

---

# **infra:raster – Realisierung eines einheitlichen Referenzsystemes und eines GNSS-RTK-Positionierungsdienstes für die ÖBB-Infrastruktur AG**

Johannes FLECKL-ERNST, Annemarie SCHRAML, Winfrid BERGER, Ralf KLEBERMASS, Renè HELLERSCHMID, Robert WEBER, Klaus GUTLEDERER, Arnold EDER

## **1 Kurzfassung**

Historisch gewachsen liegen den Vermessungsdaten bei der ÖBB-Infrastruktur AG verschiedene Referenzsysteme zugrunde. Teilweise kamen auch abweichende Projektionen zum Einsatz, teilweise wurde die Lagerung nicht dokumentiert. Ziel bei den verschiedenen Vorgangsweisen war stets die Generierung eines lokalen Bezugsrahmens.

Um künftig ein einheitliches Referenzsystem für die ÖBB-Infrastruktur AG bereitstellen zu können wird der infra:raster geschaffen. Hierfür wird die Verwendung des globalen Bezugsrahmens ITRF2014 (Ep.2010.0), sowie die Verwendung des lokalen Bezugsrahmens im System der österreichischen Landesvermessung (um vorhandene Geodaten gültig zu halten) festgelegt.

Der Übergang zwischen diesen beiden Referenzsystemen wird durch einen 7-Parametersatz plus Korrekturraster definiert und mit dem online GNSS-RTK-Positionierungsdienst der ÖBB (TEPOS) über RTCM 3.1 als infra:raster bereitgestellt.

Um bahnahe eine homogene Anbindung zu erreichen werden ca. 6000 Punkte aus ÖBB-Vermessungen, ca. 1540 TEPOS Punkte und ca. 8300 amtliche, ebenfalls bahnahe, Punkte zusätzlich eingebracht. Die Rasterweite für die flächenhafte Transformation in der geografischen-Länge beträgt 30" ( $\approx 600$  m) und die Rasterweite in der geografischen-Breite beträgt 20" ( $\approx 600$  m) und ergibt so eine Rasterkachel.

Zur Bestimmung der Rasterkorrekturwerte ist es notwendig die physischen Punkte der vorhandenen ÖBB Referenzsysteme zu erheben. Dabei sind für alle infra:raster-Eingangspunkte einerseits die GK-Koordinaten ( $x, y$ ) samt der Höhe ( $H$ ) in den lokalen Bezugsrahmen, andererseits die globalen kartesischen 3D Koordinaten ( $GX, GY, GZ$ ) in einem definierten globalen Bezugsrahmen (ETRF89, AREF oder ITRF2014) notwendig.

Daraus werden mittels bikubischer Interpolation die Residuen für die Rastereckpunkte in ellipsoidischer Länge, ellipsoidischer Breite und ellipsoidischer Höhe abgeleitet und bilden damit den infra:raster. Die Berechnung der Rasterkorrekturwerte erfolgt flächendeckend für ganz Österreich.

Seit 1.7.2022 ist der Positionierungsdienst infra:raster online und das dazu gehörende ÖBB-Infrastruktur AG – Regelwerk in Kraft getreten.

## 2 Einleitung

Mit der Erstellung des infra:rasters wurde erstmals eine einheitliche Definition der geodätischen Referenzsysteme für die ÖBB-Infrastruktur AG geschaffen. Er gilt für folgende Anwendungen, sofern sie eine Genauigkeitsanforderung von mindestens 2 m aufweisen:

- Vermessungen und messtechnische Anwendungen,
- Planungsgrundlagen und Planungen,
- Dokumentationen von Bahnanlagen.

Es wird die Verwendung des globalen Bezugsrahmens ITRF2014 (z. B. Messungen mit GNSS) sowie die Verwendung des lokalen Bezugsrahmens (z. B. Festpunkte und Gleisvermarkungspunkte) im Bezugssystem der österreichischen Landesvermessung (z. B. Gleisvermessungen und Gleistrassierungen) festgelegt.

Der Übergang zwischen diesen beiden Bezugsrahmen wird durch einen Korrekturraster definiert und mit einer online GNSS-Applikation (infra:raster), unter Einhaltung der beschriebenen Genauigkeiten, bereitgestellt. Damit beziehen sich die oben genannten Anwendungen auf ein einheitliches Referenzsystem.

Zur Umsetzung dieser Vorgaben wurde ein ÖBB-Infrastruktur AG – Regelwerk erstellt. Für die Begriffsdefinitionen wurden die DIN 18709-6:2021 und die DIN 18709-1:2020 verwendet.

Katastrale Vermessungen sind nicht im infra:raster durchzuführen.

## 3 Anforderungen an die Vermessung

### 3.1 Grundsätze

Zur planlichen Darstellung (z. B. mit einem Bestandslageplan) der Natur und von Objekten (z. B. Bahnanlagen) muss ein geodätisches Referenzsystem zugrunde gelegt werden. Dieses ist auch notwendig, um Objekte aus Planinhalten in der Natur herstellen und bauen zu können (z. B. durch eine Absteckung).

Damit ist die Forderung gegeben, dass dieses Referenzsystem am Beginn jeder Planung zu definieren ist und sich nicht mehr ändern darf. Auch sind spätere Prozesse mit einem koordinativen Bezug (Vermessung, Planung, Dokumentation, Instandhaltung) immer auf dieses ursprüngliche Referenzsystem zu beziehen.

Dieses Referenzsystem besteht aus einem Bezugssystem samt einer Realisierung dieses Bezugssystemes durch physische Punkte oder zumindest physisch herstellbaren Punkten (Bezugsrahmen). Dieser Bezugsrahmen hat homogen (keine Sprünge und Unstetigkeiten) zu sein und ist im besten Fall frei von Spannungen.

Das Referenzsystem hat in der höchsten Genauigkeit die Anforderungen der Gleisvermessung (Gleisvermarkungspunkte 2 mm) bzw. für die Errichtung und Abnahme von Objekten die Bautoleranzen zu erfüllen (z.B.: Bahnsteigkanten 5mm).

## 3.2 Österreichische Landesvermessung

### Grundlage

Die Koordination der österreichischen Landesvermessung ist hoheitliche Aufgabe des BEV (Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen). Eine genaue Festlegung der in Österreich gültigen 3D-Referenzsysteme (OTTER et al. 2015) und der Höhenreferenzsysteme (HELLERSCHMIED, A. 2020) wird vom BEV publiziert.

### Bezugssystem

Das Bezugssystem der österreichischen Landesvermessung wird als MGI bezeichnet, dem das regionale Referenzellipsoid Bessel-Ellipsoid 1841 als Bezugsfläche zugeordnet ist.

Als Höhensystem werden Gebrauchshöhen bezogen auf den Pegel von Triest (mittlerer Adriapegel, Höhenmarke Nummer 1 am Molo Sartorio) von 1875 verwendet.

Zur Abbildung in die Ebene wird die Gauß-Krüger Projektion verwendet (drei Meridianstreifen: M28, M31, M34 ö. Ferro).

### Bezugsrahmen

Die Lagekoordinaten (Hochwert und Rechtswert) werden mit katastralen Triangulierungspunkten (TP, Festpunkte erster bis fünfter Ordnung) und Einschaltpunkten (EP, Festpunkte sechster Ordnung) realisiert. Diese haben teilweise auch Gebrauchshöhen und ETRF89 Koordinaten.

Die Höhen in der höchsten Genauigkeitsstufe sind nivellistisch bestimmt..

Der Bezugsrahmen wurde für die katastrale Vermessung geschaffen und verfügt im Allgemeinen über eine gute Nachbarschaftsgenauigkeit. Diese ist aber für die Errichtung von Bahnanlagen und deren technische Vermessungen (Brücken-, Tunnel-, Gleisvermessung, Gleisvermarkung etc.) historisch bedingt vielfach nicht ausreichend (Netzspannungen über ganz Österreich).

## 3.3 Referenzsysteme „alt“ der ÖBB-Infrastruktur AG

### Allgemeines

Bei der ÖBB-Infrastruktur AG wurden für die Vermessung der Bahnanlagen in den letzten Jahrzehnten folgende Ansätze für die Wahl bzw. für den Anschluss an bestehende Referenzsysteme verwendet:

1. Lokaler geodätischer Anschluss an ausgewählte BEV-Punkte mit freier oder gezwängter Lagerung, teilweise mit lokaler Transformation ins ETRF89
2. Homogene und spannungsfreie (statische GNSS-)Netze mit linearer Ausdehnung entlang der Strecken und bestanschließender freier Lagerung mit geringem Maßstabsfaktor auf BEV-Punkte (Abweichungen bis 15 cm)
3. Homogene und spannungsfreie (statische GNSS-)Netze mit linearer Ausdehnung entlang der Strecken und bestanschließender freier Lagerung ohne Maßstabsfaktor

(oder mit fixiertem Maßstabsfaktor) auf BEV-Punkte für längere Tunnelabschnitte (z. B. Unterinntal, Semmering-Basistunnel, Koralmtunnel, Karawankentunnel)

Bei den ersten beiden Ansätzen wurden das Bezugssystem und die Projektion (M28, M31 und M34) des MGI verwendet. Beim dritten Ansatz kamen auch abweichende Projektionen zum Einsatz.

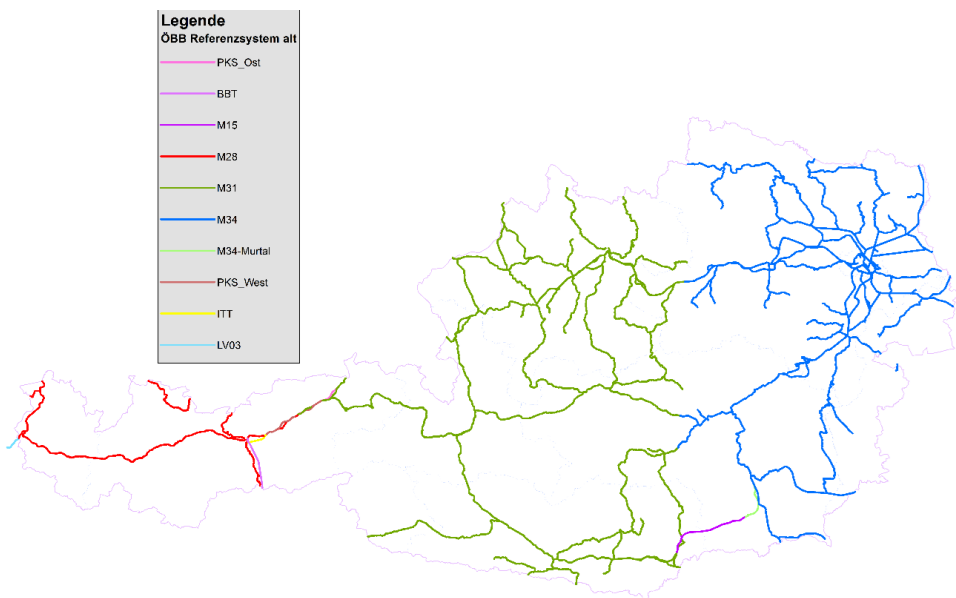
Beim ersten Ansatz ist problematisch, dass oft nicht dokumentiert ist, an welche BEV-Punkte und mit welcher Lagerung angeschlossen wurde. Da es sich um lokale Anschlüsse handelt, kann es auch beim Übergang zu anderen Referenzsystemen zu Inhomogenitäten kommen (beim Zusammenschluss zweier lokaler Referenzsysteme treten Klaffungen auf).

Der Bezugsrahmen ist dabei nicht eindeutig festgelegt, sondern meistens durch diverse Festpunkte und Gleisvermarkungspunkte wieder reproduzierbar. Die Ansätze 2 und 3 stellen klar definierte Referenzsysteme dar, deren Bezugsrahmen durch physische Punkte in der Natur (z. B. Messpfleiler, Bodenpunkte, Spiegeladapter, Gleisvermarkungspunkte) festgelegt ist.

Ziel bei allen Ansätzen war die Generierung eines lokalen Bezugsrahmens. Die Erstellung eines globalen Bezugsrahmens erfolgte beim Ansatz 2 und teilweise beim Ansatz 3. Klare Vorgaben zur Verwendung von Referenzsystemen gab es nicht.

Für Teilbereiche der Bahnanlagen liegen derzeit keine Vermessungen vor. Demnach gibt es in diesen Teilbereichen auch keine Realisierung eines Bezugsrahmens.

Eine Übersichtsdarstellung der Strecken, eingefärbt nach Referenzsystem, findet sich in Abbildung 1.



**Abbildung 1:** Vorhandene Referenzsysteme der ÖBB-Infrastruktur AG

## **4 Referenzsystem „neu“ der ÖBB-Infrastruktur AG mit infra:raster**

### **4.1 Definition Referenzsystem**

#### **Anforderungen**

Aus den vorangegangenen Betrachtungen der vorhandenen Referenzsysteme leiten sich folgende Anforderungen an ein einheitliches Referenzsystem ab.

Das Referenzsystem muss

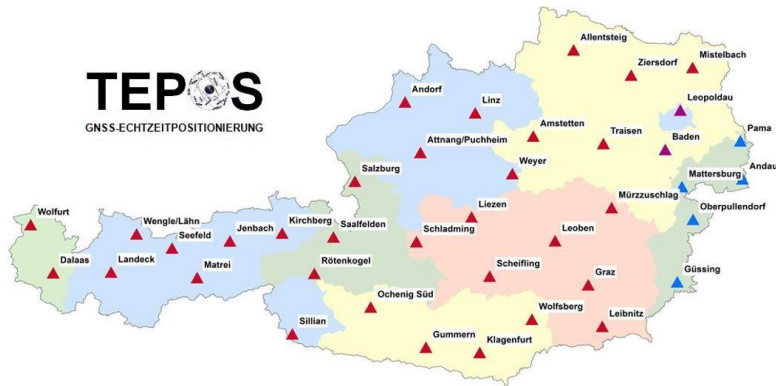
- als Bezugssystem das Landeskoordinatensystem haben;
- als Bezugsrahmen nahe dem Landeskoordinatensystem sein (Abweichung < 20 cm);
- die historischen Referenzsysteme bestmöglich repräsentieren, damit die vorhandenen Vermessungen, Gleistrassierungen, Planungsunterlagen und Dokumentationen weiterhin verwendbar sind;
- einen definierten Übergang zu globalen Referenzsystemen haben;
- eine nachvollziehbare, gesicherte und wirtschaftliche Verwaltung des Bezugsrahmens ermöglichen;
- für zukünftige Vermessungen, Gleistrassierungen, Planungen und Dokumentationen verwendbar sein;
- für vorhandene Vermessungsmethoden (GNSS, terrestrische Vermessung, Nivellement, Laserscanning, Photogrammetrie, Mobile Multisensoriksysteme) und zukünftige Messmethoden verwendbar sein;
- den Digitalisierungsprozessen entsprechen und online verfügbar sein;
- sämtliche Bahnanlagen der ÖBB-Infrastruktur AG abdecken.

Diese Anforderungen werden im Referenzsystem infra:raster bestmöglich erfüllt. Dieser stellt somit ein einheitliches, reproduzierbares, homogenes, anforderungsgerechtes, genaues, spannungsreduziertes, wartungsarmes und wirtschaftliches dreidimensionales geodätisches Referenzsystem für die Bahnanlagen der ÖBB-Infrastruktur AG dar.

#### **Bezugssystem und Bezugsrahmen**

Das Referenzsystem infra:raster hat als globales Bezugssystem das ITRS.

Der globale Bezugsrahmen bezieht sich auf den von TEPOS unterstützten Bezugsrahmen ITRF2014 (EPOCHÉ 2010.0). Dieser wird durch die TEPOS-Permanentreferenzstationen realisiert (siehe Abbildung 2).



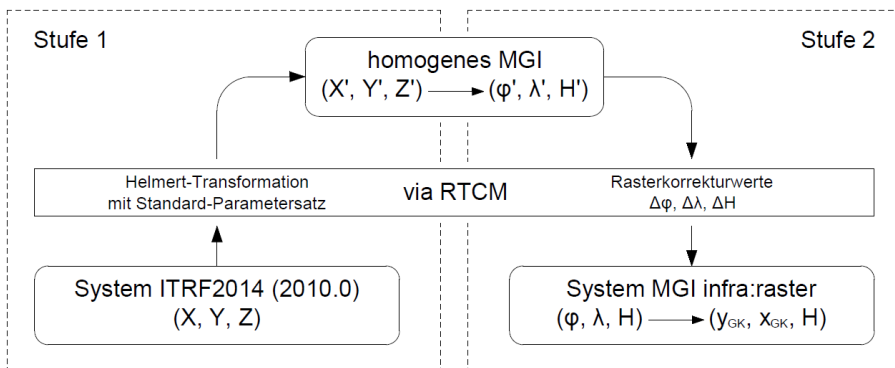
**Abbildung 2:** TEPOS-Referenzstationen – Übersicht

Das lokale Bezugssystem entspricht dem der österreichischen Landesvermessung. Der lokale Bezugsrahmen wird durch die vorhandenen Vermessungsfestpunkte und Gleisvermarkungspunkte realisiert.

**infra:raster**

Der Übergang vom globalen Bezugsrahmen auf den lokalen Bezugsrahmen wird durch einen 2-stufigen Prozess (siehe **Abbildung 3**) von ITRF ins MGI realisiert:

1. Standardtransformation von ITRF ins MGI (homogen) mittels 7-Parameter-Transformation
2. Flächenhafte Transformation mit Rasterkorrekturwerten, die einen Übergang von MGI (homogen) in den MGI-infra:raster realisieren.



**Abbildung 3:** Schematische Prozessdarstellung des Übergangs vom globalen Bezugsrahmen auf den lokalen Bezugsrahmen

Die Rasterweite für die flächenhafte Transformation in der geografischen Länge beträgt 30" ( $\approx 0,6$  km) und die Rasterweite in der geografischen Breite beträgt 20" ( $\approx 0,6$  km), wodurch sich eine Rasterkachel ergibt.

## TEPOS

TEPOS ist ein ÖBB-Infrastruktur AG-internes GNSS-Referenzsystem.

Die RTK-Genauigkeit (ISO 17123-8) im System TEPOS für die statische Messung im System ITRF2014 ist bei optimal GNSS-tauglichen Punkten in **Tabelle 1** angegeben und haben ein Signifikanzniveau von 95 %.

**Tabelle 1:** RTK-Genauigkeiten bei TEPOS-Messung im System ITRF2014

Messverfahren	Wiederholbare Lagegenauigkeit	Wiederholbare Höhen Genauigkeit
RTK-Messung mit TEPOS	$\pm 2$ cm	$\pm 4$ cm

## Festlegung Projektionen

Zur Vereinheitlichung sind für Vermessungen und Planungen sind die Projektionen der Landesvermessung (M28, M31, M34) zu verwenden.

Bei der Verwendung von Planungs- und Vermessungsdaten aus historischen ÖBB-Referenzsystemen sind diese in der Weiterbearbeitung in den infra:raster überzuführen. Dabei werden auch erstmalig klare Übergangspunkte zwischen den Projektionen definiert. Damit ist eine Überführung von Geodaten in zentrale Datenbanksysteme (z.B. infra:plan) geregelt, die gerade in Aufbau sind.

## Vergleich der Referenzsysteme anderer Bahnverwaltungen

Im Zuge der Festlegung des infra:rasters wurden auch andere Lösungsansätze für die Wahl eines Referenzsystems untersucht. Die Ansätze der DB (DB\_REF) und der SBB (LV95) wurde in mehreren D.A.CH Treffen der Vermessung diskutiert.

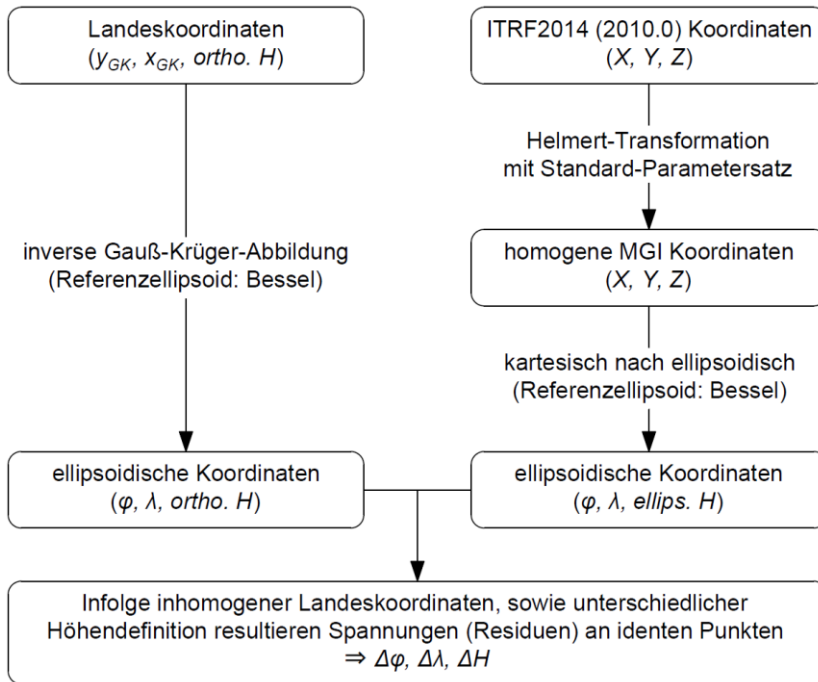
Die Wahl eines von der Landesvermessung abweichenden Bezugsrahmens (DB\_REF) wurde aufgrund der Menge an vorliegenden Daten verworfen, die Schaffung eines spannungsfreien Bezugsrahmens (LV95) ebenso. Dies wäre erst sinnvoll, wenn dieser Schritt auch in der österreichischen Landesvermessung gesetzt wird.

## 4.2 Berechnung infra:raster

### Prinzip der Korrekturrasterberechnung

Aufgrund der Anschluss – und Lagerungsthematik, sowie der daraus resultierenden Inhomogenität der vorhandenen Vermessungen, ist keine einheitliche Transformation von einem globalen Bezugsrahmen in einen lokalen Bezugsrahmen für das gesamte Staatsgebiet zulässig.

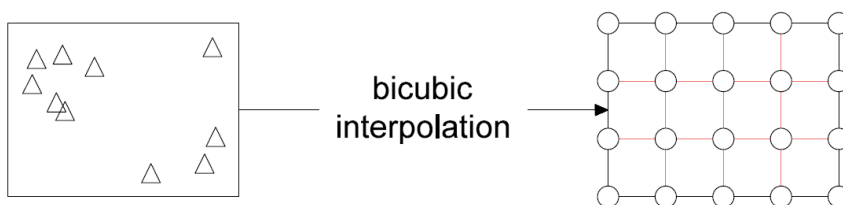
Die Netzspannungen zwischen diesen Systemen lassen sich allerdings aus Punkten, welche in beiden Systemen gelagert sind (Passpunkte), ableiten. Die Berechnung der Residuen folgt dem Konzept laut **Abbildung 4**.



**Abbildung 4:** Konzept zur Berechnung der Residuen

Der hier verwendete Standard-Parametersatz ist als ein mittlerer österreichweiter Parametersatz zu verstehen. Die Residuen-Berechnung erfolgt per Definition: Landespunkte minus GNSS-Punkte (Definition entsprechend RTCM 3.1).

Aus diesen unstrukturiert verteilten Residuen werden mittels bikubischer Interpolation die Residuen für ein landesweites regelmäßiges Gitter (Korrekturraster) berechnet (siehe **Abbildung 5**).



**Abbildung 5:** Interpolation auf ein regelmäßiges Gitter

### Eingangsdaten

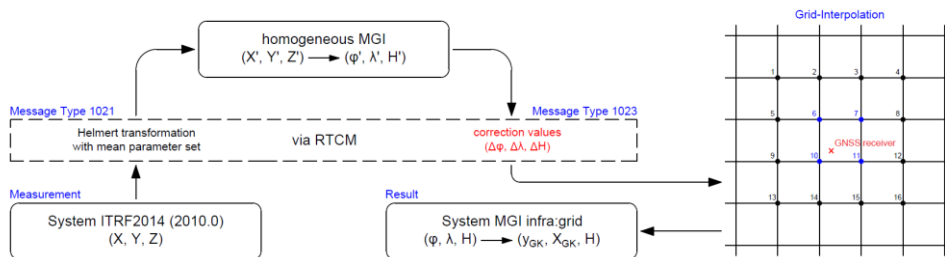
Zur Bestimmung der Residuen sind zwingend die physischen Punkte der vorhandenen Referenzsysteme der ÖBB-Infrastruktur AG zu erheben. Dabei sind für diese Eingangspunkte



einerseits die Gauß-Krüger-Koordinaten ( $y, x$ ) inkl. Höhe ( $H$ ) der vorhandenen Referenznetze (lokaler Bezugsrahmen) und andererseits die globalen kartesischen 3D-Koordinaten ( $GX, GY, GZ$ ) in einem definierten globalen Bezugsrahmen erforderlich. Neben diesen Koordinateninformationen sind auch die Metadaten der Eingangspunkte zur Qualitätssicherung erforderlich.

Zur Transformation von ITRF2014 (Ep.2010.0) Koordinaten in homogene MGI-Koordinaten wird der Standard-Parametersatz verwendet. Dem geht voraus, dass sämtliche globalen Koordinaten im ITRF2014 (Ep.2010.0) definiert sind.

Die Umrechnung ETRF  $\Rightarrow$  ITRF2014 (Ep.2010.0) erfolgt durch eine Helmert-Transformation mit einem österreichweit gültigen Parametersatz<sup>1</sup>. Die Umrechnung AREF (e1996.45)  $\Rightarrow$  ITRF2014 (e2010.0) erfolgt in zwei Schritten. Im ersten Schritt werden durch einen Shift die AREF-Koordinaten ins ITRF2000 (e1997.0) überführt, anschließend werden die ITRF2000-Koordinaten durch eine Helmert-Transformation mit einem österreichweit gültigen Parametersatz ins ITRF2014 (e2010.0) transformiert (siehe **Abbildung 6**).

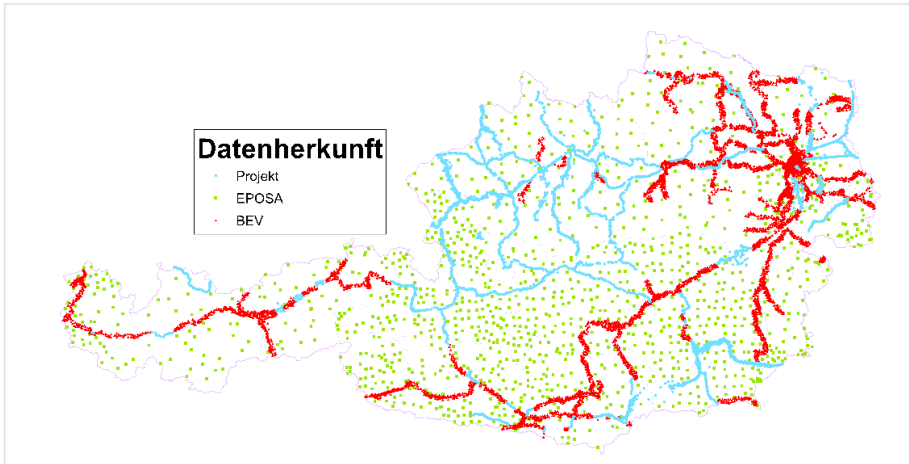


**Abbildung 6:** Umrechnung Koordinaten

Ursache der verschiedenen Bezugssysteme der Eingangspunkte liegt am hierarchischen und historischen Aufbau. Die für den infra:raster wichtigste Grundlage sind die ÖBB-Netze, welche vorwiegend in den letzten 20 Jahren entstanden sind und oftmals bezogen auf AREF gemessen wurden.

In Bereichen, in denen keine Netze vorhanden sind, wurden in einem Korridor von 1.5 km zur Streckenachse, Punkte vom BEV (System ETRF) angekauft. Schließlich werden zur Flächenabdeckung und zugleich zur universelleren Anwendbarkeit, Punkte von EPOSA (System ITRF2014) miteinbezogen. **Abbildung 7** zeigt die landesweite Verteilung der Eingangspunkte.

<sup>1</sup> Der Parametersatz ist abgeleitet aus einer räumlichen Ähnlichkeitstransformation mit TEPOS Referenzstationskoordinaten, welche in beiden Koordinatenrahmen verfügbar sind.



**Abbildung 7:** Verteilung der Eingangspunkte

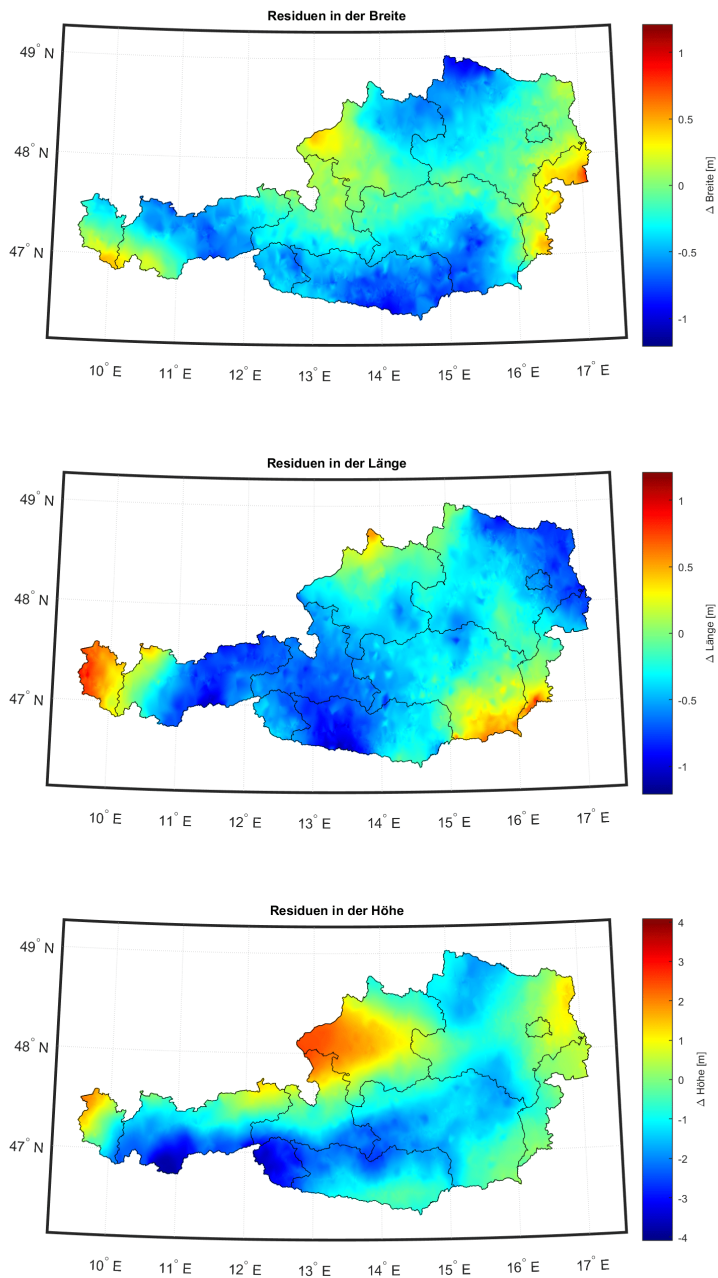
## Residuen- und Rasterberechnung

Konform zur **Abbildung 4** wurden die Residuen berechnet. Sämtliche Gauß-Krüger Koordinaten der Datenbank wurden durch eine inverse Gauß-Krüger Abbildung bezogen auf das Bessel-Ellipsoid in geodätische MGI Koordinaten überführt. Demgegenüber werden die ETRF-Koordinaten als auch die AREF-Koordinaten ins ITRF2014 (Ep.2010.0) transformiert um nachfolgend sämtliche ITRF2014 (Ep.2010.0) mit dem Standardparametersatz in homogene MGI Koordinaten zu transformieren und in geodätische Koordinaten umzurechnen, ebenfalls bezogen auf das Bessel-Ellipsoid. Daraus werden die Residuen (MGI-Koordinaten minus homogene MGI-Koordinaten) gebildet. Aufgrund des Standardparametersatzes liegt die Größenordnung der Residuen im niederen Meter-Bereich.

Durch die Differenz, Gebrauchshöhen minus ellipsoidischen Höhen laut RTCM-Definition, entspricht  $\Delta H$  genähert der negativen Geoidundulation bzgl. des Bessel-Ellipsoids.

Die Eingangsdaten für die Rastererstellung sind nun die Residuen von knapp 16000 Passpunkten. Aufgrund der hohen Anzahl der Eingangsdaten und der geringen Gitterweite können die interpolierten Rasterpunkte einem variablen Verlauf der Residuen gut folgen. Ferner ist die Gitterweite ausreichend groß, um auch für dynamische Verfahren anwendbar zu bleiben.

Als Interpolationsmethode für die Gitterpunkte wurde eine triangulationsbasierte kubische Interpolation verwendet. Triangulationsbedingt können außerhalb der Randpunkte keine Werte interpoliert werden. Dadurch, dass alle Passpunkte und somit auch die Randpunkte innerhalb Österreichs liegen, können keine Residuenwerte in der Nähe der Staatsgrenze errechnet, bzw. keine grenznahen Landeskoordinaten auf cm-Genauigkeitsniveau gemessen werden. Abhilfe schaffen rechnerisch ermittelte (Extrapolations-) Residuen für vorgegebene Punkte außerhalb der Staatsgrenze. Mit den Residuen der Passpunkte, als auch den extrapolierten Residuen wird schließlich der Korrekturraster (siehe **Abbildung 8**) berechnet.



**Abbildung 8:** Residuenraster in Breite, Länge und Höhe

Durch umfangreiche Testmessungen wurde untersucht, wie vorhandene Vermessungsdaten (GNSS-Netze, Bestandsvermessungen, Gleisvermessungen und Gleisvermarkungspunkte) mit dem infra:raster reproduziert werden können und wie groß die systematischen Fehleranteile sind. Diese Fehleranteile wurden nach Herkunft der infra:raster-Eingangspunkte eingeteilt und sind in **Tabelle 2** ersichtlich.

**Tabelle 2:** Systematische Fehleranteile des infra:rasters

Herkunft der infra:raster-Eingangspunkte	Systematische Fehleranteile in der Lage	Systematische Fehleranteile in der Höhe
Projektpunkte	maximal 3 cm	maximal 6 cm
BEV-Punkte	maximal 6 cm	maximal 10 cm
EPOSA-Punkte	maximal 10 cm, liegen außerhalb des Bahnbereichs	maximal 20 cm, liegen außerhalb des Bahnbereichs

Die angegebenen systematischen Fehleranteile kumulieren Einflüsse aus Fehlern

- der infra:raster-Eingangspunkte bei GK-Koordinaten und Gebrauchshöhen sowie AREF/ETRF89/ITRF2014-Koordinaten;
- der infra:raster-Berechnung durch Interpolation der infra:raster-Eingangspunkte;
- bei der Anbringung und Interpolation der Residuen.

Diese Angaben setzen voraus, dass die Vermessungsdaten an vorhandene GNSS-Netze bzw. aktuelle BEV-Punkte angeschlossen wurden. Zusätzlich zu den systematischen Fehleranteilen sind die Genauigkeiten der RTK-Messung laut **Tabelle 1** zu berücksichtigen.

## 5 Anwendung und aktueller Erfahrungsstand infra:raster

Der Korrekturraster infra:raster wird künftig bei allen Verortungsaufgaben als Grundlage für Vermessungen innerhalb und im Auftrag der ÖBB-Infrastruktur AG verwendet. Der Korridor, in dem der infra:raster gültig ist, erstreckt sich entlang der Bahnanlagen bis zu einer Breite von  $\pm 300$  m quer zur Streckenachse.

Beispiele für Anwendungsgebiete:

- Lagerung von Grundlagennetzen für Bestands-, Bau- und Gleisvermessungen,
- Lagerung bei Messungen mit automationsunterstützten Gleismesswägen,
- Bestandsvermessungen außerhalb des Gleisbereichs,
- Vermessungen bei der Abwicklung von Bauprojekten,
- Positionierung der Messwägen bei Instandhaltungs- und Inspektionsaufgaben,
- Dokumentation der Infrastrukturanlagen (z. B. Kabel, Masten, Signale, Balisen, Durchlässe, Lärmschutzwände, Mauern),
- Dokumentation für Naturgefahrenmanagement (z. B. Lehnen),
- Dokumentation von hydrogeologischen Messstellen und Pegeln,
- präzise Fahrzeugpositionierung.

Für Messungen stehen verschiedene Mountpoints (Einwahknoten) zur Verfügung. Je nach Aufgabenstellung ist einer der Mountpoints am GNSS Rover einzustellen.

### **Messungen zur Prüfung und Verbesserung des infra:rasters**

Bei allen Messungen bei der ÖBB-Infrastruktur AG bei denen der lokale Bezugsrahmen geprüft, hergestellt, verändert oder verdichtet wird, ist eine Prüfung und gegebenenfalls eine Verbesserung des infra:rasters durchzuführen.

Zur Prüfung und Verbesserung des infra:rasters sind vorhandene infra:raster-Eingangspunkte, Festpunkte und Gleisvermarkungspunkte bzw. davon abgeleitete Punkte zu übermessen und gegebenenfalls neue infra:raster- Eingangspunkte zu bestimmen. Als Ziel wird definiert, dass zumindest alle 300 m ein infra:raster-Eingangspunkt vorliegen muss.

Bei einer Verbesserung ist darauf Rücksicht zu nehmen, ob im Messbereich schon eine Vermessung oder eine koordinative Trassierung vorliegt. In den ersten Jahren nach der Einführung wird eine jährliche Neuberechnung des infra:rasters erwartet.

### **Ausblick infra:plan und Digital Twin**

Mit infra:plan wird bei der ÖBB-Infrastruktur AG aktuell ein Datenbank für Vermessungs- und Bestandspläne auf Grundlage des infra:rasters eingeführt. In infra:plan werden alle bisherigen Bestandspläne in einer einheitlichen Datenstruktur, objektorientiert und blattschnittfrei organisiert. Die Daten dienen als einheitliche geodätische Grundlage für jegliche planliche Darstellung der Anlagen und eine automatisierte Verarbeitung der Daten ist künftig möglich.

Durch Prüfung und Verbesserung des infra:rasters wird das einheitliche Referenzsystem der ÖBB-Infrastruktur AG fortgeschrieben. Das Referenzsystem infra:raster und die Plandatenbank infra:plan bieten damit die Grundlage für künftige Aufgabenstellungen wie „Digital Twin“, BIM und Smartphone-Positionierungs-Lösungen.

## **Literatur**

ÖBB-INFRASTRUKTUR AG, (2022): 17.01.01 Referenzsysteme und infra:raster, Wien

HELLERSCHMIED, A., (2020): Höhenreferenzsysteme. BEV - Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen, Wien

OTTER, J., IMRECK, E., STANGL, G. & ZAHN, E. (2015): 3-D Referenzsysteme in Österreich. BEV - Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen, Wien