



Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg

GNSS-Testfelder und Durchführungshinweise zur Überprüfung von GNSS-Ausrüstungen

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	1
2	GNSS-Testfeld	2
2.1	Aufbau und Vermarkung eines GNSS-Testfeldes.....	2
2.2	Überwachung und Überprüfung der GNSS-Testfelder.....	2
3	Überprüfung von GNSS-Ausrüstungen.....	3
3.1	Regelmäßige Überprüfung.....	3
3.2	Ablauf der Überprüfung.....	3
3.3	Auswertung	5
3.4	Nachweis	6
4	GNSS-Testfelder des LGL	7
4.1	GNSS-Testfeld „Deißlingen (Baar)“	8
4.2	GNSS-Testfeld „Hermuthausen“	10
4.3	GNSS-Testfeld „Karlsruhe-Rüppurr“	12
4.4	GNSS-Testfeld „Kemnat (Ostfildern)“	14
4.5	GNSS-Testfeld „Mannheim“	16
4.6	GNSS-Testfeld „Riegel“	18
4.7	GNSS-Testfeld „Osterhofen (Bad Waldsee)“	20
4.8	GNSS-Testfeld „Vaihingen / Enz“	22
5	Betreuung der GNSS-Testfelder	24

Anlagen

- Anlage 1a: GNSS-Testfeldauswerteprotokoll (Muster)
- Anlage 1b: Beispiel: ausgefülltes GNSS-Testfeldauswerteprotokoll
- Anlage 1c: Beispiel: ausgefülltes GNSS-Testfeldauswerteprotokoll
- Anlage 2: GNSS-Testfeldmessung mit DAVID-kaRIBik 4.x (UTM-Version)
- Anlage 3: Auswertung der GNSS-Testfeldmessung

1 Einführung

Das Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg (LGL) hat landesweit GNSS-Testfelder für die Überprüfung von GNSS-Empfängern eingerichtet und stellt diese den Vermessungs- und Flurbereinigungsbehörden, Öffentlich bestellten Vermessungsingenieuren sowie Ingenieurbüros kostenfrei zur Verfügung.

Bei der Durchführung von Liegenschaftsvermessungen dürfen nur Messgeräte verwendet werden, die die Anforderungen nach den Nrn. 21 bis 23 LV-Vorschrift (VwVLV) erfüllen.

Gemäß Nr. 24 VwVLV können GNSS-Empfänger mittels Messung und Auswertung in einem Messlabor oder auf Testnetzen überprüft werden. Im Folgenden wird ein solches Testnetz als GNSS-Testfeld bezeichnet.

Das vorliegende Handbuch beschreibt die Vorgehensweise bei der Überprüfung von GNSS-Ausrüstungen auf diesen Testfeldern. Dieses Dokument samt Anlagen sowie die digitalen Auswertetabellen und NAS-Daten der Testfeldpunkte stehen auf der Webseite von **SAP^{OS}**® Baden-Württemberg kostenfrei zur Verfügung (<http://www.sapos-bw.de/download.php>).

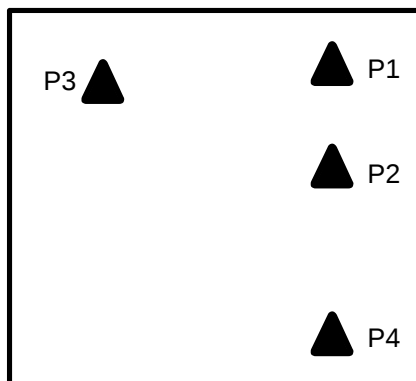
2 GNSS-Testfeld

2.1 Aufbau und Vermarkung eines GNSS-Testfeldes

Jedes GNSS-Testfeld besteht aus vier dauerhaft vermarkten Punkten. Die Punkte P1 bis P3 sind für die Überprüfung der GNSS-Ausrüstungen vorgesehen. Punkt P4 dient als Standpunkt bei Verwendung einer lokalen Referenzstation.

Alle Punkte sind mit Edelstahlbolzen mit zentrischer Bohrung in Beton unterirdisch vermarktet und durch einen Schutzkasten geschützt.

Skizze:



Vermarkung:



2.2 Überwachung und Überprüfung der GNSS-Testfelder

Das Referat 51 des LGL unterhält die GNSS-Testfelder und überprüft diese in regelmäßigen Zeitabständen durch Wiederholungsmessungen (alle drei bis fünf Jahre bzw. bei Veränderungshinweisen).

Überwachungen finden jährlich durch visuelle Kontrollen (Setzungen, Beschädigungen) vor Ort durch das LGL statt. Darüber hinaus werden die GNSS-Testfelder laufend durch Analyse der Ergebnisse der vorliegenden Testfeldmessungen überwacht. Daher werden die Anwender gebeten, ihre Auswerteprotokolle digital (möglichst als Datei im xls-Format) dem LGL (gnss-testfelder@lgl.bwl.de) zur Verfügung zu stellen und ggf. Auffälligkeiten, wie beschädigte Vermarkungen, zu melden.

3 Überprüfung von GNSS-Ausrüstungen

Die Messanordnung gestattet, das gesamte System - also den GNSS-Empfänger, Lotstab mit Dosenlibelle, die empfangenen Echtzeitpositionierungsdaten bzw. die Postprocessingdaten und die korrekte Bedienung sowie die Konfiguration - zu überprüfen.

Sofern GNSS-Ausrüstungen bei Liegenschaftsvermessungen eingesetzt werden, ist **SAPOS®** zu verwenden. Dazu ist für GNSS-Echtzeitmessungen der Servicebereich HEPS, für statische GNSS-Messungen der Servicebereich GPPS-Pro zu verwenden. Ansonsten kann die Überprüfung sowohl mit kommerziellen Positionierungsdiensten als auch mit eigener Referenzstation erfolgen. Im zweiten Fall ist die eigene Referenzstation während der Messung auf Punkt P4 (siehe Nr. 2.1) aufzubauen und die vorgegebenen Koordinaten dieses Punktes anzuhalten. Die Überprüfungen können sowohl in Echtzeit als auch im Postprocessing erfolgen.

Die Überprüfung auf einem GNSS-Testfeld erfolgt in Lage (ETRS89/UTM) und Höhe (ellipsoidische Höhe). Die Messwerte werden hierbei mit Sollwerten (Lage und Höhe) verglichen, die vom LGL mit übergeordneter Genauigkeit bestimmt wurden. Zusätzlich werden die NHN-Höhen (Lagestatus 170) der Testfeldpunkte zur optionalen Prüfung der verwendeten Höhenbezugsfläche (z. B. GCG2016) zur Verfügung gestellt (siehe Nr. 4.1 bis 4.8).

3.1 Regelmäßige Überprüfung

Eine Prüfung des GNSS-Messgeräts bzw. der Messausrüstung soll:

- vor dem ersten Einsatz,
- nach jeder Reparatur,
- ansonsten mindestens einmal pro Jahr erfolgen.

3.2 Ablauf der Überprüfung

Da sich die GNSS-Testfelder im öffentlichen Verkehrsraum (i. d. R. Feldwege) befinden, ist die Verkehrssicherung bei allen Testfeldmessungen zwingend zu beachten. Neben der Absicherung (Schilder, Pylone) in alle Verkehrsrichtungen ist das Tragen von Warnkleidung erforderlich.

Vor den Messungen hat sich der Bearbeiter vom ordentlichen, unbeschädigten Zustand der Testfeldpunkte zu überzeugen und die gesamte Ausrüstung, d. h. Empfänger bzw. Antenne, Lotstab und Dosenlibelle auf Funktionsfähigkeit zu prüfen. Die Dosenlibelle ist ggf. vorab zu justieren und dies im Protokoll zu dokumentieren (Anlage 1).

Das Prüfverfahren ist in vier Messserien durchzuführen. Pro Serie werden die drei Testfeldpunkte (P1 bis P3) dreimal nicht unmittelbar aufeinanderfolgend gemessen. Somit werden insgesamt 36 Positionen gemessen, die eine aussagekräftige Genauigkeitsschätzung zulassen. Vor jeder Messung ist eine Initialisierung durchzuführen. Die Punktnummerierung sowie der Messablauf sind in folgender Tabelle dargestellt:

		Punkt 1	Punkt 2	Punkt 3
insgesamt 4 Serien	... zu je 3 Durchgängen	zu vergebende Punkt-Nr.		
1. Messserie	1. Durchgang	111	211	311
	2. Durchgang	112	212	312
	3. Durchgang	113	213	313
<i>Pause</i>				
2. Messserie	1. Durchgang	121	221	321
	2. Durchgang	122	222	322
	3. Durchgang	123	223	323
<i>Pause</i>				
3. Messserie	1. Durchgang	131	231	331
	2. Durchgang	132	232	332
	3. Durchgang	133	233	333
<i>Pause</i>				
4. Messserie	1. Durchgang	141	241	341
	2. Durchgang	142	242	342
	3. Durchgang	143	243	343

Die Punktnummern können als vorläufige V-Nummer (z. B. V111) oder als Leit-Folgepunkt Nummer (z. B. 111/000) eingegeben werden.

Die Beobachtungszeit nach der Initialisierung soll mindestens 10 Sekunden betragen. Zwischen den Messserien ist ein genügend großer Zeitabstand einzuhalten (verschiedene Satellitenkonstellationen). Für die Messungen sind mindestens fünf Satelliten über einem Höhenwinkel von 15° zu verwenden und der PDOP-Wert darf den Wert 4.0 nicht überschreiten. Der Antennenoffset und die Antennenstabhöhe sind im Feldmessprogramm zu berücksichtigen.

3.3 Auswertung

Für die Auswertung der Messergebnisse wird empfohlen, die Auswertetabellen (xls-Dateien), die für jedes GNSS-Testfeld auf der **SAP^{OS}**®-Webseite (www.sapos-bw.de) bereitstehen, zu verwenden. Die Messwerte (UTM-Koordinaten, ellipsoidische Höhen) werden aus dem Feldmessprogramm exportiert, kopiert und können direkt in das Tabellenblatt „Auswertung“ eingefügt werden. Die Auswertung dieser Messergebnisse (mittlere Abweichung und Standardabweichung) wird automatisch im Tabellenblatt „Zusammenstellung“ ausgegeben. Sofern ein Tabellenkalkulationsprogramm verfügbar ist, kann die Auswertung unmittelbar im Anschluss an die Messung im Feld erfolgen.

Das Auswerteformular ist vollständig, entsprechend den Beispielen in Anlage 1b und Anlage 1c, auszufüllen. Neben den Messwerten sind

- Empfänger, Antenne mit Seriennummer
- Firmware des Empfängers
- Verwendetes Feldmessprogramm mit Versionsangabe, sonstige Angaben zum Programm (z. B. beim Einsatz von DAVID-kaRIBik zusätzlich die Version des Gerätetreibers)
- Antennenstabhöhe
- Überprüfung und ggf. Justierung der Dosenlibelle des Lotstabs
- Angabe des verwendeten Positionierungsdienstes
- Angabe der verwendeten Auswertesoftware
- Angabe der verwendeten Satellitensysteme
- Anzahl der verwendeten Satelliten
- PDOP (min./max.)
- Datum und Uhrzeit der Messungen
- Beobachter
- Zusatzinformationen (z. B. durchgeführte Reparaturen seit der letzten Überprüfung auf einem GNSS-Testfeld, Wetterbedingungen)

zu vermerken.

Die Anwender werden gebeten, ihre Auswerteprotokolle zeitnah dem LGL vorzulegen (siehe Kapitel 2.2) und ggf. Besonderheiten zu melden.

Zulässige Abweichungen bei der Überprüfung von GNSS-Ausrüstungen:

	Zulässige mittlere Abweichung	Zulässige Standard- abweichung
SAPOS®-RTK-Ausrüstung:		
Lage (E, N)	$F_L \leq 0,020 \text{ m}$	$S_L \leq 0,015 \text{ m}$
Höhe ($h_{\text{ell.}}$)	$F_h \leq 0,040 \text{ m}$	$S_h \leq 0,030 \text{ m}$
RTK-Ausrüstung mit eigener Referenzstation:		
Lage (E, N)	$F_L \leq 0,015 \text{ m}$	$S_L \leq 0,010 \text{ m}$
Höhe ($h_{\text{ell.}}$)	$F_h \leq 0,030 \text{ m}$	$S_h \leq 0,020 \text{ m}$

Bei einer Überschreitung der zulässigen Abweichung wird der Wert in der Auswertetabelle automatisch in rot dargestellt. In diesem Fall ist zunächst die eingesetzte Ausrüstung (Antennenoffset, Stabhöhe, Lotstab, Dosenlibelle, ...) sowie der Zustand der Testfeldpunkte erneut zu überprüfen. Weitere Informationen (z. B. ionosphärische Einflüsse, RTK-Monitoring) können auf der SAPOS®-Webseite (www.sapos-bw.de) oder telefonisch bei der SAPOS®-Hotline (0170 8572321) eingeholt werden. Die Messung ist zu einem anderen Zeitpunkt zu wiederholen. Kann die Ursache für die Abweichung nicht festgestellt werden, ist der GNSS-Empfänger vom Hersteller überprüfen zu lassen.

3.4 Nachweis

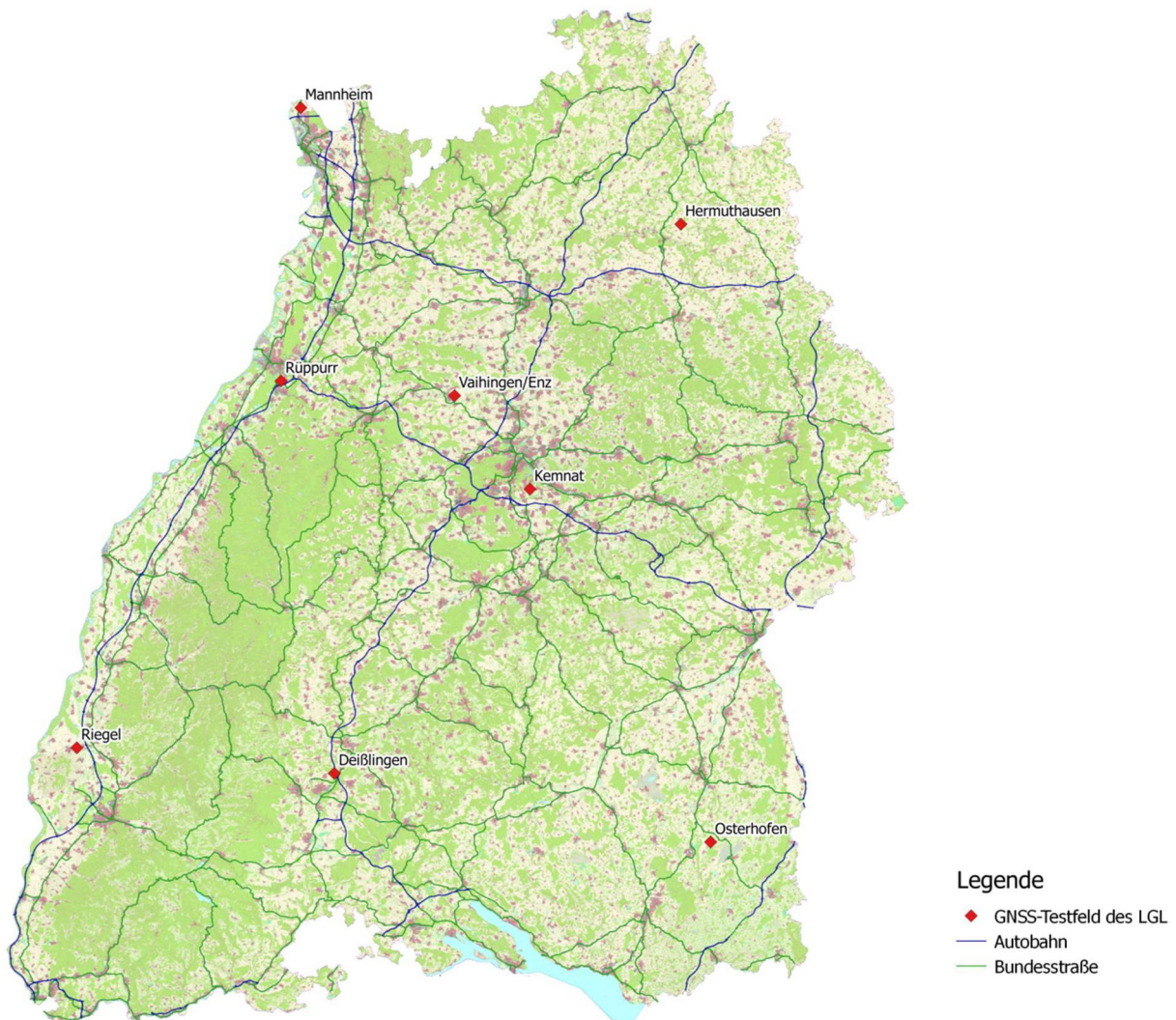
Die Überprüfung der GNSS-Ausrüstung ist aktenkundig zu machen. Es wird empfohlen, die Messungen und Auswertung nachzuweisen und 10 Jahre aufzubewahren. Des Weiteren sollen das Baujahr, eventuelle Reparaturen und Prüfungen bzw. Kalibrierungen seitens des Herstellers als Nachweis aufbewahrt werden.

4 GNSS-Testfelder des LGL

Im Land Baden-Württemberg werden derzeit acht GNSS-Testfelder vom LGL zur Verfügung gestellt und betreut:

- Deißlingen (Baar)
- Hermuthausen
- Karlsruhe-Rüppurr
- Kemnat (Ostfildern)
- Mannheim
- Riegel
- Osterhofen (Bad Waldsee)
- Vaihingen/Enz

Das bisherige GNSS-Testfeld in Kupferzell wurde durch das neu angelegte Testfeld in Hermuthausen ersetzt.



4.1 GNSS-Testfeld „Deißlingen (Baar)“

Das GNSS-Testfeld befindet sich zwischen Rottweil und Villingen-Schwenningen. Zu erreichen ist es über die B27 oder die Autobahn A81 Stuttgart - Singen. Es ist etwa 2,5 km von der Anschlussstelle „Villingen-Schwenningen“ (AS 35) entfernt.



Koordinaten zur Eingabe in ein Autonavigationssystem:

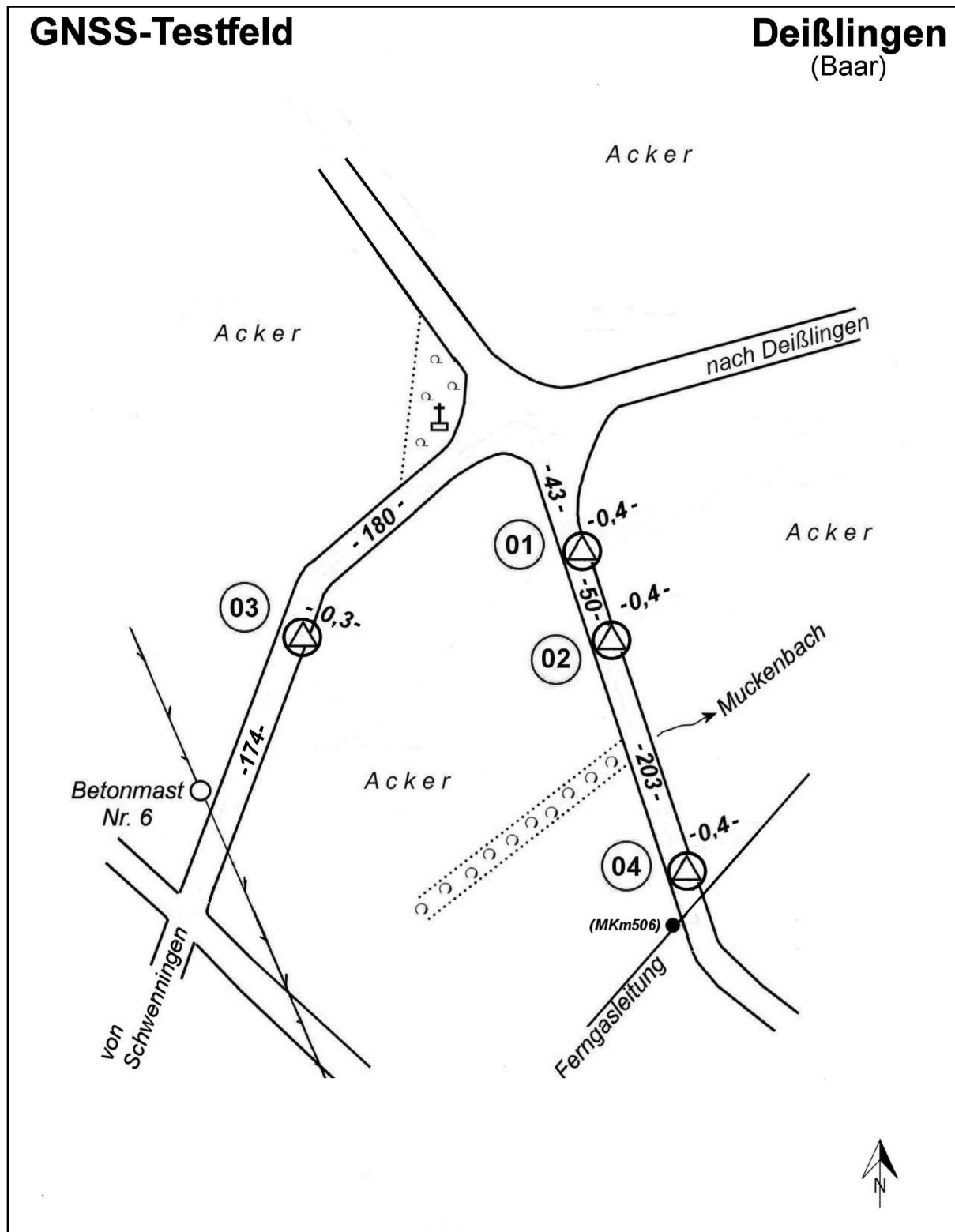
N 48°05'54.3", E 8°34'52.7" bzw. N 48.09842°, E 8.58131°

Gemarkung: Deißlingen (5955)

Testfeld- punkt	ETRS89/UTM		ellips. Höhe [m]	NHN-Höhe [m] Status 170
	E	N		
1	32468840,478	5327283,839	699,428	650,009
2	32468856,877	5327236,632	698,419	649,001
3	32468679,074	5327227,764	705,416	655,994
4 *)	32468922,482	5327047,799	696,634	647,217

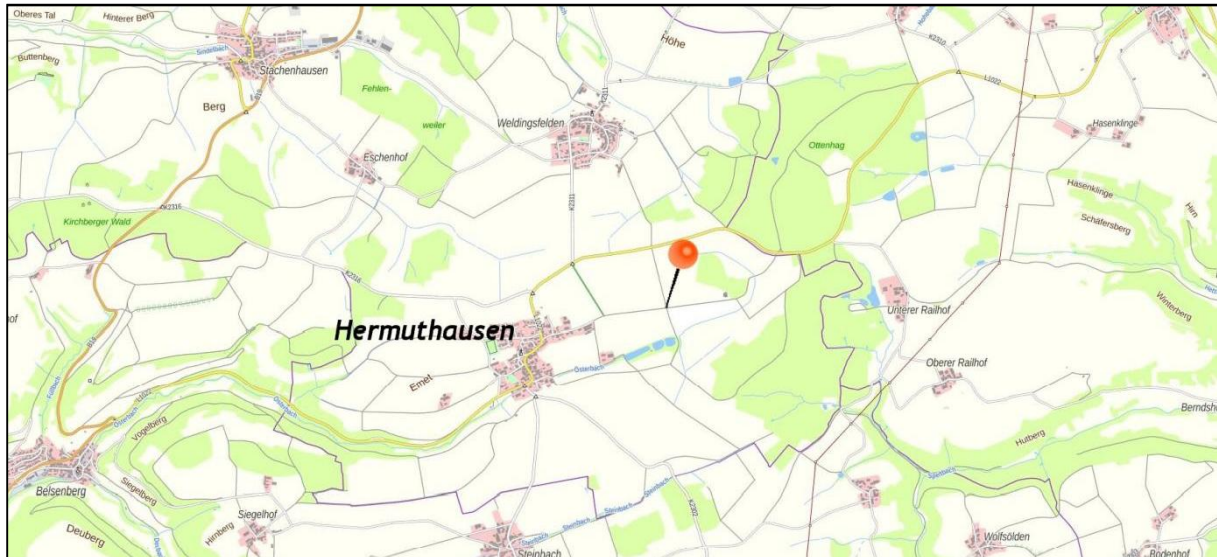
*) Punkt 4 ist nur als Standpunkt für eine eigene Referenzstation vorgesehen.

Lageskizze der Testfeldpunkte:



4.2 GNSS-Testfeld „Hermuthausen“

Das GNSS-Testfeld befindet sich zwischen Schwäbisch Hall und Bad Mergentheim beim Segelfluggelände Hermuthausen. Zu erreichen ist es über die Autobahn A6, Anschlussstelle „Kupferzell“ (AS 42) und die B19 oder die A81, Anschlussstelle „Boxberg“ (AS 5) und die B292.



Koordinaten zur Eingabe in ein Autonavigationssystem:

N 49°18'52.5", E 9°44'41.5" bzw. N 49.31458°, E 9.74486°

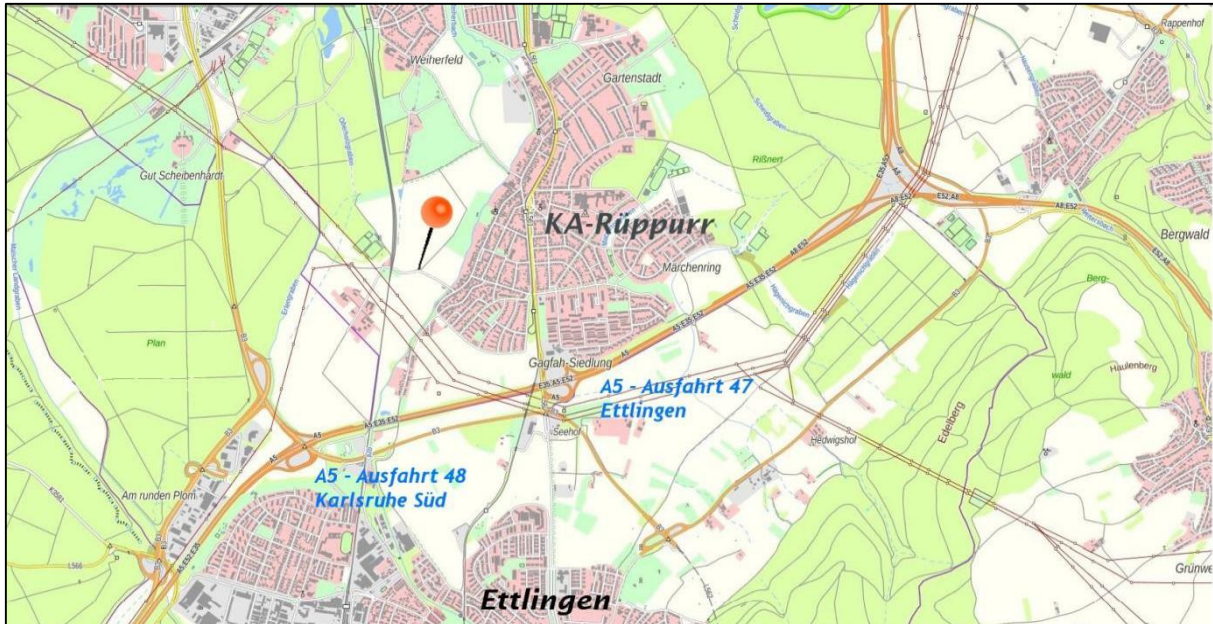
Gemarkung: Hermuthausen (0275)

Testfeld- punkt	ETRS89/UTM		ellips. Höhe [m]	NHN-Höhe [m] Status 170
	E	N		
1	32554155,820	5462630,034	455,365	406,826
2	32554045,853	5462683,832	457,988	409,449
3	32554141,693	5462694,298	456,899	408,360
4 *)	32553964,863	5462673,600	458,648	410,109

*) Punkt 4 ist nur als Standpunkt für eine eigene Referenzstation vorgesehen.

4.3 GNSS-Testfeld „Karlsruhe-Rüppurr“

Das GNSS-Testfeld liegt in Rüppurr, einem Stadtteil im Süden von Karlsruhe. Es ist über die Autobahn A5, Anschlussstelle „Ettlingen“ (AS 47) oder Anschlussstelle „Karlsruhe-Süd“ (AS 48) zu erreichen.



Koordinaten zur Eingabe in ein Autonavigationssystem:

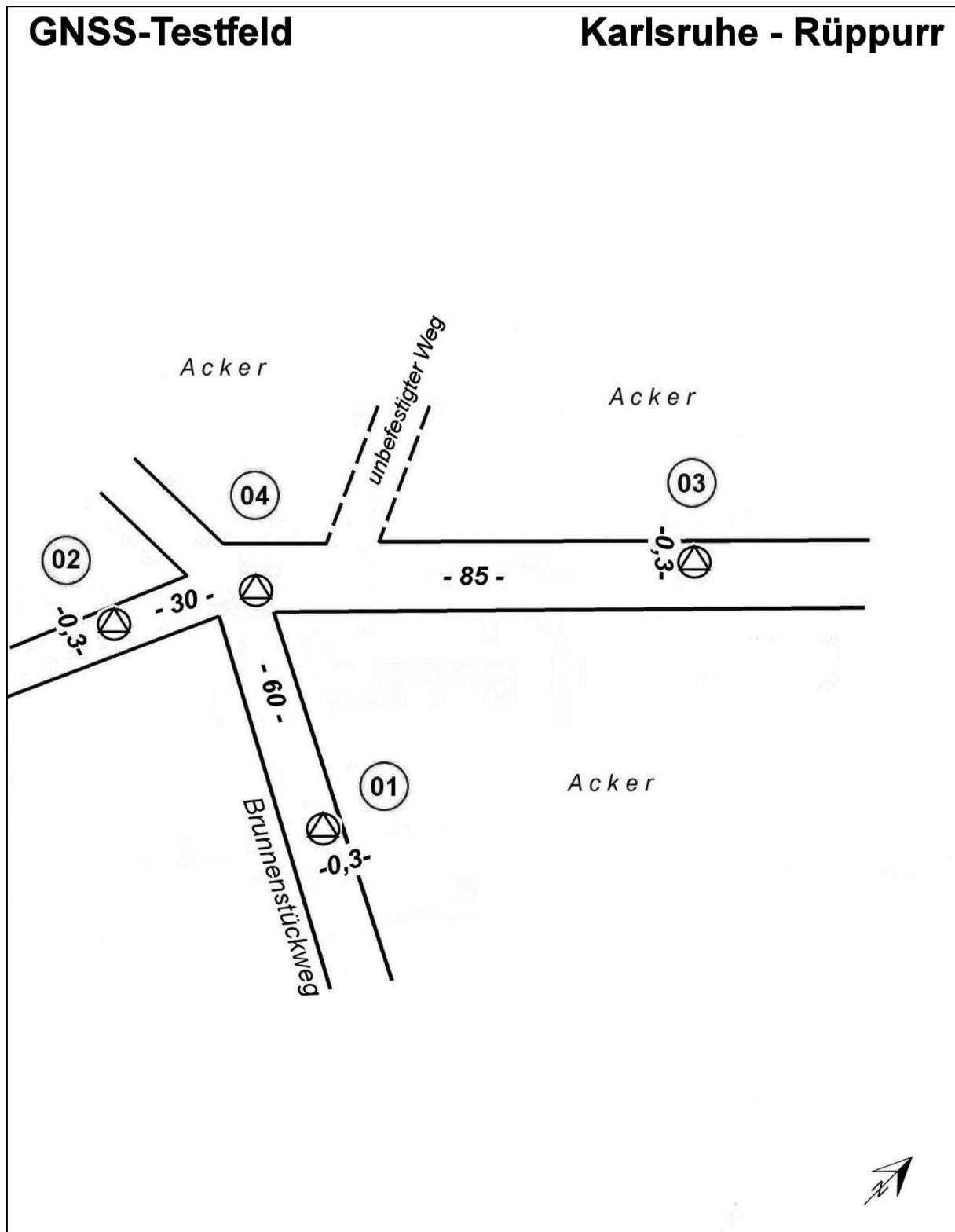
N 48°58'02.6", E 8°23'39.9" bzw. N 48.96739°, E 8.39442°

Gemarkung: Karlsruhe (3620)

Testfeld- punkt	ETRS89/UTM		ellips. Höhe [m]	NHN-Höhe [m] Status 170
	E	N		
1	32455730,345	5423984,609	163,390	115,191
2	32455660,932	5423984,145	162,619	114,421
3	32455731,519	5424075,157	162,935	114,736
4 *)	32455675,873	5424010,350	163,065	114,867

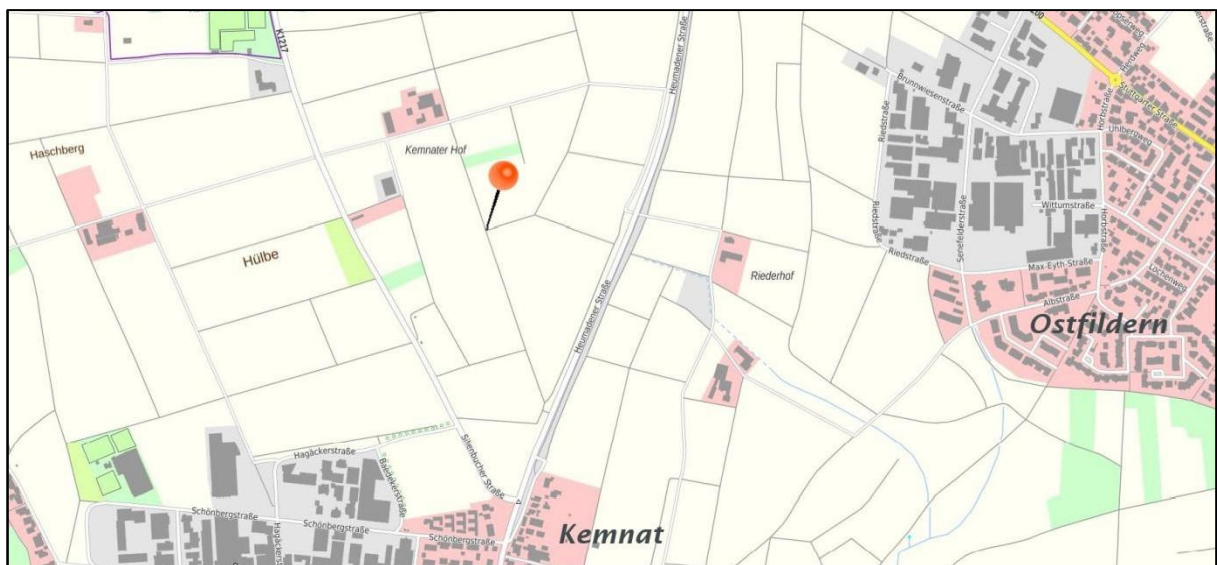
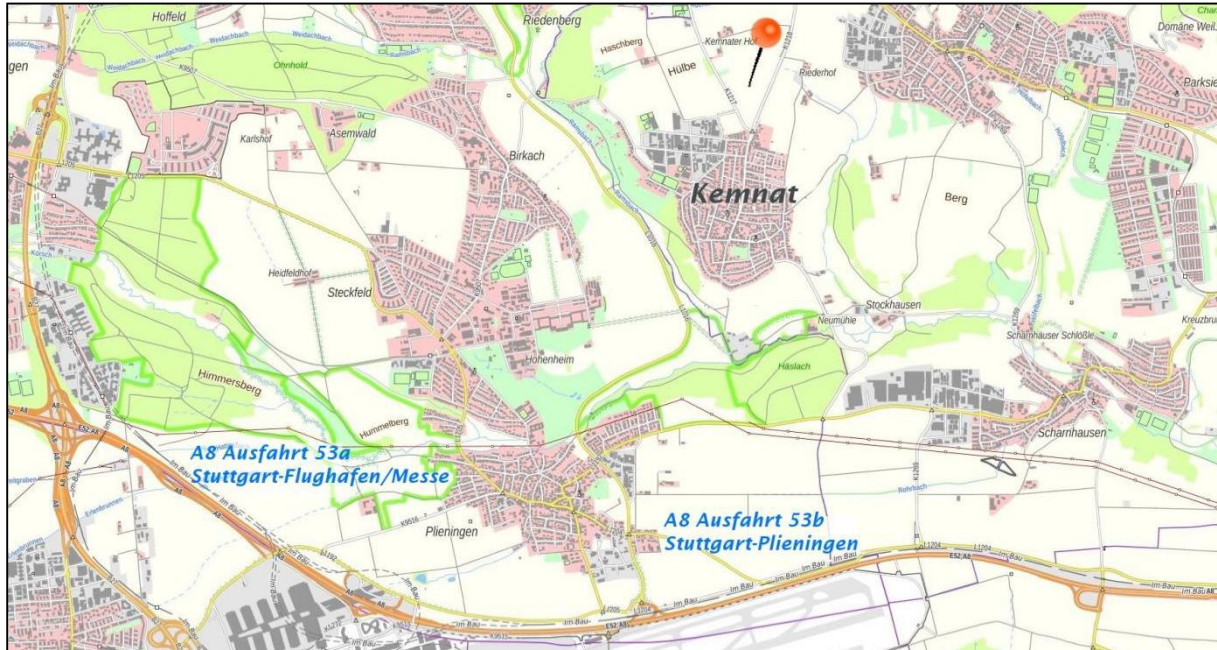
*) Punkt 4 ist nur als Standpunkt für eine eigene Referenzstation vorgesehen.

Lageskizze der Testfeldpunkte:



4.4 GNSS-Testfeld „Kemnat (Ostfildern)“

Das GNSS-Testfeld befindet sich nördlich des Ortes Kemnat in der Gemeinde Ostfildern, Landkreis Esslingen. Es ist über die Autobahn A8 Karlsruhe-München, Anschlussstellen „Stuttgart-Flughafen/Messe“ aus Richtung Karlsruhe (AS 53a) bzw. „Stuttgart-Plieningen“ aus Richtung Ulm (AS 53b) zu erreichen.



Koordinaten zur Eingabe in ein Autonavagationssystem:

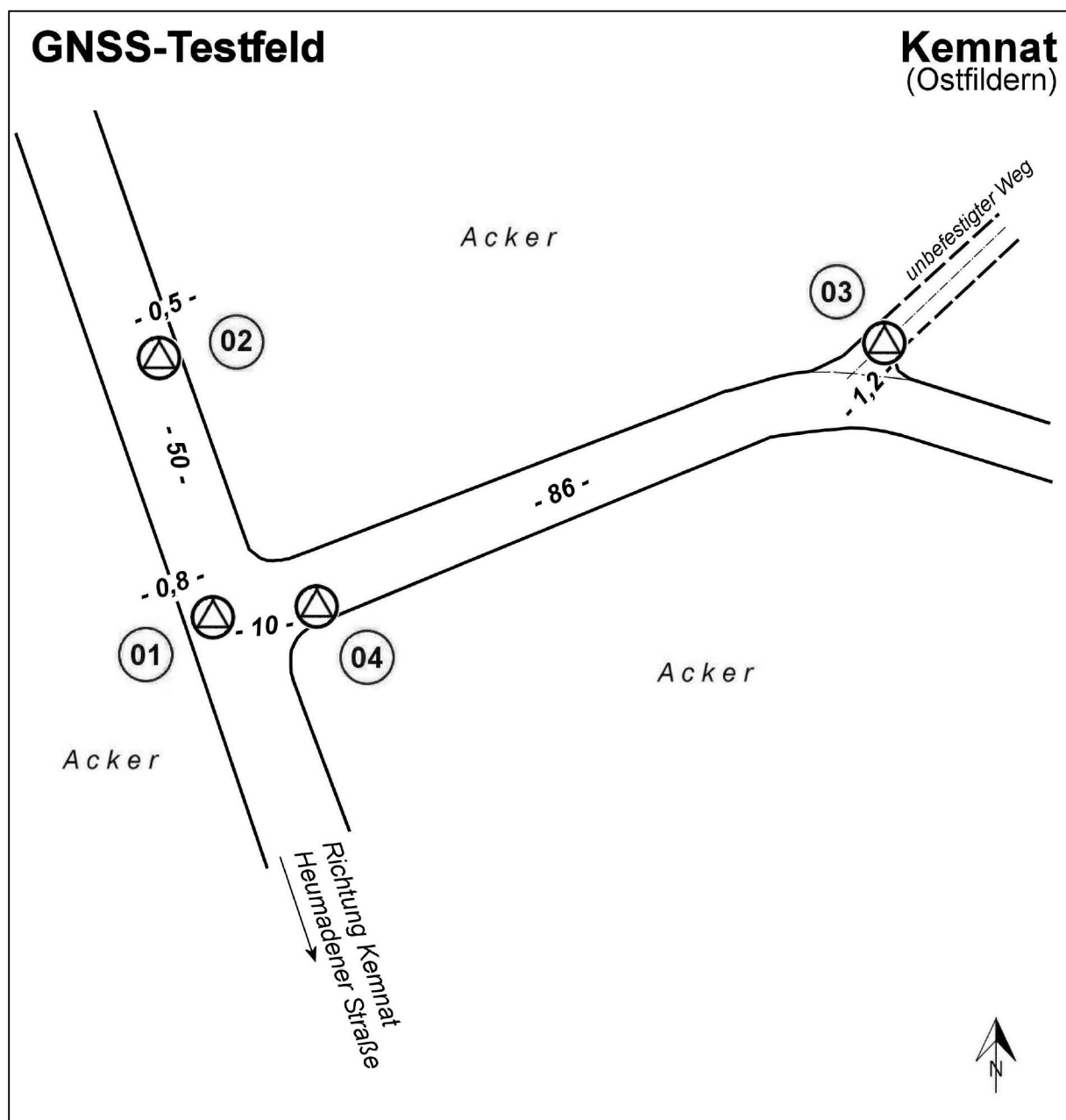
N 48°43'43.3", E 9°13'53.0" bzw. N 48.72869°, E 9.23139°

Gemarkung: Kemnat (1745)

Testfeld- punkt	ETRS89/UTM		ellips. Höhe [m]	NHN-Höhe [m] Status 170
	E	N		
1	32517013,322	5397320,018	471,872	423,638
2	32516998,968	5397367,746	472,962	424,728
3	32517103,384	5397350,795	470,321	422,087
4 *)	32517022,531	5397322,252	471,654	423,419

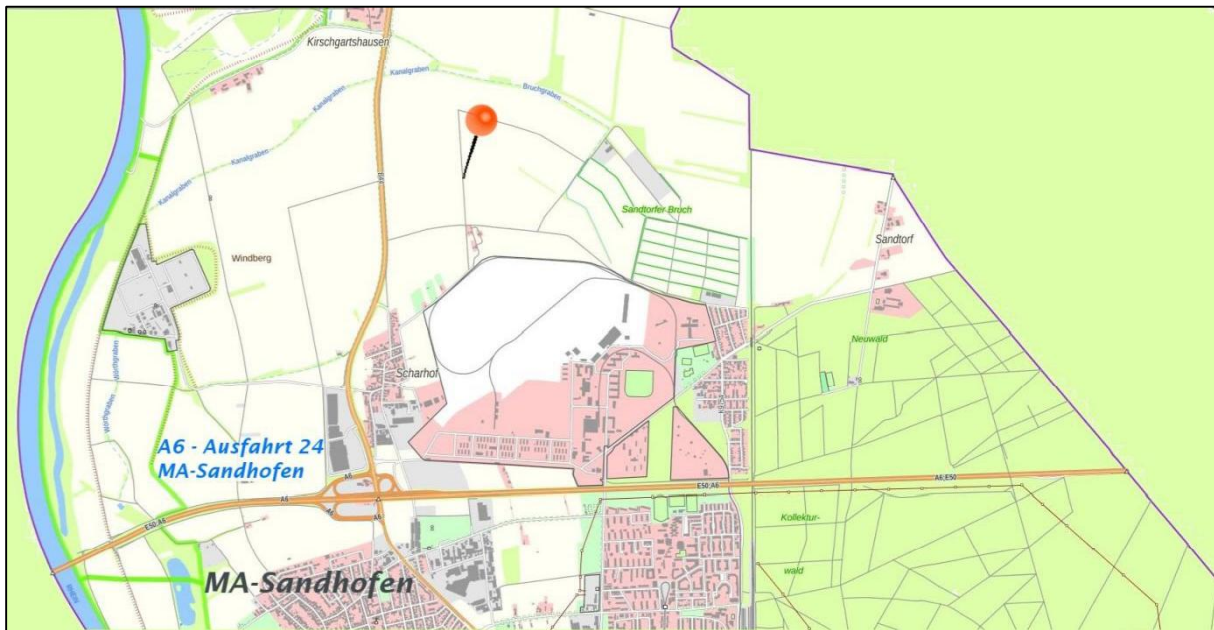
*) Punkt 4 ist nur als Standpunkt für eine eigene Referenzstation vorgesehen.

Lageskizze der Testfeldpunkte:



4.5 GNSS-Testfeld „Mannheim“

Das GNSS-Testfeld befindet sich etwa 9 km von der Stadtmittte Mannheims entfernt, nördlich des Stadtteils Sandhofen. Es ist über die Autobahn A6, Anschlussstelle „MA-Sandhofen“ (AS 24) und die B44 in Richtung Lampertheim oder von Mannheim kommend auf der B44 Richtung Lampertheim/Bürstadt zu erreichen.



Koordinaten zur Eingabe in ein Autonavigationssystem:

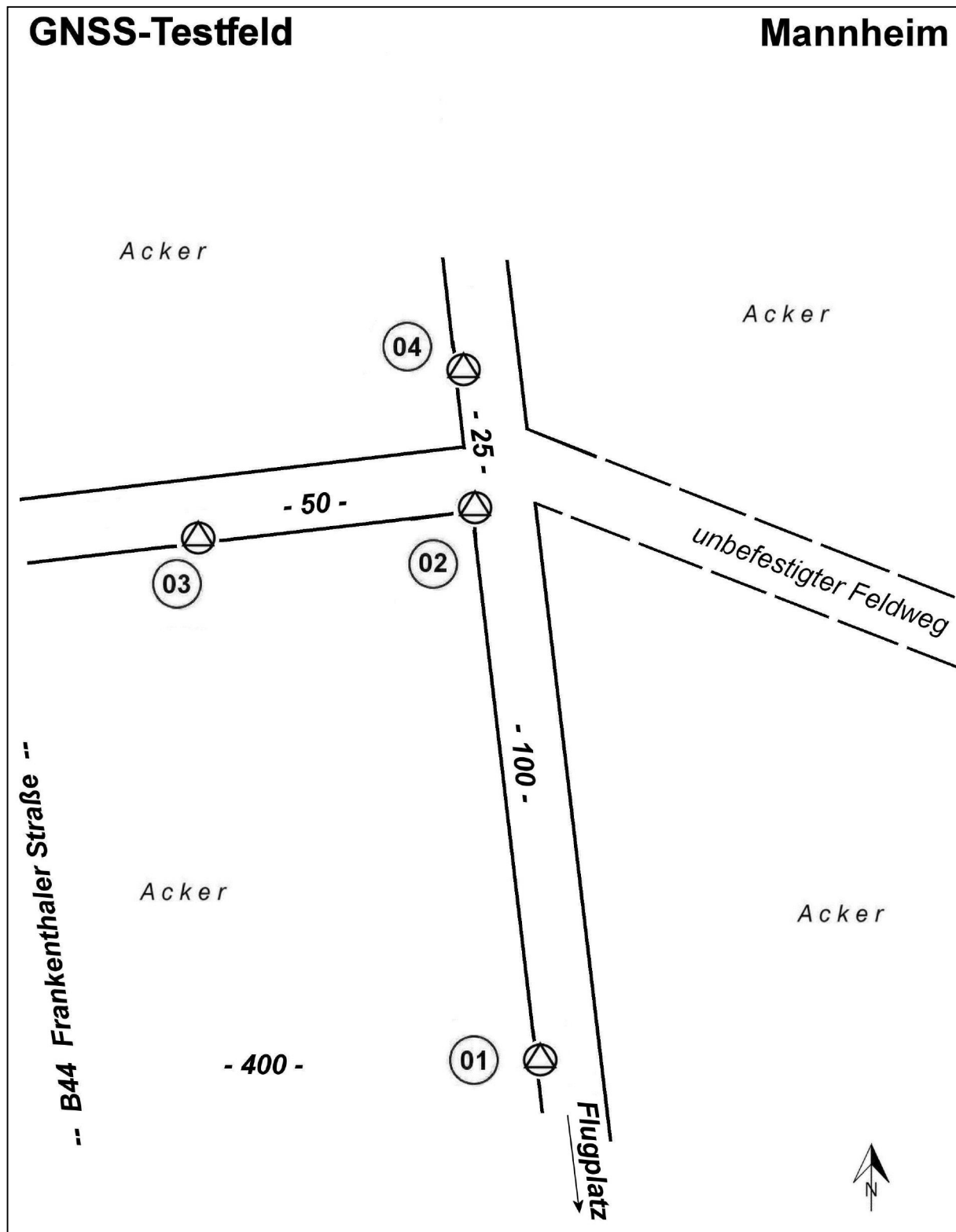
N 49°34'23.7", E 8°27'18.5" bzw. N 49.57325°, E 8.45514°

Gemarkung: Mannheim (3310)

Testfeld- punkt	ETRS89/UTM		ellips. Höhe [m]	NHN-Höhe [m] Status 170
	E	N		
1	32460611,019	5491223,613	137,995	90,615
2	32460603,583	5491323,233	138,266	90,886
3	32460553,985	5491317,071	138,223	90,842
4 *)	32460603,158	5491348,224	138,010	90,629

*) Punkt 4 ist nur als Standpunkt für eine eigene Referenzstation vorgesehen.

Lageskizze der Testfeldpunkte:



4.6 GNSS-Testfeld „Riegel“

Das GNSS-Testfeld liegt unmittelbar am Fuß des Kaiserstuhls westlich der Gemeinde Riegel. Es ist über die Autobahn A5 Karlsruhe - Basel, Anschlussstelle „Riegel“ (AS 59) zu erreichen.



Koordinaten zur Eingabe in ein Autonavigationssystem:

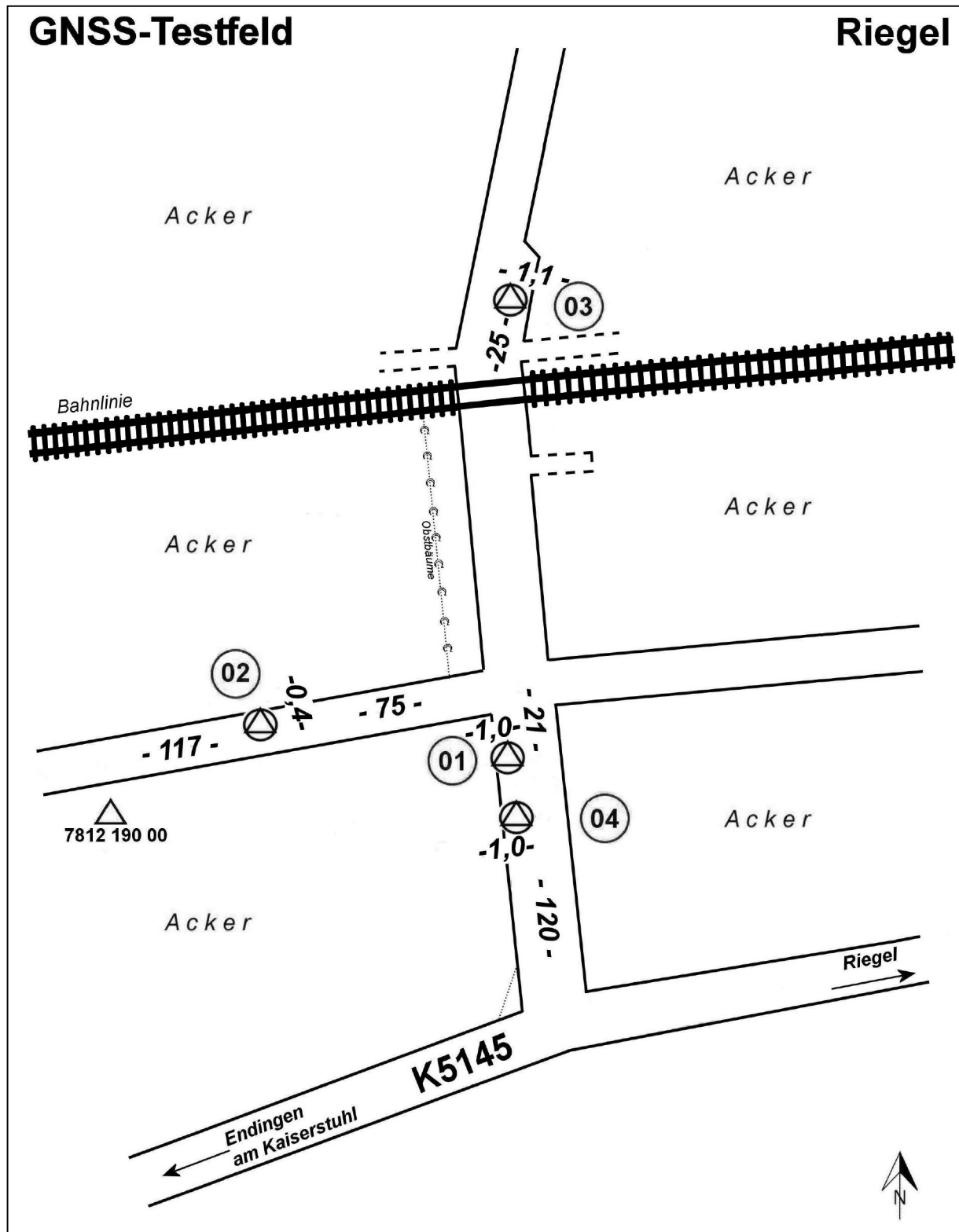
N 48°08'54.0", E 7°43'44.2" bzw. N 48.14833°, E 7.72894°

Gemarkung: Riegel (5080)

Testfeld- punkt	ETRS89/UTM		ellips. Höhe [m]	NHN-Höhe [m] Status 170
	E	N		
1	32405461,539	5333545,934	228,733	179,712
2	32405388,442	5333536,658	228,597	179,576
3	32405406,622	5333741,741	227,748	178,726
4 *)	32405467,259	5333531,443	228,930	179,908

*) Punkt 4 ist nur als Standpunkt für eine eigene Referenzstation vorgesehen.

Lageskizze der Testfeldpunkte:



4.7 GNSS-Testfeld „Osterhofen (Bad Waldsee)“

Das Testfeld befindet sich zwischen Bad Waldsee und Bad Wurzach nahe der K7933. Es ist zu erreichen über die B30 / B465 Biberach - Bad Wurzach oder über die L300 Bad Waldsee - Bad Wurzach.



Koordinaten zur Eingabe in ein Autonavigationssystem:

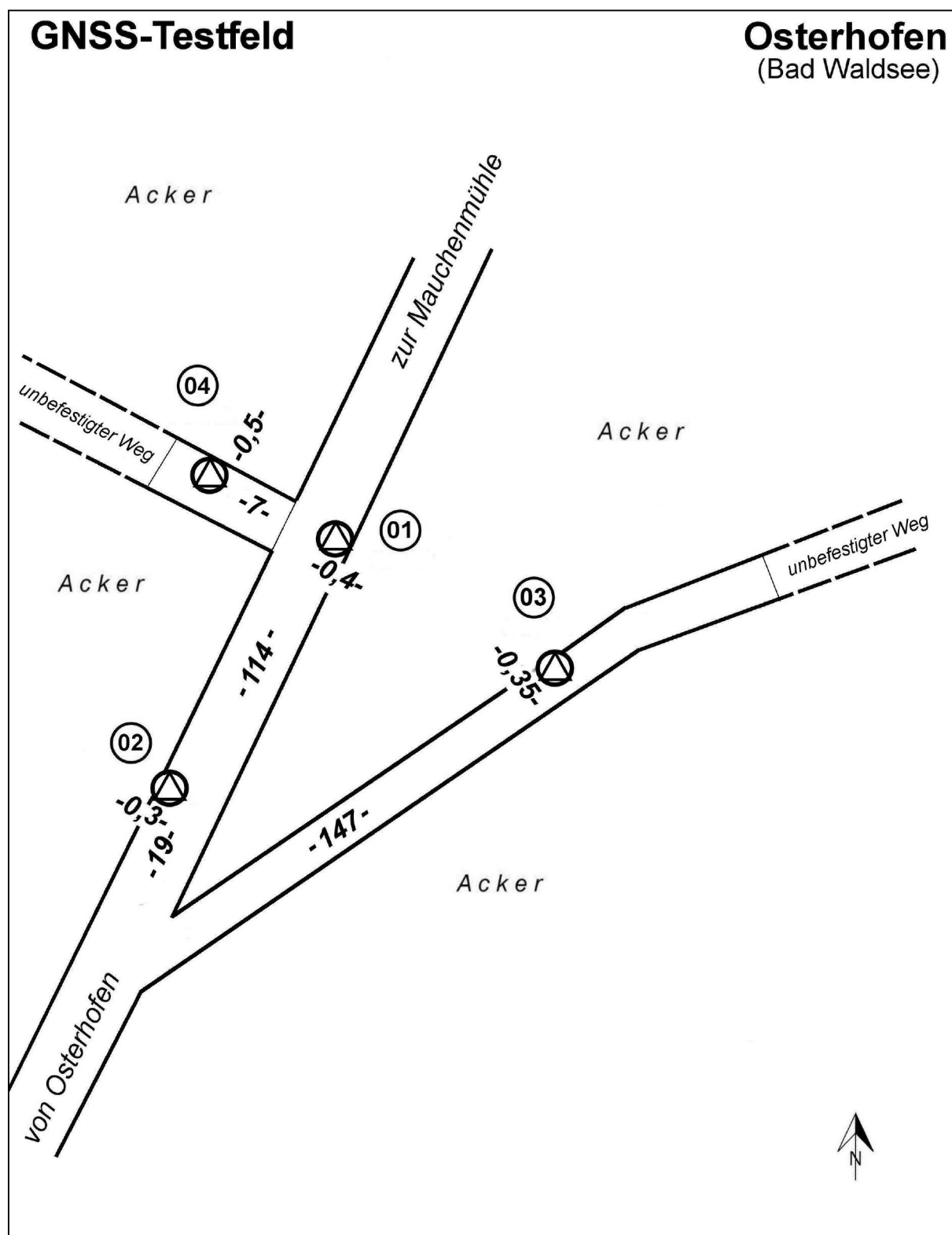
N 47°56'33.7", E 9°49'22.4" bzw. N 47.94269°, E 9.82289°

Gemarkung: Haisterkirch (9412)

Testfeld- punkt	ETRS89/UTM		ellips. Höhe [m]	NHN-Höhe [m] Status 170
	E	N		
1	32561473,331	5310312,813	664,032	617,021
2	32561435,745	5310207,106	663,051	616,041
3	32561535,181	5310290,344	667,159	620,149
4 *)	32561465,309	5310317,877	663,393	616,383

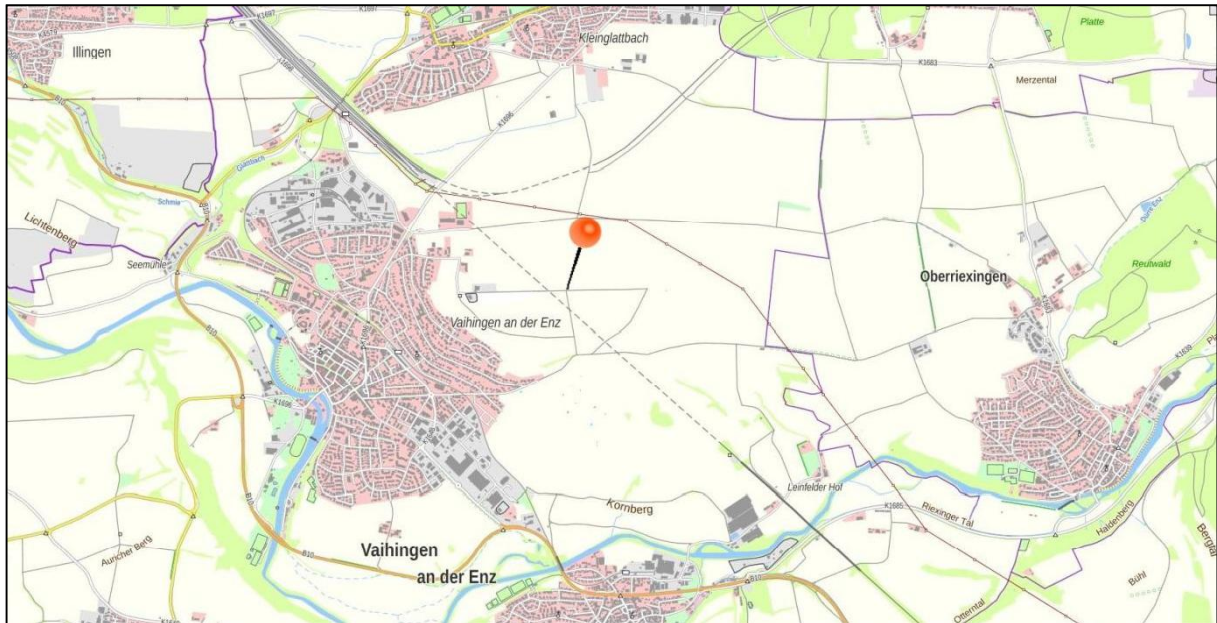
*) Punkt 4 ist nur als Standpunkt für eine eigene Referenzstation vorgesehen.

Lageskizze der Testfeldpunkte:



4.8 GNSS-Testfeld „Vaihingen / Enz“

Das GNSS-Testfeld befindet sich rund 20 km nordwestlich von Stuttgart am östlichen Rand der Stadt Vaihingen an der Enz auf einer Anhöhe direkt neben dem Segelfluggelände. Von der Autobahn A81, Anschlussstelle „Stgt.-Zuffenhausen“ (AS 17) oder von der Autobahn A8, Anschlussstelle „Pforzheim-Ost“ (AS 45) ist Vaihingen an der Enz über die Bundesstraße B10 zu erreichen.



Koordinaten zur Eingabe in ein Autonavigationssystem:

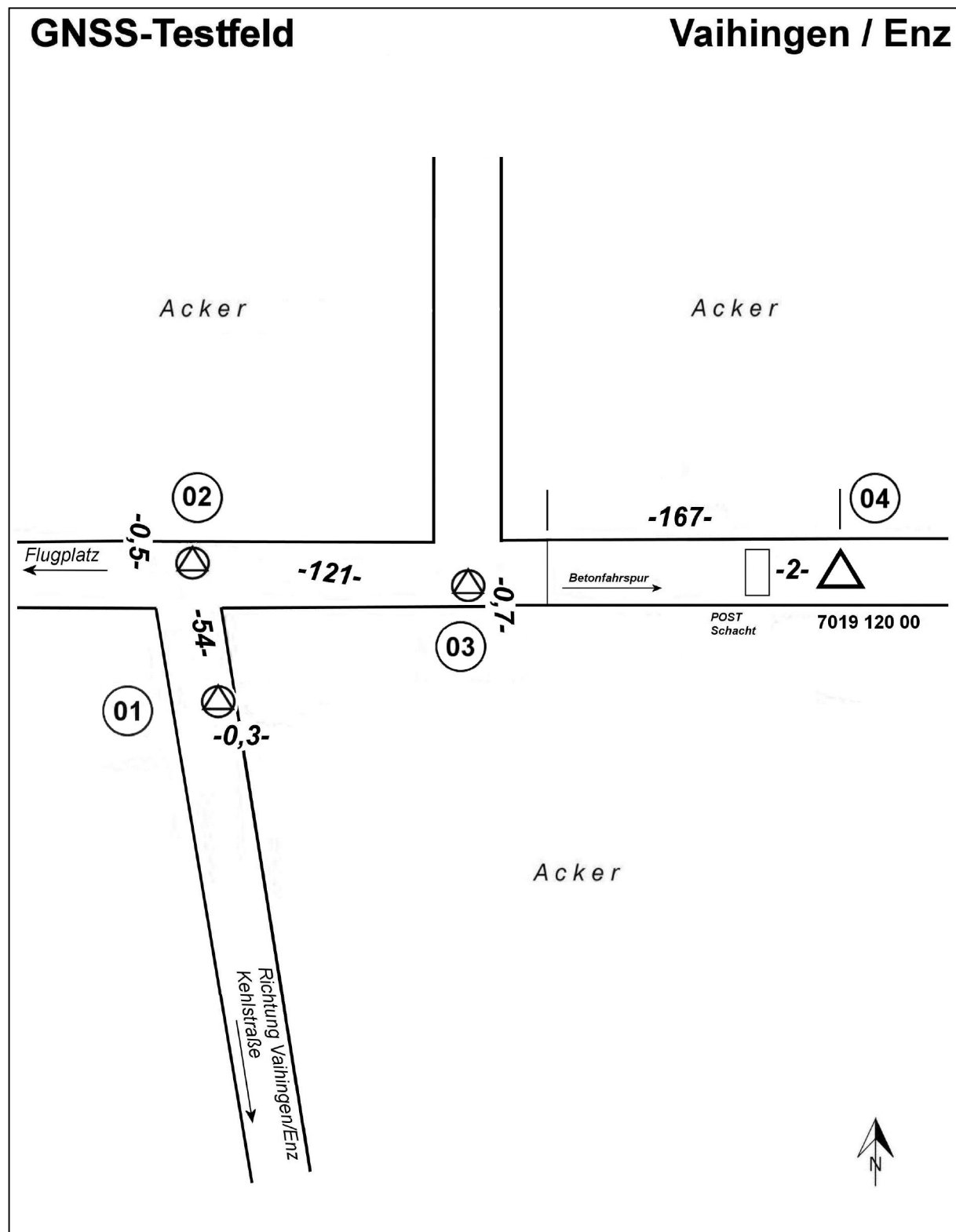
N 48°56'11.6", E 8°58'43.7" bzw. N 48.93656°, E 8.97881°

Gemarkung: Vaihingen (1060)

Testfeld- punkt	ETRS89/UTM		ellips. Höhe [m]	NHN-Höhe [m] Status 170
	E	N		
1	32498457,322	5420351,585	363,245	314,786
2	32498446,230	5420404,592	362,722	314,264
3	32498567,144	5420404,959	361,896	313,437
4 *)	32498757,639	5420410,075	361,211	312,753

*) Punkt 4 ist nur als Standpunkt für eine eigene Referenzstation vorgesehen.

Lageskizze der Testfeldpunkte:



5 Betreuung der GNSS-Testfelder

Das Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg betreut die oben aufgeführten GNSS-Testfelder. Dies umfasst die Gewährleistung der Funktionsfähigkeit sowie die Koordination der Belegung durch die Nutzer.

Terminwünsche für die Nutzung eines dieser GNSS-Testfelder können über den Benutzerservice Flurneuordnung und Liegenschaftskataster beim LGL angemeldet werden. Terminwünsche können telefonisch oder per E-Mail erfolgen. Über das Ticketsystem wird die Testfeldreservierung bestätigt. Hiermit wird dem Anwender das Vorzugsrecht für das jeweilige GNSS-Testfeld für den angegebenen Zeitraum eingeräumt. Neben der Entgegennahme von Buchungswünschen können auch Probleme vor Ort oder Fragen bezüglich der GNSS-Testfelder an den Benutzerservice gerichtet werden.

Benutzerservice "Flurneuordnung und Liegenschaftskataster"

Telefon: 07154 9598-330 oder per

E-Mail: benutzerservice-fno-lika@lgl.bwl.de

Herausgegeben von:

Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung
Baden-Württemberg
Büchsenstr. 54
Postfach 10 29 620
70174 Stuttgart