der das Aufnahmeobjekt gemäß dem festgelegten Umfang vollständig abgebildet ist.

#### Georeferenzierung

(4) Für die Georeferenzierung von Laserscanneraufnahmen sind dreidimensionale Passpunkte zu verwenden, die den Objektraum umschließen und in ausreichender Anzahl und Verteilung anzulegen sind.

#### Registrierverfahren und Kontrolle der Genauigkeit

(5) Für die Verknüpfung von Punktwolken einzelner Scannerstandpunkte sowie zur Georeferenzierung sind Registrierverfahren anzuwenden, welche die Einhaltung der Genauigkeitsanforderungen für die Objektgeometrie sicherstellen und eine Kontrolle der jeweiligen Genauigkeit sowie der Zuverlässigkeit ermöglichen. Die Ergebnisse der Kontrollen sind nachvollziehbar nachzuweisen.

#### Detaillierungsgrad und Informationsumfang

(6) Für Messungen mittels TLS sind Vorgaben zum Detaillierungsgrad der Aufnahmen zu machen. Es ist vorzugeben, welche Informationen aus den gewonnenen Punktwolken in welcher Form zu modellieren und zu extrahieren sind.

#### Kolorierung der Punktwolken

(7) Zur realitätsnahen Visualisierung der aufgenommenen Objekte können die durch TLS erzeugten Punktwolken optional in Echtfarben koloriert werden.

### A-3.2 Anwendungsgebiete des TLS

#### A-3.2.1 3D-Erfassung von Bauwerks- und Gebäudebestand

#### Erfassung von Bauwerks- und Gebäudebestand

(1) Das Terrestrische Laserscanning, als flächenhaftes dreidimensionales Messverfahren hat sein Haupteinsatzgebiet auf Liegenschaften des Bundes in der Erfassung des 3D-Bauwerks- und Gebäudebestands. Aufgrund der vielseitigen Einsatzmöglichkeiten sind die aufgabenspezifischen Anforderungen individuell im Leistungsverzeichnis festzulegen.

(2) Da die Durchführung von TLS-Messungen sowie die weitere Auswertung der erzeugten Punktwolken abhängig vom späteren abzuliefernden Ergebnis sind, muss die Art der Ergebnisse vor Beginn der Messungen definiert sein. Dieses können beispielsweise sein:

- 3D-Punktwolke (unkoloriert/koloriert),
- Grundrisse,
- Vertikalschnitte,
- Orthophotos von Objekten, insbesondere Gebäudefassaden,
- 3D-Flächenmodell,
- 3D-Volumenmodell oder
- BIM-konformes 3D-Modell (objektstrukturiert, ggf. mit fachlicher Attributierung).

**Art der Ergebnisse von TLS-Messungen**

### A-3.2.2 Erfassung der Geländeoberfläche

(1) Für Planungs- und Baumaßnahmen ist die Kenntnis des dreidimensionalen Geländeverlaufs häufig von Bedeutung. Mit dem TLS bietet sich die Möglichkeit, die Geländeoberfläche wirtschaftlich zu erfassen und repräsentativ zu modellieren. Dabei ist jedoch zu beachten, dass Bewuchs auf der Geländeoberfläche die Messungen verfälschen kann. Deshalb sind TLS-Messungen zur Bestimmung der Geländeoberfläche nur durchzuführen, wenn die Bewuchshöhe die Erfassung des Geländeverlaufs innerhalb der Genauigkeitsanforderungen ermöglicht bzw. der Bewuchs durch Filterung aus der Punktwolke mit ausreichender Genauigkeit eliminiert werden kann.

**Erfassung der Geländeoberfläche mit TLS**

### A-3.2.3 Messprogramm für TLS-Messungen

(1) Vor der Durchführung von TLS-Messungen ist ein Messprogramm in Anlehnung an DIN 18710-1 zu erstellen und mit der Bauverwaltung abzustimmen. Das Messprogramm für TLS-Messungen muss nachfolgende Spezifikationen erhalten.

**Messprogramm für TLS-Messungen**

(2) Das Aufnahmeobjekt ist eindeutig zu beschreiben und die räumliche Abgrenzung des Aufnahmegebietes festzulegen. Die Abgrenzung des aufzunehmenden Objekts kann beispielsweise auf der Grundlage eines Auszugs aus der Liegenschafts- bzw. Gebäudebestandsdokumentation vorgenommen werden.

**Beschreibung und Abgrenzung des Aufnahmeobjektes**

(3) Zur Verknüpfung und Georeferenzierung der durch TLS erzeugten Punktwolken sind Passpunkte durch tachymetrische oder satellitengestützte Messungen zu bestimmen, deren Koordinaten bei Bedarf im einheitlichen Raumbezugssystem der Liegen-

**Vorleistungen**

- schaft anzugeben sind. Art und Umfang der zu schaffenden Passpunkte sind im Messprogramm festzulegen.
- Freilegen von Objekten** (4) Zur eindeutigen Bestimmung der Gebäudegeometrie oder des geometrischen Verlaufs von Ver- und Entsorgungsleitungen sind ggf. Vorbauten oder Rohrummantelungen vor der Messungen mit TLS zu entfernen. Die dazu notwendigen Vorleistungen sind im Messprogramm festzulegen.
- Punktdichte am Objekt** (5) Gemäß den Anforderungen an die Genauigkeit und den Detaillierungsgrad der zu erstellenden Gebäude- und Bauwerksmodelle (Ziffer 5.6.4) ist die Punktdichte auf der Objektoberfläche festzulegen, die durch die TLS-Messungen einzuhalten ist.
- Auflösung der Objektgeometrie** (6) Die Auflösung der Objektgeometrie in den TLS-Punktwolken (Rasterweite auf der Objektoberfläche) ist abhängig von der geforderten Detailtiefe des daraus abgeleiteten Modells. Die Detailtiefe beschreibt den Abstraktionsgrad der digitalen Modelle. Vorgaben zur Detailtiefe von Gebäudevermessungen können DIN 1356-6 entnommen werden. Ebenso sind für die Festlegung der Auflösung der Objektgeometrie die Richtwerte in Ziffer 5.6.4 zu beachten.
- Genauigkeit der Objektgeometrie** (7) Die einzuhaltende Genauigkeit der Objektgeometrie in den Ergebnissen von TLS-Messungen ist im Messprogramm festzulegen. Richtwerte für die Genauigkeitsanforderungen von Gebäudevermessungen können Ziffer 5.6.4 entnommen werden. Für andere Objekte, z. B. Verkehrsflächen, sind die Genauigkeitsanforderungen individuell festzulegen.
- Georeferenzierung der Punktwolke** (8) Der geodätische Raumbezug (Kapitel 3 und Ziffer 5.6.2) für die Ergebnisse der TLS-Messung ist vorab im Messprogramm festzulegen. Sollen die Ergebnisse der TLS-Messung im einheitlichen Raumbezugssystem der Liegenschaft (Abschnitt 3.1) abgebildet werden, sind Auszüge aus dem Festpunktfeldnachweis der Liegenschaft der das Aufnahmeobjekt umgebenden liegenschaftsbezogenen Festpunkte zugrunde zu legen. Vor Verwendung der liegenschaftsbezogenen Festpunkte sind diese gemäß den Vorgaben in Kapitel 3 auf Unversehrtheit zu prüfen.
- Echtfarbenerkennung der Punktwolke** (9) Entsprechend der weiteren Verwendung der TLS-Punktwolken für fachliche Aufgabenstellungen ist festzulegen, ob eine Einfärbung der Punktwolke in Echtfarben vorzunehmen ist.

(10) Punktwolken aus TLS-Messungen sind in aller Regel hinsichtlich:

- nicht zum Aufnahmeobjekt gehöriger Punkte, z. B. Nachbarobjekte,
- temporärer Objektpunkte, z. B. durchlaufende Personen oder durchfahrende Fahrzeuge sowie
- Fehlmessungen (z. B. Kometenschweife, stark von der Oberfläche abweichende Punkte, Bewuchs)

durch Filterung zu bereinigen. Art und Umfang der Filterung der Punktwolken ist im Messprogramm festzulegen.

(11) Im Messprogramm ist festzulegen, in welcher Form die Objektgeometrie und ggf. weitere Attribute aus der Punktwolke abzuleiten (Ziffer A-3.2.1 der Anlagen) sind.

(12) Für die Ergebnisse von TLS-Messungen und ggf. daraus abgeleiteter Modelle sind das Datenformat vorab festzulegen. Sind aus den TLS-Punktwolken dreidimensionale Objektmodelle abzuleiten, ist zusätzlich die Datenstruktur vorzugeben. Für TLS-Messungen von Bauwerken und Gebäuden sind die Grundsätze in Abschnitt 5.6 zu berücksichtigen

(13) Bereits im Messprogramm für TLS-Messungen sind die Prüfungskriterien für die Ergebnisse festzulegen. Des Weiteren sollte festgelegt werden, welche Kontrollmessungen zusätzlich durchzuführen sind, mit denen die geometrische Richtigkeit der TLS-Ergebnisse ggf. nachzuweisen sind.

(14) Die Nachweise sind vor der Abgabe durch die ausführende Stelle auf Genauigkeit, Vollständigkeit sowie Fehlerfreiheit zu überprüfen und durch Unterschrift zu bestätigen.

**Filterung der Punktwolke**

**Art der Ergebnisse**

**Datenformat und Datenstrukturen**

**Prüfkriterien und  
Kontrollmessungen**

**Prüfung und Bestätigung der  
Nachweise**

## A-4 Photogrammetrie

### A-4.1 Photogrammetrische Messverfahren

#### Photogrammetrische Messverfahren

(1) Die Anwendung photogrammetrischer Verfahren auf Liegenschaften des Bundes umfasst im Wesentlichen:

- Verfahren der Luftbildvermessung (Aerophotogrammetrie) mit bemannten und unbemannten Trägerplattformen (unmanned aerial vehicles/UAV) und
- Verfahren der terrestrischen Nahbereichsphotogrammetrie.

#### Anwendungsgebiete

(2) Die Verfahren der Luftbildvermessung werden auf Liegenschaften des Bundes vornehmlich für die Erfassung großflächiger Aufnahmegebiete, z. B. Truppen- oder Standortübungsplätze, angewendet. Demgegenüber umfasst die Anwendung von Verfahren der Nahbereichsphotogrammetrie überwiegend die digitale Dokumentation von Bauwerken und Gebäuden.

### A-4.2 Luftbildphotogrammetrie

#### A-4.2.1 Grundsätze

#### Ergebnisse der Luftbildvermessung

(1) Aus Luftbildvermessungen werden in aller Regel nachfolgende photogrammetrische Standardprodukte als Ergebnis abgeleitet:

- Digitale Orthophotos (DOP),
- Digitale Oberflächenmodelle (DOM),
- 3D-Punktwolken der aufgenommenen Befliegungsgebiete, optional mit Echtfarbentkolorierung,
- Vektormodell zur Ergänzung der digitalen Liegenschaftsbestandsdokumentation nach den Vorgaben des Katalogwerks zum Liegenschaftsbestandsmodell (Modellkatalog LgBestMod, Anhang zur BFR LBestand) sowie
- Luftbildinterpretation.

Darüber hinausgehende Auswertungen der Luftbildvermessung, z. B. die Ableitung von Profilen, sind vor der Befliegung aufgabenbezogen festzulegen.

#### Luftsichtbarkeit der Geländeoberfläche

(2) Die Geländeoberflächen der zu erfassenden Liegenschaften müssen überwiegend luftsichtbar sein und der Aufwand für terrestrische Nachmessungen so gering wie möglich gehalten werden.

(3) Die Ergebnisse der Luftbildvermessung sind im einheitlichen liegenschaftsbezogenen Raumbezugssystem (Kapitel 3) zu bestimmen.

(4) Die Genauigkeit und der Aufnahmemaßstab der Luftbildvermessung sind den Anforderungen der baufachlichen Aufgaben anzupassen, für deren Zweck die Messungen durchgeführt werden.

#### A-4.2.2 Pass- und Kontrollpunkte

(1) Pass- und Kontrollpunkte für die Georeferenzierung der Ergebnisse bzw. deren Kontrolle werden als temporäre Punkte eingerichtet, die für die Dauer der Luftbildvermessung Bestand haben müssen. Werden die Passpunkte auch für topographische Anschlussmessungen genutzt, sind die Vorgaben des Kapitels 3 zu beachten.

(2) Es sind mindestens sechs Passpunkte mit Lage- und Höhenkoordinaten im Befliegungsgebiet zu bestimmen. Pro 100 Bilder sind zwei weitere Passpunkte einzumessen. Die Anordnung der Passpunkte ist so zu wählen, dass die geforderte Genauigkeit der Ergebnisse gewährleistet wird.

(3) Im Befliegungsgebiet sind mindestens drei unabhängige, flächenhaft verteilte Kontrollpunkte nach den gleichen Prinzipien wie Passpunkte zu bestimmen. Pro 100 Bilder ist ein weiterer Kontrollpunkt zu bestimmen.

(4) Luftsichtbare liegenschaftsbezogene Festpunkte im Aufnahmegebiet sowie Festpunkte der Vermessungsverwaltung sind als Passpunkte zu verwenden, wenn sie den Auswertegenauigkeiten genügen.

(5) Die verwendeten Anschlusspunkte bei der Passpunktbestimmung (LAP, LHP sowie Festpunkte der Vermessungsverwaltung) sind gemäß der Vorgaben in Kapitel 3 auf Veränderungen der Punktmarke in der Örtlichkeit zu überprüfen. Die Überprüfung ist nachzuweisen.

(6) Die Messungen zur Bestimmung der Pass- und Kontrollpunkte sind durchgreifend zu kontrollieren. Die Genauigkeit der Punktbestimmung sowie die Kontrollen sind nachzuweisen.

#### A-4.2.3 Bildflug

(1) Es ist für jeden Bildflug eine Flugplanung unter Berücksichtigung nachfolgender Kriterien aufzustellen. Die Flugplanung ist vor der Durchführung des Bildfluges durch die Bauverwaltung zu genehmigen.

#### Bezugssysteme

#### Genauigkeit und Aufnahmemaßstab

#### Anlagegrundsätze

#### Bestimmung der Passpunkte

#### Bestimmung der Kontrollpunkte

#### Verwendung vorhandener Festpunkte

#### Prüfen der Anschlusspunkte

#### Kontrolle und Nachweis der Messungen

#### Flugplanung und Genehmigung

<b>Bodenauflösung, Luftbildkamera, Flughöhe und Bildmaßstab</b>	(2) Die Wahl der digitalen Luftbildkamera, der Flughöhe und des sich daraus ergebenden Bildmaßstabes ist der vorgegebenen Bodenauflösung (Ground Sample Distance/GSD) anzupassen. Im Regelfall soll die Bodenauflösung mindestens 0,2 m betragen. Die Bodenauflösung gilt für den tiefsten Geländepunkt des Bildfluggebietes. Für die Aufnahme eines Befliegungsgebietes ist grundsätzlich nur eine Luftbildkamera zulässig.
<b>Bewegungsunschärfe</b>	(3) Auslösezeit und Fluggeschwindigkeit sind so aufeinander abzustimmen, dass die Bewegungsunschärfe die vorgegebene Bodenauflösung nicht überschreitet.
<b>Kalibrierung der Kamera</b>	(4) Die eingesetzte Luftbildkamera ist zu kalibrieren. Die Kalibrierung ist nachzuweisen.
<b>Gebietsabdeckung</b>	(5) Der Bildflug ist so durchzuführen, dass eine lückenlose sichere stereoskopische Erfassung und Auswertung des Befliegungsgebietes, einschließlich der Gebietsgrenzen, möglich ist.
<b>Längs- und Querüberdeckung</b>	(6) Die Überdeckung der Luftbilder darf in Längsrichtung 60 % und in Querrichtung 30 % nicht unterschreiten. Die geforderten Überdeckungsverhältnisse sind am höchsten Geländepunkt zu erreichen.
<b>Flugachsen</b>	(7) Die Flugachsen sind so zu legen, dass mit dem kürzesten Flugweg und der geringsten Bildflugzeit die vollständige Erfassung des Befliegungsgebietes erreicht wird. Der Bildflug ist vornehmlich in West-Ost- bzw. Ost-West-Richtung durchzuführen.

#### A-4.2.4 Auswertungen

##### A-4.2.4.1 Georeferenzierung

<b>Georeferenzierung</b>	(1) Der Bildverband eines Befliegungsgebietes ist mittels Verfahren der Aerotriangulation zu orientieren und anhand der Passpunkte zu georeferenzieren.
<b>Kontrolle anhand von Pass- und unabhängigen Kontrollpunkten</b>	(2) Die Georeferenzierung ist anhand der Pass- und Kontrollpunkte auf Einhaltung der Genauigkeit zu überprüfen. Dabei müssen die mittleren Residuen für Lage- und Höhenkoordinaten an den Passpunkten jeweils kleiner sein als die zweifache Bodenauflösung.

Die mittleren Abweichungen in Lage und Höhe an den unabhängigen Kontrollpunkten dürfen das Dreifache der Bodenauflösung nicht überschreiten.

#### A-4.2.4.2 Vektorformat

(1) Auswertungen der Luftbilder im Vektorformat werden vornehmlich für die Schaffung von dreidimensionalen Planungsgrundlagen sowie zur Ergänzung der Liegenschaftsbestandsdokumentation eingesetzt.

(2) Art und Umfang der Auswertung sind im Einzelfall auf der Grundlage des Katalogwerks zum Liegenschaftsbestandsmodell (Modellkatalog LgBestMod, Anhang zur BFR LBestand) festzulegen. Auswertungen für Planungen gemäß Kapitel 4 sind den Anforderungen der Planungsaufgabe anzupassen.

(3) Kleinmaßstäbliche Auswertungen von Luftbildvermessungen, deren Auswertemaßstab kleiner als der Basismaßstab 1:500 des Modellkatalogs ist, sind in Art und Umfang aufgabenbezogen zu definieren.

#### A-4.2.4.3 3D-Punktwolke

(1) 3D-Punktwolken aus Luftbildern werden für die Ableitung von Digitalen Oberflächenmodellen (DOM) oder Digitalen Geländemodellen verwendet. Des Weiteren werden diese auch direkt für dreidimensionale Planungsaufgaben sowie für Kollisionsprüfungen angewendet.

(2) Aus Luftbildern werden 3D-Punktwolken über Verfahren der Bildkorrelation (Dense Image Matching) gewonnen. Dazu muss die Oberfläche des Bildfluggebietes ausreichende Kontrastunterschiede aufweisen.

(3) Die Dichte der zu erzeugenden Punktwolke ist vorab festzulegen. Als Richtwert sollte die Punktwolkendichte um den Faktor 3 kleiner als die Bodenauflösung sein.

(4) Die 3D-Punktwolken sind hinsichtlich Fehlmessungen zu bereinigen. Dabei sind u. a. Artefakte sowie in Bezug auf die Oberfläche des Bearbeitungsgebiets zu hoch oder zu tief liegende Punkte zu eliminieren. Grenzwerte für die Filterung sind so zu wählen, dass der Oberflächenverlauf des Aufnahmegebiets ohne Lücken und in ausreichender Genauigkeit wiedergegeben wird.

(5) Für eine realitätsnahe Darstellung der Punktwolke können die Punkte durch Mapping der Luftbilder optional koloriert werden. Dazu sind die Luftbilder radiometrisch anzugleichen, so dass harmonische Bildübergänge vorhanden sind.

#### A-4.2.4.4 Digitale Oberflächenmodelle/Digitale Geländemodelle

(1) Das digitale Oberflächenmodell (DOM) repräsentiert die Erdoberfläche samt allen darauf befindlichen Objekten (Bebauung, Straßen, Bewuchs, Gewässer, usw.). Es wird aus den Luftbildern entweder durch stereoskopische Auswertung oder über Verfahren der Bildkorrelation (Dense Image Matching) abgeleitet.

Anwendungsbereiche und Strukturierung

Art und Umfang der Auswertung

Kleinmaßstäbliche Auswertungen

Anwendungsgebiet

Voraussetzungen zur Erzeugung von 3D-Punktwolken

Dichte der Punktwolke

Filterung der Punktwolke

Kolorierung der Punktwolke

Definition DOM

<b>Definition DGM</b>	(2) Werden aus dem digitalen Oberflächenmodell die auf der Erdoberfläche befindlichen Objekte eliminiert, entsteht ein digitales Geländemodell (DGM).
<b>Anwendungsgebiete</b>	(3) Digitale Oberflächenmodelle oder digitale Geländemodelle bilden die Grundlage für Planungs- und Fachaufgaben, bei denen der Höhenverlauf des Geländes und ggf. der darauf befindlichen Objekte erforderlich ist.
<b>Bodenauflösung</b>	(4) Für beide Modellformen ist die jeweilige Rasterweite (Bodenauflösung) vor der Befliegung vorzugeben. Die Bodenauslösung des Bildfluges ist darauf anzupassen. Dabei soll im Regelfall die Bodenauflösung der Befliegung 30 % der Rasterweite des Modells nicht überschreiten.
<b>Struktur der zu erstellenden Modelle</b>	(5) Die Struktur der zu erstellenden Modelle ist aufgabenbezogen festzulegen. In aller Regel sind die Modelle als unregelmäßige Dreiecksnetze (Tringulated Irregular Networks/TIN) oder gleichmäßige Rastermodelle zu erzeugen. Die Weite eines gleichmäßigen Rasters ist so zu wählen, dass die darin enthaltenen Höheninformationen den Vorgaben der Höhengenaugkeit genügen.
<b>A-4.2.4.5 Orthophotopläne</b>	
<b>Anwendungsbereiche</b>	(1) Für Fachaufgaben ohne direkten Höhenbezug, z. B. Biotopkartierungen oder Altlastenerkundungen, können für unbebaute Bereiche der Liegenschaft Orthophotopläne erstellt werden.
<b>Maßstabswahl</b>	(2) Der Maßstab ist aufgabenspezifisch festzulegen.
<b>Rahmenpläne</b>	(3) Orthophotopläne sind als Rahmenpläne in einem einheitlichen Blattschnitt zu erstellen und parallel zu den Koordinatenachsen des einheitlichen liegenschaftsbezogenen Lagebezugssystems auszurichten. Die Blätter sind eindeutig zu nummerieren.
<b>Datenaufbereitung und Datenaustausch</b>	(4) Orthophotopläne sind digital aufzubereiten und entsprechend der Vorgaben für den Datenaustausch (Kapitel 6) im Rasterformat zu übergeben. Für jedes Blatt eines Orthophotoplanes sind die Koordinaten der linken unteren Ecke sowie der Orientierung im einheitlichen Lagebezugssystem der Liegenschaft zu bestimmen. Die Blattnummer, die Koordinaten der linken unteren Ecke des Blattes, die Orientierung sowie der zugehörige Dateiname sind tabellarisch nachzuweisen.

#### A-4.2.4.6 Luftbildinterpretation

- (1) Für den Nachweis flächenhafter Sachverhalte mit geringen geometrischen Genauigkeitsanforderungen, z. B. die Festlegung kontaminationsverdächtiger Flächen (KVF) in Phase 1 der Altlastenerkundung sowie Biotopkartierungen, können Luftbilder interpretiert und die Begrenzungslinien auf der Grundlage einer vorhandenen Liegenschaftsbestandsdokumentation vektoriell festgelegt werden.
- (2) Art, Umfang und Genauigkeit der Ergebnisse der Luftbildinterpretation sind im Katalogwerk des Liegenschaftsbestandsmodells (Modellkatalog LgBestMod, Anhang zur BFR LBestand) geregelt.
- (3) Die Luftbildaufnahmen sind entsprechend den aufgabenspezifischen Vorgaben, z. B. Infrarotaufnahmen für die Aufdeckung von Vegetationsschäden, auszuführen.
- (4) Die Luftbilder sind vor der Interpretation zu entzerren bzw. es sind Orthophotos herzustellen.
- (5) Die Ergebnisse der Luftbildinterpretation sind lagemäßig im einheitlichen liegenschaftsbezogenen Lagebezugssystem anzugeben.

Anwendungsbereiche

Datenstrukturierung

Durchführung der Luftbildaufnahmen

Aufbereitung der Luftbilder

Bezugssystem

#### A-4.2.5 Nachweise der Luftbildvermessung

- (1) Für die Luftbildvermessung sind folgende Nachweise zu erbringen:
  - Kalibrierung der Luftbildkamera,
  - Überprüfung der Anschlusspunkte für die Passpunktbestimmung,
  - Nachweise zur Bestimmung von LAP/LHP (Kapitel 3),
  - Ergebnisse der Passpunkt- und Kontrollmessungen,
  - Ergebnisse der Georeferenzierung,
  - Nachweis über die Einhaltung der genehmigten Bildflugplanung,
  - aufbereitete Messergebnisse in digitaler Form sowie
  - bei Orthophotoplänen: Blattnummerierung, Geocodierung der linken unteren Ecke und Dateizuordnung.
- (2) Die Nachweise der Luftbildvermessung sind vor der Abgabe durch die ausführende Stelle auf Genauigkeit, Vollständigkeit sowie Fehlerfreiheit zu überprüfen und durch Unterschrift zu bestätigen.

Umfang der Nachweise

Prüfung und Bestätigung der Nachweise

## A-4.3 Nahbereichsphotogrammetrie

### A-4.3.1 Grundsätze

Produkte der Nahbereichsphotogrammetrie

(1) Mit Hilfe der Verfahren der Nahbereichsphotogrammetrie werden in der Regel nachfolgende Standardprodukte als Ergebnis erzeugt:

- 3D-Punktwolke der aufgenommenen Objektgeometrie, optional mit Echtfarbenkolorierung,
- Strukturierte dreidimensionale Gebäudebestandsmodelle, z. B. gemäß den Vorgaben in Abschnitt 5.6,
- Orthophotos bzw. Orthophotopläne von Gebäudefassaden sowie
- Fassadenpläne im Vektorformat.

Kombination mit weiteren Messverfahren

(2) Zur Erfassung von Bauwerks- und Gebäudegeometrie können die Verfahren der Nahbereichsphotogrammetrie mit weiteren Messverfahren, z. B. Tachymetrie oder Terrestrischem Laserscanning, kombiniert werden. Dazu ist durch koordinatenmäßig bestimmte Verknüpfungspunkte sicherzustellen, dass die Ergebnisse der jeweiligen Messverfahren in ein einheitliches Raumzugssystem überführt und dadurch verknüpft werden können.

Festlegen der Genauigkeitsanforderungen

(3) Die Genauigkeit der mit Verfahren der Nahbereichsphotogrammetrie gewonnenen Ergebnisse ist aufgabenspezifisch festzulegen. Für die Erfassung von Bauwerken und Gebäuden zum Zwecke der Gebäudebestandsdokumentation sind die Ausführungen im Abschnitt 5.6 zu beachten.

Auswahl der Kamera

(4) Für die Bilderfassung sind Kameras zu verwenden, welche die geforderte Genauigkeit der aus den Bildern abgeleiteten Ergebnisse ermöglichen. Es ist sicherzustellen, dass sich die Abbildungsverhältnisse der verwendeten Kamera während der Aufnahme eines Bildverbands nicht ändern.

Kamerakalibrierung

(5) Die verwendeten Kameras sind hinsichtlich Abweichungen von den idealen Abbildungsverhältnissen zu kalibrieren. Die Kalibrierung ist nachzuweisen und die Kalibrierparameter sind an die Messwerte anzubringen.

### A-4.3.2 Pass- und Kontrollpunkte

Verwendungszweck

(1) Für die Georeferenzierung der Ergebnisse sind Pass- und Kontrollpunkte im Objektraum einzurichten und koordinatenmäßig zu bestimmen. Pass- und Kontrollpunkte sind als temporäre Punkte zu vermarken, die nach der Durchführung der Messungen ohne Schäden am Objekt zu beseitigen sind.

(2) Für Pass- und Kontrollpunkte sind die Koordinaten in einem einheitlichen Raumbezugssystem mittels anderer geeigneter Messverfahren, z. B. Tachymetrie, zu bestimmen. Das zu verwendende Raumbezugssystem ist vor den Messungen festzulegen. Bei Verwendung des einheitlichen liegenschaftsbezogenen Raumbezugssystem, sind liegenschaftsbezogenen Festpunkte (LAP und LHP) im Umfeld des Aufnahmeobjektes als Anschlusspunkte zu verwenden. Die Anschlusspunkte sind nach den in Kapitel 3 aufgeführten Kriterien auf Veränderung zu prüfen.

**Einheitlicher Raumbezug**

(3) Es sind mindestens sechs Passpunkte am oder im direkten Umfeld des Aufnahmeobjektes zu bestimmen. Durch die Anordnung der Passpunkte ist sicherzustellen, dass die geforderte Genauigkeit der Ergebnisse erreicht werden kann. Die Ergebnisse der Passpunktbestimmung sind nachzuweisen.

**Anzahl und Anordnung der Passpunkte**

(4) Zusätzlich zu den Passpunkten sind mindestens drei unabhängige Kontrollpunkte auf dem Objekt oder in dessen unmittelbarem Umfeld koordinatenmäßig zu bestimmen, anhand derer die Genauigkeit der Ergebnisse unabhängig kontrolliert werden kann.

**Anzahl und Anordnung von Kontrollpunkten**

### A-4.3.3 Aufnahme der Bilder

(1) Die Bilder sind in aller Regel als konvergente Schrägaufnahmen zu erfassen. Dabei ist sicherzustellen, dass die Überlappung der Bilder 80 % in Längsrichtung und 60 % in Querrichtung nicht unterschreitet.

**Aufnahmeanordnung und Überlappung**

(2) Die Aufnahmeentfernung ist so zu wählen, dass mit dem genutzten Kamera-/Objektiv-System die geforderte Objektgenauigkeit erzielt werden kann. Ein homogener Bildmaßstab in allen Bildern ist anzustreben. Ferner muss sichergestellt werden, dass die Auflösung auf der Objektoberfläche eine Ableitung der Ergebnisse im notwendigen Detaillierungsgrad erlaubt.

**Aufnahmeentfernung**

(3) Durch die Anordnung der Bilder ist sicherzustellen, dass das zu erfassende Objekt lückenlos ausgewertet werden kann.

**Lückenlose Erfassung der Objektoberfläche**

### A-4.3.4 Auswertungen

#### A-4.3.4.1 Orientierung und Georeferenzierung

(1) Der Bildverband eines Aufnahmeobjektes ist mittels Verfahren der Bündelblockausgleichung zu orientieren und anhand der Passpunkte zu georeferenzieren.

**Verfahren zur Orientierung und Georeferenzierung**

<b>Prüfen der Einhaltung der Genauigkeitsvorgaben</b>	(2) Die Einhaltung der Genauigkeitsvorgaben der Georeferenzierung ist anhand der Pass- und Kontrollpunkte zu überprüfen. Dabei dürfen die Abweichungen an den Passpunkten die zweifache Objektauflösung nicht überschreiten. An den Kontrollpunkten dürfen die Abweichungen das Dreifache der Objektauflösung nicht überschreiten. Die Kontrolle der Orientierung und Georeferenzierung ist nachzuweisen.
<b>Anwendungen</b>	<p><b>A-4.3.4.2 3D-Punktwolke</b></p> <p>(1) 3D-Punktwolken von Bauwerken und Gebäuden werden als Grundlage für die Modellierung der Gebäudegeometrie im Vektorformat verwendet. Ferner lassen sich 3D-Punktwolken als geometrische Grundlage für Kollisionsprüfungen in der Planung von Gebäudeeinbauten und -umbauten verwenden.</p>
<b>Auswerteverfahren</b>	(2) Zur Bestimmung der 3D-Punktwolken aus Bildern werden in aller Regel Auswerteverfahren der Bildkorrelation eingesetzt. Dabei wird vorausgesetzt, dass die Objektoberflächen ausreichend Kontrastunterschiede aufweisen. Ggf. sind Kontrastunterschiede durch die Projektion von Mustern auf die Objektoberfläche zu erzeugen.
<b>Dichte der 3D-Punktwolke</b>	(3) Die Dichte der zu bestimmenden 3D-Punktwolke ist vorab festzulegen. Als Richtwert sollte die Bildauflösung am Objekt maximal 30 % der Punktwolkendichte betragen.
<b>Bereinigung der 3D-Punkte</b>	(4) Art und Umfang der Bereinigung der 3D-Punkte von Artefakten und Fehlmessungen ist vorab festzulegen.
<b>Kolorierung der Punktwolke</b>	(5) Optional können die Punktwolken für eine realitätsnahe Darstellung anhand der aufgenommenen Bilder koloriert werden. Dazu sind die Bilder radiometrisch anzugleichen, so dass harmonische Bildübergänge vorhanden sind.
<b>Einsatzgebiet und Wirtschaftlichkeitsprüfung</b>	<p><b>A-4.3.4.3 Dreidimensionale Gebäudebestandsmodelle</b></p> <p>(1) Insbesondere in Gebäuden mit komplexer Geometrie lassen sich die Verfahren der Nahbereichsphotogrammetrie auch zur Ableitung von 3D-Gebäudemodellen einsetzen. Die Wirtschaftlichkeit dieser Verfahren in Relation zu anderen Messverfahren, z. B. Terrestrisches Laserscanning oder Tachymetrie, ist vorab zu prüfen.</p>
<b>Genauigkeit und Detailtiefe</b>	(2) Hinsichtlich der zu erzielenden Genauigkeit und der Detailtiefe siehe Ziffer 5.6.4 sowie BFR GBestand. Für die Strukturierung der Ergebnisse sind die länderspezifischen Regelungen zu beachten.

#### A-4.3.4.4 Orthophotopläne/Orthophotos

- (1) Insbesondere für die maßgerechte Abbildung von Gebäudefassaden lassen sich Orthophotos oder Orthophotopläne verwenden. Sie stellen eine maßgerechte, senkrechte Abbildung der aufgenommenen Objektoberfläche dar.
- (2) Orthophotopläne werden aus mehreren Orthophotos nahtlos zusammengesetzt. Dazu sind die verwendeten Bilder radiometrisch anzupassen, so dass ein harmonischer Bildübergang entsteht.
- (3) Die Orthophotos bzw. -pläne sind auf eine vorher festzulegende Projektionsebene abzubilden. Dazu sind Passpunkte gemäß den Vorgaben in Ziffer A-4.3.2 der Anlagen auf der Objektoberfläche zu bestimmen.
- (4) Auflösung, Maßstab sowie Farbformat sind vorab festzulegen.

Anwendung

Erstellen von Orthophotoplänen

Festlegung der Projektionsebene

Festlegung von Auflösung, Maßstab, Farbformat

#### A-4.3.4.5 Fassadenpläne im Vektorformat

- (1) Für die Weiterverarbeitung von Fassadenaufnahmen in CAD- oder anderen Programmsystemen können entweder Orthophotos vektorisiert oder die Bildverbände stereoskopisch ausgewertet werden.
- (2) Anforderungen an vektorisierte Fassadenpläne sind individuell festzulegen. Die Vorgaben zur Gebäudebestandsvermessung (Abschnitt 5.6) sind ggf. zu beachten.

Ableiten von Fassadenplänen

Anforderungen an Fassadenpläne

#### A-4.3.5 Nachweise der Nahbereichsphotogrammetrie

- (1) Für die Anwendung der Verfahren der Nahbereichsphotogrammetrie sind folgende Nachweise zu erbringen:
  - Kalibrierung der Kamera,
  - Überprüfung der Anschlusspunkte für die Passpunktbestimmung,
  - Nachweise zur Bestimmung von LAP/LHP (Kapitel 3),
  - Ergebnisse der Passpunkt- und Kontrollmessungen,
  - Ergebnisse der Georeferenzierung sowie
  - aufbereitete Messergebnisse in digitaler Form.
- (2) Die Nachweise sind vor der Abgabe durch die ausführende Stelle auf Genauigkeit, Vollständigkeit sowie Fehlerfreiheit zu überprüfen und durch Unterschrift zu bestätigen.

Umfang der Nachweise

Prüfung und Bestätigung der Nachweise

### A-4.4 Airborne Laserscanning

Anwendung des Airborne Laserscannings

(1) Zur Erstellung von Höhenmodellen der Liegenschaften, Digitale Oberflächenmodelle oder Digitale Geländemodelle, können die Verfahren des Airborne Laserscannings eingesetzt werden.

Anforderungen an das Airborne Laserscanning

(2) Genauigkeitsanforderungen, Detaillierungsgrad sowie Datenaustauschformate sind vor der Messung aufgabenbezogen festzulegen. Die Vorgaben der Luftbildmessung (Abschnitt A-4.2 der Anlagen) sind sinngemäß anzuwenden.

# A-5 Fachspartenspezifische Anforderungen

## A-5.1 Ortung unterirdischer Leitungen

(1) Das Verfahren der Ortung dient zur Lokalisierung, vermessungstechnischen Erfassung und Bestandsdokumentation von unbekanntem, unterirdischen metallischen und nichtmetallischen Leitungen.

Anwendungszweck

(2) Die Ortung unterirdischer Leitungen soll vornehmlich dazu angewandt werden:

Anwendungsfälle

- eine vorhandene Leitungsdokumentation zu ergänzen bzw. zu erweitern oder
- eine digitale Planungsgrundlage zu schaffen, wenn eine aufgabenbezogene Weiterverwendung notwendig ist.

(3) Die Ergebnisse der Ortung sind in die einheitlichen liegenschaftsbezogenen Bezugssysteme (Kapitel 3) zu überführen. Die Ergebnisse der Ortung sind durch Messungen an vorhandene oder vorher zu bestimmende Festpunktfelder anzuschließen. Die Ergebnisse der Messungen und Auswertung sind nachvollziehbar aufzubereiten und nachzuweisen.

Raumbezug

(4) Die Genauigkeiten der georteten Leitungen sind abhängig vom Material und vom Ortungsverfahren. Gemäß dem Leitungsmaterial ist ein geeignetes Ortungsverfahren zu wählen.

Grundsätzlich sind folgende Genauigkeiten einzuhalten:

Lagegenauigkeit	Höhengenauigkeit
< 0,200 m	< 0,200 m

Genauigkeitsgrenzen der Ortungsverfahren

(5) Für das Verfahren der Ortung sind folgende Nachweise zu erbringen:

Nachweise für Ortungsverfahren

- Erläuterungsbericht mit Angabe von Ortungsverfahren, Leitungsart und -material sowie Messverfahren und
- Aufbereitete Messergebnisse in digitaler und ggf. analoger Form.

(6) Die Nachweise sind vor der Abgabe durch die ausführende Stelle auf Genauigkeit, Vollständigkeit sowie Fehlerfreiheit zu überprüfen und durch Unterschrift zu bestätigen.

Prüfung und Bestätigung der Nachweise

## A-5.2 Lokalisierung abwassertechnischer Anlagen

Motivation	(1) Für abwassertechnische Aufgabenstellungen ist die Kenntnis des räumlichen Verlaufs sowohl der Transportleitungen als auch der Anschlussleitungen erforderlich. Sofern diese nicht baubegleitend am offenen Graben vermessen wurden, lässt sich die räumliche Lage von Leitungen nicht mit herkömmlichen Vermessungsverfahren erfassen.
Erfassungsverfahren	(2) Bereits verlegte, nicht zugängliche Leitungen können, abweichend von den Genauigkeitsanforderungen des Katalogwerks zum Liegenschaftsbestandsmodell (Modellkatalog LgBestMod, Anhang zur BFR LBestand) in ihrem räumlichen Verlauf – sowohl in der Lage als auch der Höhe – mit nachfolgenden Verfahren erfasst werden: <ul style="list-style-type: none"><li>• Ortung gemäß Abschnitt A-5.1 der Anlagen sowie</li><li>• Positionssensoren im Kopf von Inspektionskameras.</li></ul>
Raumbezug	(3) Der mit vorgenannten Verfahren bestimmte räumliche Leitungsverlauf ist im einheitlichen Raumbezugssystem der Liegenschaft einzumessen.
Anschlusspunkte für Positionssensoren	(4) Für die Verlaufsermittlung mit Hilfe von Positionssensoren sind in den zugänglichen Bereichen des Abwassersystems (z. B. Schächte) Anschlusspunkte mit dreidimensionalen Koordinaten im einheitlichen liegenschaftsbezogenen Raumbezugssystem zu schaffen, über welche die Messungen der Positionssensoren in das einheitliche Raumbezugssystem der Liegenschaft transformiert werden können. In Absprache mit der Bauverwaltung und dem Inspektionsdienstleister sind mindestens 2 Anschlusspunkte pro Inspektionslauf zu bestimmen. Die Anschlusspunkte müssen Genauigkeitsanforderungen der Genauigkeitsklassen OGL2/OGH2 gemäß Abschnitt 2.2 erfüllen.
Aufbereitung der Messwerte für die Liegenschaftsbestandsdokumentation	(5) Die Messwerte zum räumlichen Leitungsverlauf sowohl aus der Ortung als auch der Positionssensoren sind gemäß dem Katalogwerk zum Liegenschaftsbestandsmodell (Modellkatalog LgBestMod, Anhang zur BFR LBestand) aufzubereiten. Da der räumliche Verlauf über vorgenannte Verfahren lediglich mit Dezimetergenauigkeit bestimmt werden kann, sind die so bestimmten Leitungen mit dem Attribut für das Erfassungsverfahren ERFV Ortung/Konstruktion in der Liegenschaftsbestandsdokumentation zu dokumentieren.
Prüfung und Bestätigung der Nachweise	(6) Die Nachweise sind vor der Abgabe durch die ausführende Stelle auf Genauigkeit, Vollständigkeit sowie Fehlerfreiheit zu überprüfen und durch Unterschrift zu bestätigen.

# Impressum

## Herausgeber

Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat  
Alt-Moabit 140  
10557 Berlin

Bundesministerium der Verteidigung  
Fontainengraben 150  
53123 Bonn

## Bezugsquelle/Ansprechpartner

Geschäftsstelle des Bund-Länder-Arbeitskreises Vermessung beim  
Landesamt GeoInformation Bremen  
Lloydstraße 4  
28217 Bremen  
[www.bfrvermessung.de](http://www.bfrvermessung.de)  
[info@bfrvermessung.de](mailto:info@bfrvermessung.de)  
Tel +49 (0)421 361-2752

## Stand

September 2018

## Druck

Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung, Bonn

## Gestaltung

Geschäftsstelle des Bund-Länder-Arbeitskreises Vermessung, Bremen

## Text

Geschäftsstelle des Bund-Länder-Arbeitskreises Vermessung, Bremen  
in Zusammenarbeit mit dem Bund-Länder-Arbeitskreis Vermessung und dessen  
Arbeitsgruppe Fachthemen

## Bildnachweis

Titelbild: Prof. Dr.-Ing. Heinz Runne, i. A. Geschäftsstelle des Bund-Länder-  
Arbeitskreises Vermessung, Bremen

[www.bfrvermessung.de](http://www.bfrvermessung.de)