

**GNSS Online-Berechnungsdienst Bayern**  
<https://sapos.bayern.de>

## Inhalt

<b>1. Spezifikation und Anwendungsbereiche .....</b>	<b>1</b>
- GNSS-Messungsanordnung	
- Beobachtungsdauer	
- Hinweis für Messungen bei großem Höhenunterschied	
<b>2. Bedienungsanleitung.....</b>	<b>6</b>
<b>3. Beschreibung der Ein- und Ausgabeformate .....</b>	<b>11</b>
- RINEX	
- Koordinatendateien	

## 1. Spezifikation und Anwendungsbereiche

Webdienst zur Auswertung von GNSS-Beobachtungen im standardisierten Format RINEX zu 3D-Positionen im amtlichen Koordinatenreferenzsystem ETRS89/DREF91 (EPSG 4936) auf Grundlage des permanenten SAP<sup>OS</sup><sup>®</sup>-Referenzstationsnetzwerkes.

Die Online-Berechnung ermöglicht eine Postprocessing-Auswertung von statischen GNSS-Messungen für Bayern. Sie können Ihre Beobachtungsdaten als ZIP-Archiv oder als einzelne Datei zur automatischen Prozessierung hochladen.

Die Vorteile dieses Dienstes:

- schneller weitgehend automatisierter Ablauf
- Automatische Zuordnung hochwertiger Antennenkalibrierungen und Bahndaten
- Koordinate ist nach der Berechnung sofort verfügbar
- Auswertequalität ist schon vor dem Kauf sichtbar
- Lösungen sind auch mit nur vier Satelliten möglich
- Volle Unterstützung von GPS, GLONASS, GALILEO und BEIDOU
- Mobilfunkabdeckung des Messgebiets ist nicht notwendig
- kein eigenes Auswerteprogramm erforderlich

Die Koordinate wird unter Verwendung des landesweiten Transformationsmodells NTv2 Bayern (2011) in das DHDN90 (GK, EPSG 5678) transformiert. Mit Hilfe des Höhenmodells GCG2016 wird eine amtliche Normalhöhe im DHHN2016 (EPSG 7837) berechnet.

## **GNSS-Messungsanordnung**

Im Berechnungsdienst können statische Satellitenbeobachtungen ausgewertet werden. Dazu muss die GNSS-Antenne während der Aufzeichnung unbeweglich zentrisch über dem zu bestimmenden Punkt aufgestellt werden. Zweckmäßig ist die Verwendung von Stativ und optischem Lot für hohe Genauigkeitsanforderungen, ansonsten muss bei Verwendung eines Lotstabs eine stabile Spinne eingesetzt werden. Die vertikale Höhe zwischen dem Messpunkt und dem sog. Antennenreferenzpunkt (ARP) wird gemessen und am Gerät eingegeben. Der ARP ist in der Regel der tiefste, zentrische Punkt am Gehäuse der GNSS-Antenne (z.B. die Unterkante des Gewindes zum Aufschrauben auf den Lotstab / Antennenhalter). Bei Messungen am Stativ wird die Antennenhöhe oft bis zu einem Hilfspunkt / einer Markierung unter dem Stativ gemessen, von dort zum ARP besteht dann ein fester, zu addierender "Höhenoffset". Die Summe muss dabei den Abstand vom Messpunkt zum ARP ergeben.

Die Qualität des Ergebnisses hängt in erster Linie von der Qualität der Satellitenbeobachtungen ab. Abschattungen durch feste Sichthindernisse, Signalabbrüche durch Blätter und Äste und Signalstörungen durch Reflexionen an nahen (<10m) Metall- oder Glasflächen können die Auswertbarkeit der Messdaten vermindern. Durch höhere Antennenposition (evtl. Mastaufstellung) oder indirekte Aufstellung in Kombination mit terrestrischen Messmethoden können die GNSS-Messbedingungen verbessert werden. Fahrzeuge (Reflexionsflächen) sollten nicht in unmittelbarer Nähe zur Antenne abgestellt werden. Messungen unter Hochspannungsleitungen (elektromagnetische Felder) und im Bereich von Funkstörungen sollten vermieden werden.

Zur Kontrolle der Messung und zur Qualitätssteigerung wird eine unabhängige Zweitmessung empfohlen. Unabhängig bedeutet bei allen GNSS-Verfahren das Vorliegen einer wesentlich geänderten Satellitenkonstellation. Die Aufstellung ist zu überprüfen und die Antennenhöhe neu zu bestimmen.

Kinematische Messungen (z.B. Stop-and-go-Verfahren) können nicht ausgewertet werden.

## **Beobachtungsdauer**

Eine Auswertung reiner CA-Codephasenbeobachtungen zu einer DGNSS-Lösung ist in jedem Fall mit 5 min (Empfehlung: 10min) Beobachtungszeit möglich. Für Trägerphasenmessungen gilt: Da im Berechnungsdienst zur Auswertung der Messung aus den Daten aller umliegenden SAPOS-Referenzstationen eine "virtuelle Referenzstation" berechnet wird, genügen bereits wenige Minuten Beobachtungszeit zur Berechnung einer ETRS89/DREF91-Position mit hoher Genauigkeit. Zur Erzielung besonders hoher Genauigkeiten oder zur Auswertung von Messungen bei schlechten Beobachtungsbedingungen (starke Abschattung, große ionosphärische Aktivität, große Höhenunterschiede zu den SAPOS-Referenzstationen) sind längere Beobachtungszeiten angebracht. Aus der Erfahrung können folgende Werte angehalten werden:

### **1 -2 cm Lagegenauigkeit, 2 - 3 cm Höhengenaugkeit:**

Gute Messbedingungen 5 - 15 min

Mittlere Messbedingungen 15 - 20 min

Schlechte Messbedingungen 30 - 45 min

**< 1cm Lagegenauigkeit <2cm Höhengenaugkeit:**

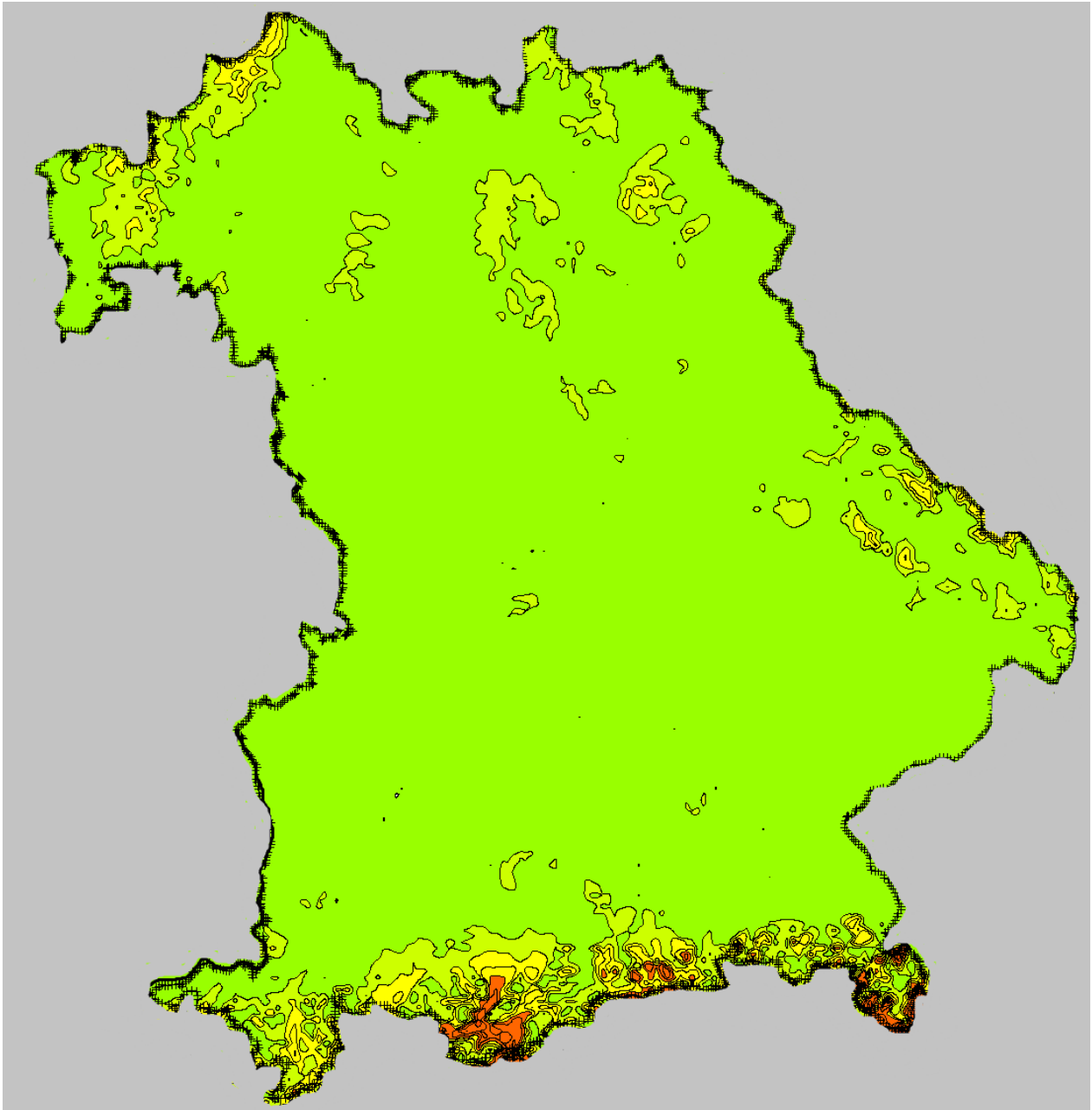
Gute Messbedingungen 2 x 45 - 60 min (Abstand der Messungen: mind. 3h)

Mittlere Messbedingungen 2 x 90 - 120 min (Abstand der Messungen: mind. 3h)

**Hinweis für Messungen bei großem Höhenunterschied zum SAPOS-Referenzstationsnetz**

Differentielle GNSS-Messungen in Bereichen mit großen Höhenunterschieden zur Referenzstation weisen häufig systematische Fehler in der Höhenkomponente auf. Bei Höhenunterschieden ab 300m können diese Fehler mehrere Zentimeter betragen. Grund dafür sind Inkonsistenzen in der standardisierten Laufzeitkorrektur innerhalb der Troposphäre gegenüber den realen atmosphärischen Bedingungen.

Als Abhilfemaßnahme wurde im Online-Berechnungsdienst eine Funktion zur Berechnung der realen atmosphärischen Bedingungen aus den Messwerten des Rovers implementiert. Diese Berechnung setzt jedoch Beobachtungsintervalle von mindestens 30min voraus. Die Funktion wird automatisch aktiviert, wenn die Roverposition einen Höhenunterschied größer 300m zur Ebene der umliegenden SAPOS-Referenzstationen aufweist und das Beobachtungsintervall länger als 30min ist.



Bereiche mit großen Höhenunterschieden zur Ebene der SAPOS-Referenzstationen

Grundsätzlich besteht das Problem der Troposphärenberücksichtigung bei großen Höhenunterschieden auch bei RTK (HEPS)-Messungen und Auswertungen mit eigener GNSS-Software. Für Messungen mit besonders hohen Anforderungen an die Höhengenaugigkeit werden daher in Bereichen großer Höhenunterschiede Postprocessingverfahren mit Troposphäreberechnung empfohlen. Dies betrifft in Bayern (siehe Abb.) nur wenige Teile der Landesfläche, Höhenunterschiede von mehr als 300m (gelb) sind gelegentlich im Süden und Osten zu finden, Unterschiede größer 600 m (Rot) beschränken sich auf einzelne Bereiche in den südlichen Landkreisen Garmisch-Partenkirchen (Tallagen!) und Berchtesgaden.

## GNSS-Beobachtungen

Auswertbare GNSS-Beobachtungen sind CA-Codephasenmessungen, L1- , L2- oder L5-Einfrequenz-Trägerphasenmessungen oder Multifrequenz-Trägerphasenmessungen. Mit reinen CA-Codebeobachtungen kann nur eine DGNSS-Genauigkeit von ca. 1m Lage und 2m Höhe erreicht werden. Bei guten Messbedingungen sind L1-Beobachtungen für cm-Genauigkeiten (in Abhängigkeit von der Beobachtungsdauer, siehe 1.3) ausreichend, mit Mehrfrequenzbeobachtungen wird in der Regel eine höhere Zuverlässigkeit erreicht. Die Satellitensysteme GPS, GLONASS, GALILEO und BEIDOU werden unterstützt, es können auch Beobachtungen nur eines dieser Systeme ausgewertet werden.

Es ist zweckmäßig, nur Satellitenbeobachtungen über 5° - 10° Grad Elevation abzuspeichern. Beobachtungen mit geringerer Elevation können in bestimmten Fällen (z.B. starker Mehrwegeempfang) das Ergebnis verschlechtern. Dazu kann eine entsprechende "Elevationsmaske" am GNSS-Gerät eingestellt werden.

In den aufgezeichneten Beobachtungsdaten müssen zur korrekten Auswertung im Berechnungsdienst auch der Antennen- und Empfängertyp, die Punktbezeichnung und die Antennenhöhe enthalten sein. Dazu müssen die Antennenhöhe und die Punktbezeichnung während der Messung eingegeben und der verwendete Antennentyp in den Geräteeinstellungen richtig ausgewählt werden. Diese Informationen werden automatisch aus der RINEX-Beobachtungsdatei übernommen.

Die Taktrate der GNSS-Beobachtungen trägt nicht wesentlich zur Qualität bei, es müssen aber grundsätzlich genügend Einzelmessungen zur Lösung der Basislinie vorhanden sein. Bei kurzzeitstatischen Beobachtungen wird eine Taktrate von 10sec empfohlen, bei Langzeitmessungen ab 45 min Beobachtungszeit ist eine Taktrate von 30sec zur Minimierung der Dateigröße zweckmäßig.

Die für die Auswertung verwendeten Daten der SAPOS-Referenzstationen stehen dem Berechnungsdienst erst nach Abschluss jeder vollen Stunde zur Verfügung. Frühester Zeitpunkt zur Auswertung ist daher eine Stunde nach Beobachtungsende. Es können Beobachtungen bis zu 100 Tage nach Aufzeichnung direkt ausgewertet werden, länger zurückliegende Messungen nur auf Anfrage.

## Dateiformat

Die GNSS-Beobachtungen müssen im standardisierten Austauschformat RINEX aufgezeichnet werden, (siehe 3.). Alle RINEX Versionen 2 und 3 werden unterstützt. Viele GNSS-Rover können Beobachtungen im Format RINEX direkt erzeugen oder im Download zu RINEX konvertieren.

Die RINEX-Daten besitzen eine Dateiendung nach dem Muster [yy]o, [yy] steht für eine zweistellige Zahl für das Jahr der Messung (z.B. 24o für eine Messung im Jahr 2024). Häufig wird auch die Dateiendung rnx verwendet. Der Dateiname vor der Endung kann frei gewählt werden.

## 2. Bedienungsanleitung

### Schritt 1: Authentifizierung

Sie erhalten bei der Anmeldung für den GPPS-Dienst einen Nutzernamen und ein Passwort. Melden Sie sich auf <https://sapos.bayern.de> damit an, um den GPPS-Dienst nutzen zu können.

### Schritt 2: Start Berechnungsdienst

Wenn Sie für den GPPS-Dienst freigeschaltet sind, erscheint in der Navigationsleiste der Eintrag **GPPS-Shop** und darunter **Online-Berechnung**

### Schritt 3: Upload der Beobachtungsdateien

Zur Auswertung von eigenen GNSS-Beobachtungen wählen Sie **Online-Berechnung** aus. Sie sehen die Startseite des Berechnungsdienstes.

Betätigen sie die Schaltfläche **Weiter >>**

Auf der nächsten Seite wählen Sie **Durchsuchen...**. Sie können nun die Beobachtungsdateien auf Ihrem lokalen Rechner auswählen.

Es können einzelne RINEX-Beobachtungen (Dateien mit der Erweiterung `.[yy]o, rnx`) oder komprimierte Dateiarhive im `.zip`-Format hochgeladen werden.

---

#### Hochladen

---

Wählen Sie eine einzelne Beobachtungsdatei oder ein ZIP-Archiv mit mehreren Beobachtungsdateien aus, indem Sie "Durchsuchen..." anklicken und mit "Weiter >>" bestätigen

Datei:  Keine Datei ausgewählt.

Die maximale Dateigröße für die Beobachtungsdatei oder ZIP beträgt 100 MB

Die maximale Anzahl von Beobachtungsdateien pro ZIP-Datei ist 60 Stück

Unterstütztes Dateiformat ist RINEX 2 oder RINEX 3

Erlaubte Dateiendung für Beobachtungsdateien ist 23o, 24o oder rnx

---

## Schritt 4: Daten analysieren / korrigieren

Nach Auswahl von **Weiter >>** erscheint das Ergebnis der automatischen Analyse der RINEX-Beobachtungen.

### Ergebnis

Die Beobachtungsdaten wurden für die Prozessierung analysiert.  
Sie können die Punktnummer, Antennentyp und die Antennenhöhe, falls notwendig, für jeden einzelnen Punkt editieren. Punktnummern, die keinen Haken gesetzt haben, werden für die Prozessierung nicht verwendet.

<input checked="" type="checkbox"/> <b>Punktnummer</b>	<input type="text" value="Demo"/>
Startzeit:	17.08.2024 12:00:00
Endzeit:	17.08.2024 12:09:50
Dauer:	0h 10m 0s
Empfänger:	SEPT POLARX5
Antennentyp:	<input type="text" value="LEIAR25.R4"/> <input type="text" value="LEIT"/> <input type="button" value="v"/>
Antennenhöhe:	<input type="text" value="2.0000"/> m
System:	GPS+GLONASS+GALILEO+BEIDOU
Epochen:	60/60 (100%)
Intervall:	10s
Solution type:	<input type="text" value="Best"/> <input type="button" value="v"/>

Folgende Werte sind im Ergebnis enthalten:

- Punktnummer (wird automatisch aus der Beobachtungsdatei übernommen)
- Anfangs- und Endzeit der Beobachtung
- Dauer der Messung
- Empfänger
- Antennentyp (wird automatisch aus der Beobachtungsdatei übernommen)
- Antennenhöhen (wird automatisch aus der Beobachtungsdatei übernommen)
- die aufgezeichneten Satellitensysteme
- aufgezeichnete Epochen im Verhältnis zu den erwarteten Epochen
- Intervall der Beobachtungen

Die Punktnummer **Demo** und die Antennenhöhe **2,0000** ebenso der verwendete Antennentyp **LEIAR25.R4 LEIT** können hier noch geändert werden, wenn beispielsweise während der Messung eine falsche Antenne am Rovergerät eingestellt war oder eine fehlerhafte Antennenhöhe gemessen wurde. Bei den Antennentypen kann eine Auswahl aus einer ständig aktualisierten Liste aller gängigen Antennentypen getätigt werden. Die Liste enthält die internationalen Standardbezeichnungen für die Antennentypen<sup>1</sup>, im Zweifelsfall kann diese Bezeichnung für jeden Roverantennentyp beim Hersteller erfragt werden.

<sup>1</sup> IGS-Tabelle der Empfänger- und Antennenstandardbezeichnungen [http://igs.org/igscb/station/general/rcvr\\_ant.tab](http://igs.org/igscb/station/general/rcvr_ant.tab)

Mit **Weiter >>** werden die Beobachtungsdaten für die Prozessierung freigegeben und es wird noch mal eine Liste der ggf. korrigierten Beobachtungen angezeigt, mit **<< Ändern** können Sie noch mal zur Analyse zurückkehren oder mit **Weiter>>** fortfahren.

### Schritt 5: Berechnung starten

Sie sehen nun die Liste Ihrer offenen Berechnungsaufträge.

Wenn Sie eine Email-Adresse eingeben, erhalten Sie eine Nachricht nach Abschluss der Berechnung. Sie können die jeweiligen Berechnungsaufträge bei Bedarf noch **ändern** oder **löschen**.

Mit **Berechnung starten** starten Sie nun die Online-Berechnung.

---

#### Ihre aktuelle Bestellungenübersicht

---

Offene (1) | In Bearbeitung (0) | Abgeschlossen (10)

Bestellung vom 23.08.2024 um 09:36, Nr. 84441, 1 Artikel

Artikel	Aktion
BASISLINIE Demo Startzeit 17.08.2024 12:00:00 Dauer 0h 10m 0s Epochen 60/60 (100%) Intervall 10s	Ändern, Löschen

---

[Berechnung starten](#)

Sie können weitere Artikel zu Ihrer Bestellung hinzufügen:

- + Referenzstation
- + Virtuelle Referenzstation
- + Online-Berechnung
- + CRS-Transformation

Falls Sie nach Abschluss der Berechnung zusätzlich benachrichtigt werden wollen, tragen Sie bitte Ihre Email-Adresse in das Feld ein.

Sie können den Fortschritt der Berechnung verfolgen. Nach Abschluss der Auswertung, die je nach Beobachtungsdauer und Taktrate einige Minuten dauert erhalten Sie eine



Bestätigungsmail auf die vorher eingegebene Adresse (optional).

## Schritt 6: Ergebnis betrachten

Das Ergebnis der Berechnung wird bis zu 30 Tage zum Abruf vorgehalten. Wenn Sie sich nach Abschluss der Online-Berechnung wieder am GPPS-Shop anmelden und auf **Bestellungen** zugreifen, sehen Sie die Ergebnisse der Berechnungsaufträge (**Abgeschlossen**). In einer Tabelle werden Qualität, Lösungsstatus und Beobachtungsbedingungen angezeigt.

---



### Ihre aktuelle Bestellungsübersicht

---

Offene (0) | In Bearbeitung (0) | Abgeschlossen (11)

Vorhaltezeit der Daten: 30 Tage

Bestellung vom 23.08.2024 um 09.36, Nr. 84441, 1 Artikel

Artikel	Qualität	Aktion
 BASISLINIE Demo Startzeit 17.08.2024 12:00:00 Dauer 0h 10m 0s Epochen 60/60 (100%) Intervall 10s	HOCH Mehrdeutigkeiten gelöst 100% Standardabweichung 0.0005m PDOP 0.6 bis 0.6 Satelliten 31 bis 31	<a href="#">BayernAtlas</a> <a href="#">Löschen</a>
		 <a href="#">Download</a>

## Schritt 7: Ergebnis herunterladen und verwenden

Sie können die Aufträge bis zu 30 Tage im Bereich "Abgeschlossenen Bestellungen" beliebig oft herunterladen.

Das Ergebnisarchiv enthält im Beispiel je eine Protokolldatei **Protokoll[Nr.].txt** mit den Informationen zur Berechnung der beiden Beobachtungssätze und eine Ergebnisdatei **Auswertung.txt** mit allen Positionsergebnissen des Auftrags.

Die Ergebnisse in den Protokollen und der Zusammenstellung werden als geographische ETRS89/DREF91-Koordinaten mit Höhe über GRS80-Ellipsoid (EPSG 4937) und im UTM32-System (EPSG 10289) ausgegeben. Die Protokolldateien geben Hinweise zur Beobachtungsqualität, bei ungenügender Auswertequalität kann damit nach den Ursachen gesucht werden.

Die Datei **Auswertung.txt** die enthält Einzelergebnisse für jede im Auftrag enthaltene Aufstellung. Es werden ETRS89/DREF91-Positionen als kartesische Koordinaten und als UTM-Koordinaten mit ellipsoidischer Höhe angezeigt.

Wenn Beobachtungssätze für Punkte mit identischer Punktnummer ausgewertet wurden, folgt am Ende eine statistische Auswertung der Ergebnisse: Mittelwert, Genauigkeitsangaben und Abweichungen der Einzelergebnisse.

Zusätzlich werden transformierte Koordinaten in den Bezugssystemen (CRS) DHDN90 (GK 4, EPSG 5678, Lagestatus 120) und DHHN2016 (Normalhöhe EPSG 7837, Höhenstatus 170) angegeben. Zum Verfahren und der Genauigkeit der Transformation beachten Sie bitte die Information auf <https://www.ldbv.bayern.de/produkte/dienste/sapos/transformationen.html>.

Die kartesischen, geozentrischen ETRS89-Koordinaten (EPSG 4936) werden zusätzlich in Dateiform abgeben:

**Koordinate[Nr.].Ist** und **Koordinate[Nr.].csv**. Beide Dateien enthalten alle Angaben der Berechnung und alle Ergebnisse der ausgewerteten Basislinien in einer zeilenweise aufgebauten Formatierung. Diese Daten können in beliebige weiterverarbeitende Programme eingelesen werden. Die Datei **Koordinate[Nr.].Ist** enthält die vollständigen Fehlerangaben (Varianzen). Die Datei **Koordinate[Nr.].csv** enthält nur einfache Standardabweichungen der 3D-Position, zusätzlich gemittelte Koordinaten bei Mehrfachmessungen innerhalb des Auftrags.

Schließlich enthält das Ergebnis noch eine Datei **BayernAtlas[Nr.].kml**, die dazu verwendet werden kann, um die Koordinaten in webbasierten Kartenviewern zu visualisieren. Die Datei kann beispielsweise direkt in den BayernAtlas <https://www.geoportal.bayern.de/bayernatlas> kopiert werden, damit alle Punkte des Auftrags mit Punktnummer dargestellt werden.

### 3. Beschreibung der Ein- und Ausgabeformate

#### RINEX<sup>2</sup>

Der Inhalt der ASCII-codierten RINEX-Dateien ist mit jedem Texteditor lesbar. Er besteht aus dem Dateiheder (16 Zeilen am Dateianfang) und dem Beobachtungsteil mit den Code- und Trägerphasenbeobachtungen aller Satelliten pro Beobachtungsepoche.

RINEX ist ein international standardisiertes Dateiformat mit frei verfügbaren Beschreibungen.

#### Koordinatendateien

##### CSV-Datei

ASCII-Datei mit Kommentarzeilen (#)

ETRS89 (DREF91) Kartesische Koordinaten (EPSG 4936)

Berechnete Koordinaten zeilenweise

**[Punktnummer];[X];[Y];[Z];[Berechnungsindikator];[Datum Zeit];[S<sub>0</sub>]**

##### Beschreibung der Datenfelder

**[Punktnummer]** = Feld [MARKER NAME] der RINEX-Datei bzw. Nutzereingabe

**[X], [Y], [Z]** = Kartesische Koordinaten in Meter, 0,001 m genau

**[Berechnungsindikator]** = Mittelwert [MEAN] oder Messwert [MEAS]

[MEAN] = Kennzeichnung der Koordinate als Mittelwert aus mehreren Beobachtungen mit der gleichen Punktnummer. Eine mit [MEAN] gekennzeichnete Zeile setzt immer mehrere mit [MEAS] gekennzeichnete Zeilen mit gleicher Punktnummer voraus.

[MEAS] = Kennzeichnung der Koordinate als Einzelmesswert aus einem Beobachtungsintervall

**[Datum Zeit]** = Bei Einzelmessungen [MEAS] beinhaltet dieses Feld die Startzeit der Beobachtung (Zeitstempel der ersten Beobachtung in der RINEX-Datei). Bei Mittelwerten [MEAN] beinhaltet dieses Feld den Zeitpunkt der Berechnung. Format dd.mm.yyyy hh:mm:ss

**[S<sub>0</sub>]** = Standardabweichung (1-Sigma) der 3D-Position. Bei Einzelmessungen [MEAS] wird dieser Wert aus der Streuung der einzelnen Beobachtungsepochen berechnet. Bei Mittelwerten [MEAN] wird dieser Wert ungewichtet aus der Streuung der Einzelmessungen [MEAS] berechnet. Durch die hohe Korrelation der Satellitenbeobachtungen innerhalb einer Messepoche (identische Satelliten und Fehlereinflüsse) ist der S<sub>0</sub> der Einzelmessung wesentlich kleiner.

Die Ausgabedatei im csv-Format kann zur Umwandlung in andere Koordinatensysteme im **CRS-Transformationsdienst** unter [https://sapos.bayern.de/coord\\_tm.php](https://sapos.bayern.de/coord_tm.php) weiterverarbeitet werden.

---

<sup>2</sup> RINEX : Receiver Independent Exchange Format, <https://kb.igs.org/hc/en-us/articles/201096516-IGS-Formats>

Die Zusatzinformationen [Berechnungsindikator], [Datum Zeit] und [S<sub>0</sub>] in der Ausgabedatei wird bei der Verarbeitung in CRS-Transformationsprogramm und –dienst unverändert zeilenweise übernommen. Die Genauigkeitsangabe [S<sub>0</sub>] bezieht sich damit weiter auf die Berechnung, eine Berücksichtigung der Transformationsgenauigkeit im Sinne der Fehlerfortpflanzung findet nicht statt.

### **LST-Datei**

ASCII-Datei mit Kommentarzeilen (#), angelehnt an das Geo++ / GNSmart  
Ausgabeformat

ETRS89 (DREF91) Kartesische Koordinaten (EPSG 4936)

Berechnete Koordinaten zeilenweise

**Punktnummer; X[m]; Y[m]; Z[m]; Datum/Zeit[dd.mm.yyyy hh:mm:ss]; Var(X)[qm];  
Cov(XY)[qm]; Cov(XZ)[qm]; Var(Y)[qm]; Cov(YZ)[qm]; Var(Z)[qm]**

### **Beschreibung der Datenfelder**

**[Punktnummer]** = Feld [MARKER NAME] der RINEX-Datei bzw. Nutzereingabe

**[X], [Y], [Z]** = Kartesische Koordinaten in Meter, 0,0001 m genau

**[Datum Zeit]** = Startzeit der Beobachtung (Zeitstempel der ersten Beobachtung in der RINEX-Datei).

**[Var]; [Cov]** = Varianzen und Kovarianzen der X, Y und Z-Komponente der 3D-Position. Diese vollständigen Fehlerinformationen können in viele geodätische Programme eingelesen werden. Mit den bekannten Formeln der Fehlerrechnung lassen sich daraus die Genauigkeitsangaben für alle abgeleiteten Koordinatendarstellungen (z.B. ebene, geographische Koordinaten oder UTM-Projektion und ellipsoidische Höhen) berechnen. Die Berechnung der Fehlerfortpflanzung bei nachgeordneten Transformationen z.B. ins DHDN90 (GK) und DHHN ist damit möglich.