

Heft 2/2020

Inhalt	Seite
Falck, N., Kappes, Ch. und Heckmann, B. Ein neues Werkzeug für Höhentransformationen in Hessen	2
Kunkel, K., Gärtner, D., Kappes, Ch. und Krause, V. Ein „Jahrhundertnivelement“ über die Theodor-Heuss-Brücke zwischen Wiesbaden und Mainz	11
Heckmann, B. Das Hessische Dreiecksnetz - ein unbekannter Teil der Europäischen Gradmessung	18
Mause, F. Zur Treffsicherheit von Gutachten in der nordhessischen Praxis	34
Kurzbeiträge und Veranstaltungsberichte	
Sanierung und Pflege des Grenzsteinlapidariums am Forsthaus Willrode bei Erfurt	42
Sternwanderung im Erfurter Steiger anlässlich des Jubiläums „100 Jahre Thüringen“	44
Grenzsteinwanderung Hüfler	47
Staumauerpraktikum am Wägitalersee	50
Besuch bei der Satellitenbildauswertungsfirma Spatial Business Integration in Darmstadt	52
Buchbesprechungen	54
Bücherschau	57
Mitteilungen aus den Landesvereinen	
DVW Hessen e.V.	59
DVW Thüringen e.V.	63
Zu guter Letzt	64

Sehr geehrte Leserinnen und Leser,

wenn Sie eine Frage an die Landesvereine DVW Hessen e.V. oder DVW Thüringen e.V. haben, stehen Ihnen gerne als **Ansprechpartnerinnen und Ansprechpartner** zur Verfügung:

für den DVW Hessen e.V.:

Dipl.-Ing. Mario **Friehl** (Vorsitzender)
c/o Hessisches Ministerium für Wirtschaft,
Energie, Verkehr und Wohnen
Kaiser-Friedrich-Ring 75, 65185 Wiesbaden
Tel.: 0611 815-2064
E-Mail: hessen@dvw.de

Dipl.-Ing. Anja **Fletling** (Schriftführerin)
Mozartstraße 31
34246 Vellmar
Tel.: 0561 826645
E-Mail: hessen@dvw.de

Dipl.-Ing. Bernhard **Heckmann**
(Schriftleiter DVW-Mitteilungen)
Am Schäfersberg 81, 65527 Niedernhausen
Tel.: 06127 9098181
E-Mail: B-P.Heckmann@online.de

Dipl.-Ing. Susann **Müller** (stellv. Vorsitzende)
c/o NRM Netzdienste Rhein-Main GmbH
Gutleutstraße 280
60486 Frankfurt am Main
Tel.: 069 213-81034
E-Mail: su.mueller@nrm-netzdienste.de

Dipl.-Ing. (FH) Christian **Sommerlad** (Schatzmeister)
c/o Vermessungsamt Gießen
Berliner Platz 1
35390 Gießen
Tel.: 0641 306-1209
E-Mail: schatzmeister@dvw-hessen.de

Dipl.-Ing. Hagen **Wehrmann** (Berater)
Öffentlich bestellter Vermessungsingenieur
Wolfsgraben 6, 37269 Eschwege
Tel.: 05651 33-5555 0
E-Mail: info@oebvi-wehrmann.de

für den DVW Thüringen e.V.:

Dipl.-Ing. Dirk **Mesch** (Vorsitzender)
c/o Thüringer Ministerium für Infrastruktur
und Landwirtschaft
Max-Reger-Straße 4-8, 99096 Erfurt
Tel.: 0171 7746801
E-Mail: vorsitzender@dvw-thueringen.de

Dipl.-Ing. Robert **Krägenbring** (Schriftführer)
c/o Thüringer Ministerium für Infrastruktur
und Landwirtschaft
Max-Reger-Straße 4-8, 99096 Erfurt
Tel.: 0361 57-4191342
E-Mail: schriftfuehrer@dvw-thueringen.de

Dipl.-Ing. Michael **Osterhold**
(Schriftleiter Thüringen)
Papiermühlenweg 17, 99089 Erfurt
Tel.: 0361 2118974
E-Mail: schriftleiter@dvw-thueringen.de

Dipl.-Ing. Claus **Rodig** (stellv. Vorsitzender)
c/o Thüringer Landesamt für Bodenmanagement
und Geoinformation
Hohenwindenstraße 13a, 99086 Erfurt
Tel.: 0361 57-4176110
E-Mail: vorsitzender2@dvw-thueringen.de

Dipl.-Ing. (FH) Katharina **Koch** (Schatzmeisterin)
c/o Thüringer Landesamt für Bodenmanagement
und Geoinformation
Hohenwindenstraße 14, 99086 Erfurt
Tel.: 0361 57-4176918
E-Mail: schatzmeister@dvw-thueringen.de

Dipl.-Ing. Uwe **Eberhard** (Beisitzer)
Öffentlich bestellter Vermessungsingenieur
Apothekergasse 7, 98646 Hildburghausen
Tel.: 03685 4051-0
E-Mail: bdvi@dvw-thueringen.de
eberhard@katvermbuero-eberhard.de



Hessen und Thüringen

Heft 2

71. Jahrgang 2020 (Hessen)
ISSN 0949-7900
31. Jahrgang 2020 (Thüringen)

MITTEILUNGEN DER LANDESVEREINE DVW HESSEN E.V. UND DVW THÜRINGEN E.V.

im Auftrag des DVW Hessen e.V.

Gesellschaft für Geodäsie, Geoinformation und Landmanagement,
herausgegeben von Dipl.-Ing. Bernhard Heckmann.

Das Mitteilungsblatt erscheint in der Regel zweimal jährlich (Auflage 800).

Geschäftsstelle DVW Hessen e.V.: Postfach 2240, 65012 Wiesbaden, ☎ 0561 826645

Konto des DVW Hessen e.V.: Nassauische Sparkasse Wiesbaden,
IBAN: DE25 5105 0015 0131 0246 06, BIC: NASSDE55XXX

Verantwortlich im Sinne des Presserechts

für den fachtechnischen Inhalt:

Dipl.-Ing. B. Heckmann, Niedernhausen, E-Mail: hessen@dvw.de

für Vereins- und Kurznachrichten:

Dipl.-Ing. S. Müller, Schöneck (für Hessen), E-Mail: su.mueller@nrm-netzdienste.de

Dipl.-Ing. M. Osterhold, Erfurt (für Thüringen), E-Mail: schriftleiter@dvw-thueringen.de

Druck: Hessisches Landesamt für Bodenmanagement und Geoinformation, Schaperstraße 16, 65195 Wiesbaden

Die Schriftleitung setzt das Einverständnis der Autorinnen und Autoren zu etwaigen Kürzungen und redaktionellen Änderungen voraus. Die mit Namen versehenen Beiträge geben nicht unbedingt die Meinung der Schriftleitung wieder. Abdruck ist nur mit Zustimmung der Schriftleitung gestattet.

Der Bezug ist für Mitglieder kostenfrei. Einzelhefte können zum Preis von 4 EUR (inklusive Versandkosten) beim DVW Hessen e.V. bezogen werden.

So finden Sie uns im Internet:

DVW e.V. - Gesellschaft für Geodäsie, Geoinformation und Landmanagement
(DVW Bund, mit 13 Landesvereinen als Mitglieder)

DVW Bund: <http://www.dvw.de>
(mit einem Link zu den Landesvereinen)

DVW Hessen e.V.: <http://www.dvwhessen.de>
DVW Thüringen e.V.: <http://www.dvw-thueringen.de>

Ein neues Werkzeug für Höhentransformationen in Hessen

von M.Sc. Natalie Falck und B.Sc. Christoph Kappes, Wiesbaden
sowie Dipl.-Ing. Bernhard Heckmann, Niedernhausen

1 Vorbemerkungen

Lagekoordinaten und Höhenangaben bilden die Grundlage für alle dreidimensionalen Geoinformationen. Vor rund 10 Jahren wurde in Hessen mit der Migration der Liegenschaftsdaten nach ALKIS (Amtliches Liegenschaftskatasterinformationssystem) das neue Lagebezugssystem ETRS89/UTM32 eingeführt. Für die Nutzer der hessischen Geobasisdaten wurden seitens der Hessischen Verwaltung für Bodenmanagement und Geoinformation (HVBG) gleichzeitig zwei Werkzeuge kostenfrei bereitgestellt, um Lagekoordinaten mit Millimetergenauigkeit eindeutig zwischen dem vorherigen Lagebezugssystem Potsdam Datum / Gauß-Krüger / Bessel-Ellipsoid / Hessischer Lagestatus 100 und dem ETRS89/UTM32 zu transformieren ([1] HLBG 2008):

- a) der Landeseinheitliche Transformationsansatz LET Hessen (© Ingenieurbüro Riemer ibR),
- b) das NTV2-Gitter HeTA 2010 (© Christoph Brauner, Saarbrücken).

Mit dem zum 1. Dezember 2016 offiziell eingeführten integrierten geodätischen Raumbezug 2016 ist der bundesweit einheitliche 3D-Bezugsrahmen ETRS89/DREF91 mit der neuen Realisierung „R 2016“ weiter verbessert und um folgende Komponenten ergänzt worden ([2] AdV 2018):

- a) das Deutsche Haupthöhennetz 2016 mit Normalhöhen über Normalhöhen-Null (NHN) – Koordinatenreferenzsystem DHHN2016_NH,
- b) das deutsche Hauptschwerenetz 2016 (DHSN2016), basierend auf dem Deutschen Schweregrundnetz 2016 (DSGN2016),
- c) das AdV-Quasigeoid GCG2016 (GCG = German Combined QuasiGeoid) als Bindeglied zwischen dem ETRS89/DREF91 (R 2016) und dem DHHN2016.

Die Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland (AdV) unterstützte dabei die Einführung des neuen Höhenbezugsrahmens DHHN2016_NH (früher als „Höhenstatus 170“ bezeichnet) durch das webbasierte Werkzeug „HOETRA2016“, mit dem Höhen ortsspezifisch zwischen dem vorherigen bundeseinheitlichen DHHN92_NH (früher als „Höhenstatus 160“ bezeichnet) und dem DHHN2016_NH umgerechnet werden können ([3] Geobasis NRW / Bezirksregierung Köln 2020).

Für HOETRA2016 wurden von hessischer Seite alle Höhenfestpunkte (HFP) 1. und 2. Ordnung als Stützpunkte zur Verfügung gestellt, da deren Höhen sowohl im DHHN92_NH als auch im DHHN2016_NH mit sehr guter Qualität aus Präzisionsnivellements und Netzausgleichungen ermittelt wurden. Auf dieser Grundlage hat das Hessische Landesamt für Bodenmanagement und Geoinformation (HLBG) mit HOETRA2016 die im DHHN92_NH vorliegenden Höhen aller übrigen Festpunkte (HFP 3. und 4. Ordnung sowie Lage-, Raum- und Schwerefestpunkte) nach DHHN2016_NH transformiert. Die Rechengenauigkeit dieser Höhen liegt bei etwa 3 mm, was pauschal als mittlere Höhenqualität der HFP 3. und 4. Ordnung in Hessen angenommen werden kann. Zum Stichtag 1. Juli 2017 wurden sowohl die Neubestimmten Höhen der HFP 1. und 2. Ordnung als auch die transformierten Höhen der übrigen Festpunkte im DHHN2016_NH in das Amtliche Festpunktinformationssystem (AFIS) übernommen und stehen seitdem zur allgemeinen Nutzung bereit. Die durch Transformation entstandenen Höhen sind im AFIS mit dem Hinweis „HOETRA2016“ gekennzeichnet.

In der Folge bekundeten zahlreiche hessische Fachstellen (u. a. Kommunen, Wasserbehörden, Bau- und Immobilienverwaltungen) den Bedarf, ihre bisherigen Datenbestände auf das neue DHHN2016_NH umzustellen. Dabei zeigte sich jedoch, dass jene sich vorwiegend auf das ältere Deutsche Haupt-

höhenetz 1912 mit Normalorthometrischen Höhen über Normalnull (NN) beziehen (Koordinatenreferenzsystem DHHN12_NOH, Höhenstatus 100). Vereinzelt lagen Altbestände auch im DHHN85_NOH (Höhenstatus 140) vor, welches vor dem DHHN92_NH eingeführt wurde, aber keine weite Verbreitung gefunden hat. Die Anforderungen dieser Stellen konnten mit HOETRA2016 nicht erfüllt werden. Aufgrund dieses potenziellen Bedarfs, Höhenangaben aus früheren amtlichen Bezugsrahmen ortsspezifisch in Höhen im DHHN2016_NH umzurechnen, wurde im HLBG ein entsprechendes Transformationswerkzeug entwickelt, welches nachfolgend vorgestellt werden soll.

2 Fachliche Grundlagen des Transformationsprogramms

Im AFIS werden für die in Hessen vorliegenden HFP neben den Lagekoordinaten im ETRS89/UTM32 die Höhenangaben im aktuellen amtlichen Bezugsrahmen DHHN2016_NH und – soweit vorhanden – in den früheren Bezugsrahmen DHHN12_NOH, DHHN85_NOH und DHHN92_NH geführt. Ein Beispiel ist in Abbildung 1 (Interner Höhenfestpunktauszug aus AFIS) wiedergegeben.

Interner Höhenfestpunktauszug

				5623	00004
				TK 25	Nummer
Kreis:	Main-Kinzig	Gemeinde:	Schlüchtern		
Gemarkung:	Breitenbach	AfB:	Büdingen		
Ordnung:	NivP(1) - Haupthöhenpunkt, Zwischenlinienpunkt 1.Ordnung				
NivLinie:	68				
Punktvermarkung:	3340 - Pfeilerbolzen, Beton, Bolzen vertikal				
Lagebeschreibung:	STEINIGER MERGEL				
Überwachungsdatum:	01.03.2007				
Frühere Punktnummer:	884900008				
Interne Bemerk.:	Inschrift der Festlegung: HP Entstehung: 1968				
Nutzerspez. Bemerk.:					
Relationen:					
Lagekoordinaten:	ETRS89_UTM32				
Ostwert / Nordwert [m]:	32535544.353	5578753.421			
Genauigkeitsstufe:	2000				
Herkunft (Erhebung):	1000				
Schwerewert [m/s²]:	9.81034387				
Erläuterungen:					
Spalte 1:	Höhensystem		Spalte 4:	Messdatum	
Spalte 2:	Höhe [m]		Spalte 5:	Berechnungsdatum	
Spalte 3:	Genauigkeitsstufe		Spalte 6:	Hinweis/Berechnungsnachweis	
	1	2	3	4	5
DE_DHHN2016_NH	308.148	0900	19.03.2007		DHHN2016_1_O
DE_DHHN92_NH	308.149	1100	01.04.1988	01.01.1993	DHHN92
DE_DHHN85_NOH	308.145	1100	01.04.1988	01.11.1990	68/4ES
DE_DHHN12_NOH	308.157	1100	01.04.1988	01.07.1991	68/4ES

Abb. 1: Interner Höhenfestpunktauszug aus AFIS für HFP (5623) 00004

Somit repräsentieren die HFP mit ihren verschiedenen Höhenwerten an ihrem Standort die Verknüpfung zwischen den verschiedenen Höhenbezugsrahmen. Dies gilt allerdings nur, wenn diese HFP örtlich unverändert und regional hinreichend höhenstabil sind. Da die Höhenwerte in den einzelnen Bezugsrahmen zu unterschiedlichen Epochen und meistens auch aufgrund verschiedener Messungen ermittelt wurden, kann die regionale Höhenstabilität eines HFP durch Vergleiche mit den korrespondierenden Daten in benachbarten HFP geprüft werden. Weisen benachbarte HFP ähnliche Höhendifferenzen (Systemunterschiede) zwischen zwei Bezugsrahmen auf, ist dies eine gegenseitige Bestätigung ihrer regionalen Höhenstabilität.

Auf Grundlage dieser im AFIS geführten Höhenwerte kann in Hessen mit dem neuen Transformationsprogramm die Bestimmung des ortsspezifischen Systemunterschiedes zwischen zwei Höhenbezugsrahmen grundsätzlich in allen auftretenden Kombinationen durchgeführt werden:

- | | | | | |
|----|------------|----|-------------|---------------|
| a) | DHHN12_NOH | zu | DHHN85_NOH | und umgekehrt |
| b) | DHHN12_NOH | zu | DHHN92_NH | und umgekehrt |
| c) | DHHN12_NOH | zu | DHHN2016_NH | und umgekehrt |
| d) | DHHN85_NOH | zu | DHHN92_NH | und umgekehrt |
| e) | DHHN85_NOH | zu | DHHN2016_NH | und umgekehrt |
| f) | DHHN92_NH | zu | DHHN2016_NH | und umgekehrt |

Die Kombination f) entspricht der Funktionalität der Web-Anwendung „HOETRA2016“ der AdV.

Funktionsweise des Transformationsprogramms

Das neu entwickelte Transformationsprogramm erhält den Namen HOETRIS Hessen, wobei HOETRIS für HOEhenTRansformation mit Interaktiver Stützpunktauswahl steht. Es ermöglicht für einen beliebigen Punkt in Hessen (im Folgenden als Transformationspunkt bezeichnet), dessen Lage durch seine Koordinaten im ETRS89/UTM32 eindeutig beschrieben ist, den ortsspezifischen Systemunterschied zwischen dem Höhenbezugsrahmen Z („Zielsystem“) und dem Höhenbezugsrahmen S („Startsystem“) wie folgt zu ermitteln:

Zunächst werden in einem definierten Umkreis vom Transformationspunkt (z.B. innerhalb eines Radius von 1 km) die im AFIS nachgewiesenen HFP anhand der Lagekoordinaten automatisch selektiert. Danach wird geprüft, ob für diese HFP Höhenangaben im ausgewählten Start- und Zielsystem vorliegen, um sie als Stützpunkte verwenden zu können. Aus den Höhenangaben dieser Stützpunkte wird für den Transformationspunkt unter Berücksichtigung seiner Lage im Stützpunktfeld ein plausibler Höhenunterschied zwischen dem Zielsystem und dem Startsystem abgeleitet.

Wenn im definierten Umkreis des Transformationspunktes keine Stützpunkte verfügbar sind, wird die Entfernung programmseitig iterativ erhöht. Erst wenn ein maximal zulässiger Radius von 9 km erreicht ist und keine Stützpunkte gefunden wurden, wird die Berechnung abgebrochen und kein Ergebnis ermittelt.

Die einzelnen Stützpunkte werden mit verschiedenen Gewichtungen in die Bestimmung eingeführt, die sowohl die Ordnung (Genauigkeit) als auch die Entfernung zum Transformationspunkt berücksichtigen. Die individuellen Stützpunkt-Gewichte werden dabei wie folgt ermittelt:

$$(1) p_i = \frac{1}{m_i^2} \text{ mit}$$

$$(2) m_i = 2 + (2^{\text{Ord}-1} + 1) \cdot \sqrt{S} + S^{\text{exp}}$$

Dabei repräsentiert m_1 den zu erwartenden mittleren Fehler (a priori) eines (virtuellen) Höhenunterschiedes zwischen Stützpunkt und Transformationspunkt gemäß den zulässigen ordnungs- und streckenabhängigen Abweichungen beim Nivellement, ergänzt um einen mit Gewichtungsexponent \exp versehenen Streckenanteil. Für den Gewichtungsexponenten ist der Wert 1,5 üblich, zulässig ist aber ein Bereich von 0 bis 2. Die beiden Parameter Ordnung (Ord) und Entfernung (S) ermöglichen somit eine plausible Gewichtung der Stützpunkte.

Die aus den selektierten Stützpunkten abgeleiteten Höhenunterschiede zwischen Ziel- und Startsystem werden zur Überprüfung der regionalen Höhenstabilität zudem einem Ausreißertest unterzogen. Grobe Ausreißer lassen sich über voreingestellte Parameter (siehe Abbildung 3 – „maximale Streuung für Toleranzgrenze“ und „Faktor für grobe Ausreißer“) bereits automatisiert aus der Berechnung entfernen, wobei die verworfenen Stützpunkte im Berechnungsprotokoll (siehe Abbildung 3) dokumentiert werden. Bei geringeren Abweichungen kann der Anwender interaktiv entscheiden, ob der betreffende HFP als Stützpunkt genutzt werden soll oder nicht. Dazu werden die Beträge der Ausreißer und deren Einfluss auf das Ergebnis als Entscheidungshilfe in einer Karte, einem Luftbild oder einer Skizze angezeigt.

Die sachgerechte Auswahl und Gewichtung der Stützpunkte, hierzu gehört auch deren Verteilung, ist maßgeblich für die Qualität der Transformation. Werden auf eng begrenztem Raum mehrere Stützpunkte gefunden, kann das zu einer zu starken Gewichtung führen. Daher bietet HOETRIS Hessen die Funktionalität „Punkthaufen zusammenführen“ an, bei der alle innerhalb des gewählten Radius gefundenen Stützpunkte über die Mittelung der Koordinaten sowie der Höhen in einen „virtuellen Punkt“ überführt werden.

Das Berechnungsergebnis könnte auch beeinträchtigt werden, wenn der Transformationspunkt eine extrapolierte Lage zu den Stützpunkten aufweist oder wenn das Höhenniveau des Transformationspunktes durch die Stützpunkte nur unzureichend repräsentiert wird. Dafür bietet HOETRIS Hessen die Feststellung einer Inter- oder Extrapolation als weitere Funktionalität an. Bei Betrachtung der Lage erfolgt dies durch eine Dreiecksvermaschung der Stützpunkte mit anschließender Prüfung, ob der Transformationspunkt innerhalb der Dreiecke liegt. Beim Höhenniveau wird lediglich abgefragt, ob die Höhe des Transformationspunktes im Startsystem – sofern vorliegend – unterhalb des höchsten Wertes der Stützpunkte liegt. Dazu ist anzumerken, dass die HFP in den Nivellementlinien 1. bis 4. Ordnung eher die niedrigeren Geländehöhen eines Gebietes repräsentieren, weshalb auf die Abfrage nach dem tiefsten Stützpunkt verzichtet wurde. Ein entsprechender Hinweis kann für das Ergebnis völlig unbedeutend sein. Doch es sind auch Einzelfälle denkbar, in denen der Anwender die Qualität der neu ermittelten Höhe im Zielsystem wegen Höhenextrapolation anders bewerten und ggf. sogar manuell herabsetzen muss.

Liegt für den Transformationspunkt keine Höhe im Startsystem vor, wird nur der ortsspezifische Höhenunterschied zwischen Ziel- und Startsystem ermittelt. Ansonsten wird für den Transformationspunkt auch die Höhe im Zielsystem berechnet und ausgegeben.

3 Programmtechnische Realisierung – HOETRIS Hessen

Das in Kapitel 2 beschriebene Transformationsprogramm HOETRIS Hessen wurde im HLBG – Dezernat Geodätischer Raumbezug – als interne Fachanwendung entwickelt. Es basiert auf einer Festpunktselektion aus dem AFIS-LDM (LDM = Lokales Datenmanagement) und kann daher derzeit nicht als webbasierte Version für eine allgemein zugängliche online-Nutzung realisiert werden.

Die Anwendung des HOETRIS Hessen (siehe Abbildung 2) erfordert die Eingabe der zu transformierenden Punkte im Startsystem. Dies geschieht bei Einzelpunkten durch die manuelle Eingabe der Punktbezeichnung, der Lagekoordinaten (mit oder ohne Zone) im ETRS89/UTM32 oder im PD/GK3 und ggf. der Höhe. Bei Punktlisten wird dazu eine Eingabedatei ausgewählt, welche diese Informationen in Form einer CSV-Datei (Comma Separated Values-Datei) beinhaltet. Nach Abschluss der Berechnung wird eine Ausgabedatei (Ergebnisdatei) mit dem Berechnungsprotokoll erzeugt, in welche die Höhenunterschiede bzw. die transformierten Höhen geschrieben werden.

Nach der Auswahl des Start- und des Zielsystems sowie der Einstellung weiterer Parameter (Radius des Stützpunktfeldes, Mindestanzahl und Gewichtung der Stützpunkte, Berücksichtigung der 3. und 4. Ordnungen, ggf. Punkthaufen zu virtuellen Punkten zusammenführen, Grenzwerte für die automatisierte Eliminierung von Ausreißern) kann die Transformation begonnen werden.

Grundsätzlich kann zwar meist mit Standardparametern gearbeitet werden. Dennoch ist es in bestimmten Fällen geboten, die Parameter anzupassen, um einerseits fachlich plausible Ergebnisse zu erhalten und um andererseits deren Qualität besser beurteilen zu können.

Das bei der Transformation erzeugte Berechnungsprotokoll kann entweder als Textdatei oder als PDF generiert werden. Bei der Erzeugung als PDF-Datei können die Stützpunkte und Transformationspunkte zusätzlich in einer Karte visualisiert werden. Die verworfenen Stützpunkte sind für externe Kunden im Regelfall nicht von Interesse und können daher bei der Ausgabe des Berechnungsprotokolls unterdrückt werden.

The screenshot shows the 'HOETRIS Hessen' application window. At the top, it displays 'Stand der Stützpunkte: 03.08.2020' and an 'Aktualisieren' button. Below this is the 'Eingabefelder' section, which includes radio buttons for 'Einzelpunkt' (selected) and 'Punktliste'. There are input fields for 'Punktbezeichnung', 'East/Rechtswert [m]', 'North/Hochwert [m]', and 'Höhe [m]'. Below these are fields for 'Ergebnisdatei' and 'Protokolldatei', with options for 'PDF (mit Karte)', 'ASCII', and 'verworfenne Stützpunkte' (checked). The 'Parametereinstellungen' section contains dropdown menus for 'Transformation von' (DHHN12) and 'nach' (DHHN2016), and numeric input fields for 'maximale Entfernung der Stützpunkte [km]' (1), 'erforderliche Anzahl an Stützpunkte' (3), and 'Gewichtungsexponent für S' (1,5). There are also checkboxes for 'Berücksichtigung 3. und 4. Ordnung', 'Berücksichtigung interne Punkte', and 'Punkthaufen zusammenführen [m]' (100). The 'Ausreißertest' section has input fields for 'maximale Streuung für Toleranzgrenze [mm]' (10) and 'Faktor für grobe Ausreißer' (3). At the bottom, there are 'Umrechnen' and 'Interner WMS-Dienst' buttons.

Abb. 2: Benutzeroberfläche HOETRIS Hessen

Beispielhafte Berechnung der Grundwassermessstelle Nieder-Wöllstadt

Nachfolgend wird HOETRIS Hessen anhand der Umrechnung des Transformationspunktes „Grundwassermessstelle Nieder-Wöllstadt“ von DHHN12_NOH (Startsystem) nach DHHN2016_NH (Zielsystem), dessen Höhe im Startsystem 124,883 m über NN beträgt, beispielhaft dargestellt.

```

+-----+
|          Protokolldatei für Höhentransformation vom Startsystem DHHN12 ins Zielsystem DHHN2016          |
+-----+
|                               Erstellungsdatum: 28.10.2020 14:56:54                               |
+-----+

PARAMETEREINSTELLUNGEN
-----
maximale Entfernung der Stützpunkte [km]: 1
erforderliche Anzahl an Stützpunkte: 3
Berücksichtigung 3. und 4. Ordnung: nein
Berücksichtigung interne Punkte: nein
Punkthaufen zusammenführen [m]: nein

Gewichtung: p = 1/(2 + [2^(Ord - 1) + 1] * S^1/2 + S^1,5)^2

Ausreißertest
-----
maximale Streuung für Toleranzgrenze [mm]: 10
Faktor für grobe Ausreißer: 3
-----

Punktbezeichnung: Grundwassermessstelle Nieder-Wöllstadt

Lage (ETRS89/UTM-Koordinaten)
-----
East [m]: 32483203,052
North [m]: 5570450,078

Höhe [m] (Startsystem)
-----
DHHN12: 124,883

gefundene Stützpunkte bei maximaler Entfernung von [km]: 1

          LAGE          HÖHE
-----
Stützpunkte  Ordnung  East  North  Entfernung  Startsystem  Zielsystem  Höhendifferenz  Aktion
[ ]          [ ]      [m]   [m]    [m]         [m]         [m]         [mm]           [ ]
-----
571800021    1      32483015,000  5570750,000  354,001    124,952    124,937    -15            auto
571800221    1      32483652,900  5570093,300  574,155    124,029    124,017    -12            auto
571800019    1      32483651,900  5570074,600  585,191    123,827    123,815    -12            auto
571800016    1      32483772,300  5570055,800  692,458    122,257    122,245    -12            auto
571800022    1      32483706,500  5569774,700  842,375    122,114    122,103    -11            auto
571800274    1      32482690,000  5571120,000  843,811    129,312    129,298    -14            auto
571800018    1      32484001,100  5570094,600  873,639    123,262    123,249    -13            auto
571800017    1      32483579,281  5569644,929  888,714    125,445    125,433    -12            auto

verworfen Stützpunkte
-----
571800020    9      32483464,200  5570333,300  286,069    129,369    129,357    -12            auto
571800096    3      32483432,200  5569804,500  685,040    130,327    130,308    -19            auto
-----

8 Stützpunkt(e) verwendet
2 Stützpunkt(e) verworfen

Höhe [m] (Zielsystem)
-----
DHHN2016: 124,870

Höhenunterschied (Zielsystem - Startsystem): -13 mm
m0 = 0,335
sigma = 0,50 mm

Verfahren
-----
Interpolation der Lage
Interpolation der Höhe
-----

```

Abb. 3: Berechnungsprotokoll für den Transformationspunkt Grundwassermessstelle Nieder-Wöllstadt

Während der Berechnung sind manuelle Interaktionen des Anwenders möglich. Dabei können Ausreißer bzw. Stützpunkte, die automatisiert eliminiert wurden, wieder reaktiviert oder Stützpunkte gezielt verworfen werden. Nach der Festlegung der abschließenden Berechnungsversion wird die geometrische Konstellation der Stützpunkte und des Transformationspunktes (in der Grafik als „Trafopunkt“ bezeichnet) in einem Kartenausschnitt dargestellt (siehe Abbildung 4).

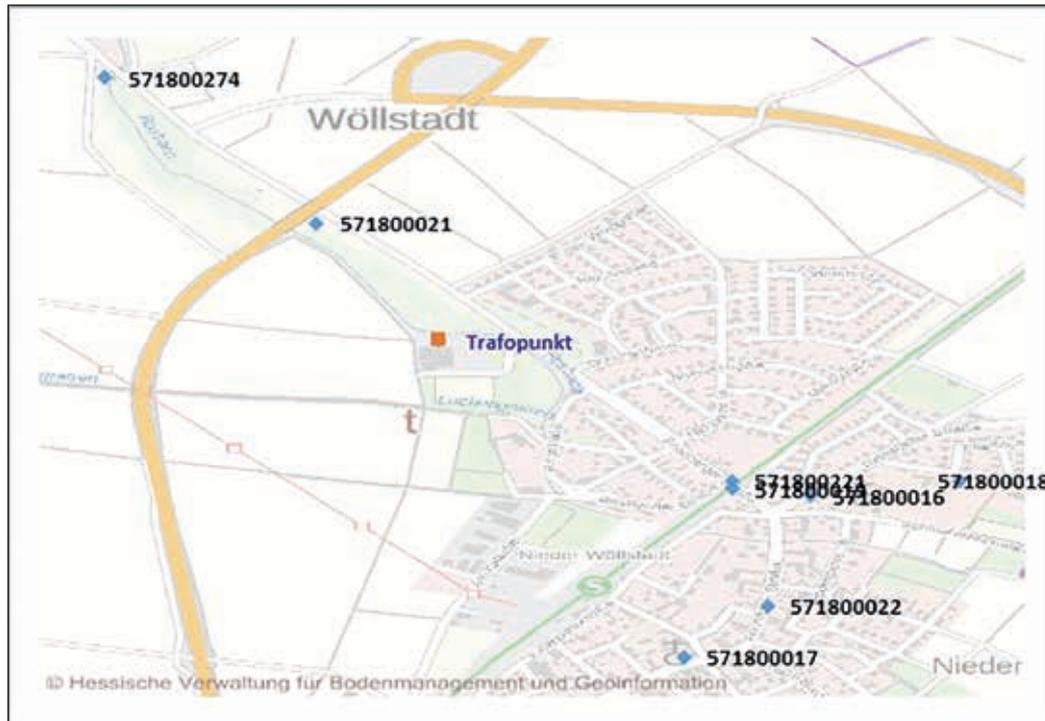


Abb. 4: Grafische Darstellung der Stützpunkte und des Transformationspunktes

Im vorliegenden Fall wurden 8 HFP als Stützpunkte verwendet und 2 HFP automatisch verworfen (siehe Abbildung 3), weil sowohl interne Punkte (hier: HFP 571800020 mit der „Ordnung 9“) als auch Punkte der 3. und 4. Ordnung (hier: HFP 571800096 mit der „Ordnung 3“) gemäß der gewählten Parametereinstellung (siehe ebenfalls Abbildung 3) nicht zu berücksichtigen sind. Der für den Transformationspunkt rechnerisch ermittelte Höhenunterschied zwischen Zielsystem und Startsystem ergibt sich zu - 13 mm, was gleichzeitig der Median der Systemunterschiede in den acht Stützpunkten ist und insofern ein vollkommen plausibles Ergebnis darstellt. Aus der Streuung dieser Systemunterschiede wird zudem die Standardabweichung dieses gewichteten Mittels (Sigma) abgeleitet. Im vorliegenden Beispiel wird Sigma rechnerisch zu 0,5 mm erhalten, ein sehr kleiner Wert. Realistischerweise dürfte man – je nach Homogenität der durch die Stützpunkte repräsentierten Höhenunterschiede zwischen Ziel- und Startsystem – für den Transformationspunkt eher Genauigkeiten im Bereich von 1 – 5 mm erreichen.

Es wird festgestellt, dass bei dem Transformationspunkt keine Extrapolation nach Lage und Höhe vorliegt (siehe dazu Abbildung 3, unterste Zeilen). Für die Lage kann dies zudem aus Abbildung 4 visuell entnommen werden. Dabei fällt natürlich auf, dass die acht Stützpunkte durchaus ungleichmäßig verteilt sind und man im südöstlichen Bereich von den dortigen sechs Stützpunkten auch einige manuell verwerfen könnte. Ebenso hätte man für die beiden dicht zusammenliegenden HFP 571800019 und 571800221 in der Ortsmitte an der S-Bahn-Linie die Funktionalität „Punkthaufen zusammenführen“ anwenden können, um fachlich bessere Voraussetzungen für die Interpolation nach Abstandsgewichten zu schaffen. Doch da im betreffenden Gebiet sehr homogene Verhältnisse vorlagen und die automatisierte Stützpunktauswahl für den Transformationspunkt bereits das fachlich plausibelste Ergebnis lieferte, konnte darauf verzichtet werden.

Für die Grundwassermessstelle Nieder-Wöllstadt wurde die Höhe im Zielsystem DHHN2016_NH zu 124,870 m über NHN ermittelt (siehe Abbildung 3).

4 Vergleichsberechnungen zu HOETRA2016

Zur Qualitätssicherung des neu entwickelten Programms HOETRIS Hessen wurden die Höhen im DHHN92_NH von fünf über Hessen verteilten HFP 3.O. (siehe Abbildung 5) mit Stützpunkten 1. und 2. Ordnung nach DHHN2016_NH umgerechnet und die Ergebnisse mit den im AFIS nachgewiesenen Höhen im DHHN2016_NH, die mittels HOETRA2016 aus den DHHN92_NH-Höhen ermittelt wurden, verglichen. Die Ergebnisse sind in Tabelle 1 zusammengestellt.

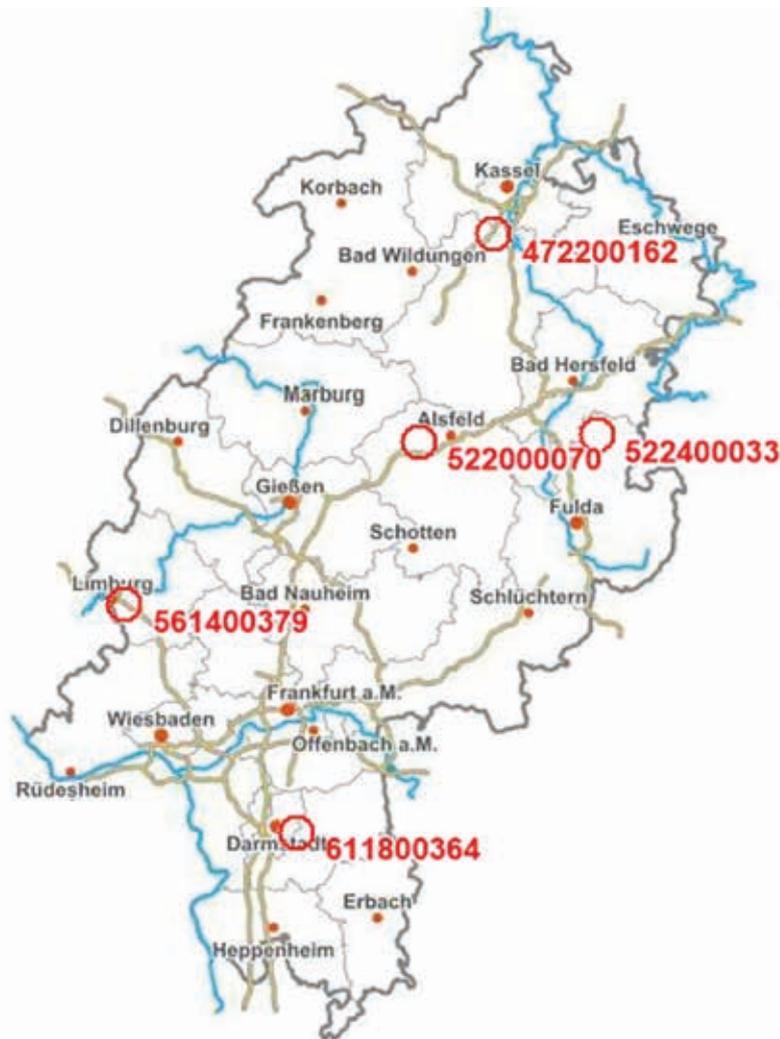


Abb. 5: Vergleichspunkte für den Test des HOETRIS Hessen

HFP-Nummer	Höhe im AFIS	Höhe aus HOETRIS	Differenz AFIS-HOETRIS	Anzahl Stützpunkte
(4722) 00162	180,103 m	180,103 m	0 mm	5, davon wurde 1 Punkt verworfen
(5220) 00070	288,473 m	288,473 m	0 mm	5, davon wurden 0 Punkte verworfen
(5224) 00033	295,498 m	295,498 m	0 mm	7, davon wurde 1 Punkt verworfen
(5614) 00379	182,253 m	182,253 m	0 mm	6, davon wurden 0 Punkte verworfen
(6118) 00364	202,059 m	202,059 m	0 mm	5, davon wurden 0 Punkte verworfen

Tabelle 1: Vergleich HOETRA2016 mit HOETRIS Hessen

Es existieren keine Abweichungen zu den mittels HOETRA2016 bestimmten Ergebnissen. Das neue Höhentransformationsprogramm HOETRIS Hessen produziert demnach rechnerisch gleichwertige Ergebnisse zum etablierten HOETRA2016.

5 Zusammenfassung und Ausblick

Mit dem neuen Höhentransformationsprogramm HOETRIS Hessen kann das HLBG eine weitere Dienstleistung anbieten, die bislang nur manuell und mit entsprechendem Aufbereitungsaufwand zu erledigen war. Nunmehr können innerhalb Hessens mit den im AFIS gespeicherten amtlichen HFP-Daten automationsgestützt verlässliche ortsspezifische Systemunterschiede zwischen den in Hessen früher und heute gebräuchlichen Höhenbezugsrahmen ermittelt werden.

Die Ermittlung dieser ortsspezifischen Systemunterschiede mit HOETRIS Hessen erfordert manuelle Interaktionen, die auf fachspezifischen Beurteilungen und Entscheidungen beruhen. Besonders hervorzuheben ist das Detektieren und Ausfiltern von Stützpunkten, die für das betrachtete Gebiet untypische Unterschiede zwischen den Höhenbezugsrahmen aufweisen. Bei heterogenen Höhenunterschieden in den Stützpunkten kann dagegen beim Verwerfen von Stützpunkten Zurückhaltung geboten sein, auch wenn das Ergebnis dadurch eine höhere Standardabweichung erhält und vermeintlich schlechter ist. Dazu ist in Gebieten, in denen nur wenige oder keine Stützpunkte vorliegen, ebenfalls fachliches Wissen gefordert und in sachgerechter Weise einzusetzen. Dementsprechend kann die Ermittlung ortsspezifischer Systemunterschiede zwischen zwei Höhenbezugsrahmen über HOETRIS Hessen nicht vollautomatisiert erfolgen, sondern muss als qualifizierte Dienstleistung durch das HLBG – Fachdezernat Geodätischer Raumbezug – erbracht werden.

6 Literaturhinweise

[1] Hessisches Landesamt für Bodenmanagement und Geoinformation: ALKIS – Realisierung in Hessen. INTERN Heft 3/2008, Beitrag Bernhard Heckmann: „Transformation in das Lagebezugssystem ETRS89/UTM“, S. 44 - 47.

<https://hvb.g.hessen.de/sites/hvb.g.hessen.de/files/content-downloads/ALKIS-Realisierung%20in%20Hessen%20Sonderheft%20Intern%20Nr.%203-2008.pdf>

[2] Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland / Arbeitskreis Raumbezug / Projektgruppe Erneuerung des DHHN: Die Erneuerung des Deutschen Haupthöhennetzes und der einheitliche integrierte geodätische Raumbezug 2016. Oktober 2018.

www.adv-online.de/AdV-Produkte/Integrierter-geodaetischer-Raumbezug/broker.jsp?uCon=b7f20578-49e8-7961-f5a6-4d2601fa2e0c&uBasVariant=11111111-1111-1111-1111-111111111111

[3] Geobasis NRW / Bezirksregierung Köln: webbasierte Anwendung HOETRA2016 (Stand 2020)

https://www.bezreg-koeln.nrw.de/brk_internet/geobasis/geodaetische_fachprogramme/transformation/hoetra_2016/index.html

Anschriften der Verfasser

Natalie Falck
c/o HLBG – Dezernat I 1
Schaperstraße 16
65195 Wiesbaden

Christoph Kappes
c/o HLBG – Dezernat I 1
Schaperstraße 16
65195 Wiesbaden

Bernhard Heckmann

Am Schäfersberg 81
65527 Niedernhausen

E-Mail: Natalie.Falck@hvb.g.hessen.de
Christoph.Kappes@hvb.g.hessen.de

B-P.Heckmann@online.de

(Manuskript: November 2020)

Ein „Jahrhundertnivellement“ über die Theodor-Heuss-Brücke zwischen Wiesbaden und Mainz

von Dipl.-Ing. Klaus Kunkel, Dietmar Gärtner und B.Sc. Christoph Kappes, Wiesbaden, sowie Dipl.-Ing. Volker Krause, Homberg/Efze

1 Vorbemerkungen

Die Verbindung im Deutschen Haupthöhennetz (DHHN) zwischen den Landeshauptstädten Mainz und Wiesbaden konnte in der Vergangenheit ausschließlich durch Stromübergangsnivellements sowie durch trigonometrische Höhenmessungen über den Rhein erfolgen. Die Genauigkeit dieser Verfahren ist begrenzt und im Bereich von 1 - 2 mm einzuordnen, während das DHHN ansonsten standardmäßig Genauigkeiten unterhalb 0,5 mm auf 1 km Entfernung aufweist.

Durch die Sperrung der Theodor-Heuss-Brücke für den allgemeinen Straßenverkehr vom 12. Januar bis 5. Februar 2020, die durch Sanierungsarbeiten begründet war, ergab sich die einmalige Gelegenheit, diese neuralgische Höhenverbindung zwischen Wiesbaden und Mainz durch ein Präzisionsnivellement 1. Ordnung signifikant zu verbessern. Die äußeren Umstände, hauptsächlich die Windverhältnisse, waren für dieses Vorhaben an wenigen Tagen sehr günstig. So konnte die Höhenverbindung zwischen Wiesbaden und Mainz letzten Endes mit einer Genauigkeit von 0,3 mm bestimmt und die Homogenität in diesem Teil des DHHN deutlich verbessert werden. Darüber hinaus wurde auch das ergänzend eingesetzte Verfahren der trigonometrischen Höhenmessung etwas modifiziert, was ebenfalls zu genaueren Ergebnissen geführt hat. Nachfolgend soll über die Ergebnisse dieses Ausnahmeprojektes und über die daraus gewonnenen Erkenntnisse berichtet werden.

2 Die Theodor-Heuss-Brücke

Die Theodor-Heuss-Brücke über den Rhein zwischen Wiesbaden und Mainz wurde von 1948 – 1950 erbaut, nachdem die Vorgängerbrücke in den letzten Kriegswochen 1945 gesprengt wurde. Sie besteht aus fünf zweigelenkigen Fachwerkbögen aus Stahl, die sich zwischen den beiden Brückenköpfen über vier Pfeilern aus Sandstein spannen (siehe Abbildung 1). Die einzelnen Fachwerkbögen werden durch Wind, Bus- und Taxiverkehr in leichte vertikale Schwingungen versetzt. Wegen des Ampelbetriebes bestand im Zeitraum von 12. Januar bis 5. Februar 2020 die Möglichkeit, Messungen auf der Brücke ohne straßenverkehrsbedingte Schwingungen auszuführen.



Abb. 1: Die Theodor-Heuss-Brücke zwischen Mainz (links) und Wiesbaden (rechts) (Foto: HLBG)

3 Vorbereitungen für das Präzisionsnivellement

Für das Präzisionsnivellement wurden zunächst an den Brückenköpfen die Höhenbolzen 1 (Wiesbaden) und 6 (Mainz) vermarktet. Des Weiteren wurden auf der Brücke die Höhenbolzen 2 – 5 angebracht, jeweils vertikal über den vier Sandsteinpfeilern (siehe Abbildungen 1 bis 4). Hierzu wurden die Köpfe der 3D-Vermarkung für Raumfestpunkte (RFP) verwendet.



Abb. 2: Vermessungspunkte und Messanordnung im Bereich der Theodor-Heuss-Brücke (Hintergrundbild: Google Earth © 2020 Google © Geobasis DE BKG)



Abb. 3: Höhenbolzen 1 am Brückenkopf (Foto: HLBG)



Abb. 4: Höhenbolzen 4 (RFP-Kopf) auf der Brücke (Foto: HLBG)

Vom Punkt 1 ließ sich die Höhe dann auf Wiesbadener Seite nivellitisch auf den HFP 162/19 übertragen (Abbildung 5, unterer hellgrauer Bolzen in etwa 30 cm Höhe). Auf Mainzer Seite wurde die Höhe vom Punkt 6 auf den HFP 162/18 (Hektometerpunkt bei Rheinkilometer 498,7) übertragen (Abbildungen 6 und 7).



Abb. 5: HFP 162/19 in Wiesbaden
(Foto: HLBG)



Abb. 6: HFP 162/18 in Mainz (Hektometerpunkt)
(Foto: HLBG)



Abb. 7: Die Anschlussmessung am Hektometerpunkt 162/18 in Mainz (Foto: HLBG)

4 Präzisionsnivellements

Am 23.01.2020 erfolgte das Präzisionsnivellement mit dem digitalen Nivelliersystem Trimble DiNi. Dabei kam ein ölgedämpftes Stativ zum Einsatz, welches die unvermeidlichen Restschwingungen auf der Brücke gut kompensieren konnte (siehe Abbildungen 8 und 9). Als Zielweiten wurden ca. 12 m gewählt und es herrschte leichter Wind. Die Widersprüche zwischen Hin- und Rückmessung betrugen zwischen benachbarten Punkten auf der Brücke maximal 0,5 mm, zwischen 1 und 6 aufsummiert insgesamt 1,57 mm.



Abb. 8 und 9: Digitalnivellier Trimble DiNi auf ölgedämpftem Stativ (Fotos: HLBG)

Am 24.01.2020 erfolgte die Messung mit dem Nivelliersystem Leica DNA03, ansonsten mit den gleichen technischen Spezifikationen wie am Vortag. Da an diesem Tag Windstille herrschte, konnten noch bessere Ergebnisse erzielt werden als am Vortag. Die Widersprüche zwischen Hin- und Rückmessung betragen zwischen benachbarten Punkten auf der Brücke maximal 0,2 mm und zwischen den Punkten 1 und 6 aufsummiert nur 0,1 mm.

Die Ergebnisse sind nachfolgend zusammengestellt:

Tag	Messung 1 - 6	Messung 6 - 1	Mittelwert (Betrag)
23.01.2020	- 0,76807 m	+ 0,76650 m	0,76728 m
24.01.2020	- 0,76639 m	+ 0,76640 m	0,76640 m
		Einfaches Mittel:	0,76684 m
		Gewogenes Mittel:	0,76669 m

Tabelle 1: Ergebnisse der Präzisionsnivellement

Angesichts der unterschiedlichen Windbedingungen an den beiden Tagen und der dadurch signifikant unterschiedlichen Differenzen zwischen Hin- und Rückmessung wird dem Ergebnis vom 24.01.2020 das doppelte Gewicht gegeben. Insofern wird als gewogenes Gesamtmittel aus beiden Tagen der Wert 0,76669 m erhalten und dazu eine Genauigkeit von +/- 0,3 mm angenommen.

Der Höhenunterschied zwischen dem HFP 162/18 in Mainz und dem HFP 162/19 in Wiesbaden ergab sich damit zu + 2,3071 m.

5 Trigonometrische Höhenmessung

Ergänzend zu den beiden Präzisionsnivellements wurde am 06.02.2020 auch noch eine trigonometrische Höhenmessung durchgeführt. Hierbei kamen die Präzisionstachymeter Leica TS30 und Leica TS50 zum Einsatz, deren Winkelgenauigkeit mit 0,2 mgon spezifiziert ist. Zur Verminderung der Refraktionseinflüsse fanden die gegenseitigen Zenitwinkel-Messungen gleichzeitig statt.

Detailskizze zur trigonometrischen Höhenübertragung

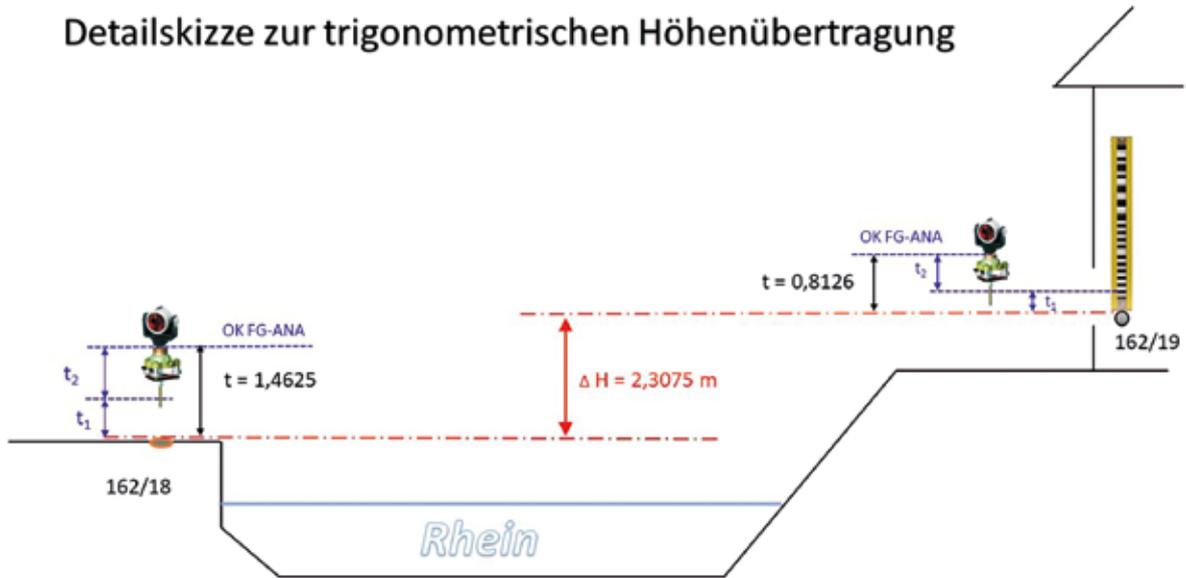


Abb. 11: Detailskizze zur trigonometrischen Höhenübertragung

Aus den gleichzeitig gegenseitig gemessenen Serien ergaben sich folgende Höhenunterschiede:

Messung von - nach	ΔH TS 30	ΔH TS 50
162/18 → 19	2,3073 m	2,3143 m
162/19 → 18	2,3066 m	2,3017 m
Mittel	2,3070 m ± 0,7 mm	2,3080 m ± 0,7 mm
Gesamtmittel	2,3075 m ± 0,5 mm	
ΔH aus Nivellement	2,3071 m	
Differenz	0,0004 m	

Tabelle 2: Ergebnisse der trigonometrischen Höhenbestimmungen

Der Unterschied der Mittelwerte zwischen den beiden Instrumenten TS30 und TS50 beträgt 1 mm.

Dem Gesamtmittel kann daher eine Genauigkeit von +/- 0,5 mm zugeordnet werden, woraus für die einzelne Serie eine Genauigkeit von +/- 0,7 mm ($0,5 \text{ mm} \times \sqrt{2}$) folgt. Das Gesamtmittel aus der trigonometrischen Höhenübertragung stimmt erfreulicherweise auf 0,4 mm mit dem aus den Präzisionsnivellements erhaltenen Mittelwert überein.

6 Vergleich mit den amtlichen Höhenwerten im DHHN2016

Unmittelbar nach dem erfolgreichen Abschluss des Präzisionsnivellements wurde die regionale Stabilität der verwendeten Höhenfestpunkte durch Überschlagsmessungen in die betreffenden Linienabschnitte 1.O. auf beiden Seiten des Rheins geprüft. Die Messungen in Mainz wurden durch das Landesamt für Vermessung und Geoinformation in Koblenz (LVermGeo Rheinland-Pfalz) ausgeführt, die in Wiesbaden durch das HLBG. Ergebnis war, dass der HFP 162/19 auf der Wiesbadener Seite höhenstabil geblieben ist, während sich der HFP 162/18 auf der Mainzer Seite um mehrere Millimeter verändert hat. Der benachbarte, westlich des HFP 162/18 liegende HFP 1.O. 5915-00011 (Greiffenklaustraße 2) ist dagegen höhenstabil geblieben, sodass dieser als Referenzpunkt auf Mainzer Seite verwendet wurde. Betrachtet man nun die Höhenunterschiede zwischen dem HFP 5915-00011 (RP) und dem HFP 162/19 aus den beiden Messungen, so erhält man folgendes Ergebnis (Tabelle 3):

Herkunft	Höhenunterschied HFP 5915-00011 minus HFP 162/19
DHHN 2016 (alt)	+ 0,8650 m
Messung 2020 (neu)	+ 0,8666 m
Differenz neu - alt:	+ 1,6 mm

Tabelle 3: Vergleich des „Jahrhundertnivelements“ mit den Höhenwerten des DHHN2016

Der Höhenunterschied zwischen den Höhenfestpunktfeldern in Wiesbaden und Mainz wurde aufgrund des „Jahrhundertnivelements“ um 1,6 mm größer erhalten, als er durch die zuvor genaueste Bestimmung im DHHN2016 ausgewiesen wird. Bei einem Punktabstand von 600 m (Luftlinie) ist das durchaus ein nennenswerter Betrag und gleichzeitig eine signifikante Verbesserung, die das „Jahrhundertnivelement“ ergeben hat. Allerdings ist diese Verbesserung nicht groß genug, um eine Änderung der amtlichen Höhen in den stabilen HFP vorzunehmen. Sie zeigt jedoch, dass beim klassischen Stromübergangsnivelement zwischen Wiesbaden und Mainz die zu Beginn angegebene Genauigkeitsabschätzung von 1 – 2 mm voll zutrifft.

7 Abschlussbemerkungen

Die Ergebnisse zeigen, dass die Höhenverbindung zwischen den Landeshauptstädten Wiesbaden und Mainz aufgrund des Ende Januar 2020 durchgeführten und wohl einmaligen „Jahrhundertnivelements“ mit einer Genauigkeit von 0,3 mm gelungen ist und gleichzeitig zu einer Verbesserung zwischen beiden Höhennetzen um 1,6 mm geführt hat. Die zusätzlich durchgeführten trigonometrischen Höhenbestimmungen nach dem Verfahren der gleichzeitigen gegenseitigen Zenitwinkelmessungen mit den Präzisionstachymetern Leica TS 30 und TS 50 ergaben eine Genauigkeit von 0,5 mm und wichen vom Ergebnis des Nivelements um 0,4 mm ab.

Da es in Zukunft ausgeschlossen erscheint, das Präzisionsnivelement über die Theodor-Heuss-Brücke zwischen Wiesbaden und Mainz noch einmal wiederholen zu können, ist die gleichzeitige gegenseitige Zenitwinkelmessung mittels Präzisionstachymeter eine zweckmäßige Alternative zum klassischen Stromübergangsnivelement. Da die höhenstabilen Festpunkte sowohl auf Wiesbadener als auch auf Mainzer Seite in den zurückliegenden 10 Jahren keine messbaren Höhenveränderungen aufweisen, kann die nächste Wiederholungsmessung ohne weiteres noch 10 Jahre warten.

Anschriften der Verfasser

Klaus Kunkel, Christoph Kappes, Dietmar Gärtner
c/o HLBG Wiesbaden
Schaperstraße 16
65195 Wiesbaden

Volker Krause
c/o AfB Homberg/Efze
Hans-Scholl-Straße 6
34576 Homberg/Efze

E-Mail: klaus.kunkel@hvbh.hessen.de
christoph.kappes@hvbh.hessen.de
dietmar.gaertner@hvbh.hessen.de

volker.krause@hvbh.hessen.de

(Manuskript: Mai 2020 / November 2020)

Das Hessische Dreiecksnetz – ein unbekannter Teil der Europäischen Gradmessung

von Dipl.-Ing. Bernhard Heckmann, Niedernhausen

1 Vorbemerkungen

2017 wurde der 150. Jahrestag der Gründung der Europäischen Gradmessung gefeiert. Diesen Anlass hat der DVW Hessen e.V. genutzt, um an seiner Gedenkstätte auf dem Großen Feldberg im Taunus eine neue Informationstafel aufzustellen und feierlich einzuweihen ([17] Heckmann 2019). Auf Initiative des preußischen Generals und Geodäten Johann Jacob Baeyer (05.11.1794 – 10.09.1885) wurde 1862 zunächst die „Mittleuropäische Gradmessung“ gegründet und 1867 zur Europäischen Gradmessung erweitert. Sie gilt als erstes internationales Projekt, bei dem Wissenschaftler aus ganz Europa zusammengearbeitet haben, um die Größe und Figur der Erde genau zu bestimmen. Die Europäische Gradmessung wurde 1886 zur Internationalen Erdmessung ausgedehnt, die später in der Internationalen Assoziation für Geodäsie (IAG) aufgegangen ist und insofern bis heute fortbesteht.

Im Rahmen der Europäischen Gradmessung erfolgte auch die Gründung des Königlich Preußischen Geodätischen Instituts, welches später seinen Sitz in Potsdam hatte und seinerzeit in Deutschland drei neue Triangulationsnetze eingerichtet hat (siehe auch Abbildung 2):

- Das Rheinische Dreiecksnetz, gemessen zwischen 1867 und 1877, mit der Grundlinie bei Bonn und dem Basisvergrößerungsnetz von 1847 ([3] 1876, [4] 1878 und [5] 1882),
- Das Märkisch-Thüringische Dreiecksnetz, gemessen zwischen 1864 und 1876 ([7] 1889),
- Das Hessische Dreiecksnetz, gemessen zwischen 1865 und 1876 ([6] 1882).

Während die Europäische Gradmessung auch heute noch einen gewissen Bekanntheitsgrad besitzt, sieht es mit dem „Hessischen Dreiecksnetz“ vollkommen anders aus. Selbst bei den Fachleuten in der Hessischen Verwaltung für Bodenmanagement und Geoinformation (HVBG) ist dieses Netz weitgehend unbekannt. Die Gründe hierfür hatte Dr. Heinrich Apel, der frühere Präsident des Hessischen Landesvermessungsamtes (HLVA), bereits vor 55 Jahren in seiner Dissertation über die kurhessische Triangulation genannt (zitiert aus [10] Apel 1965, Kapitel 13, Seite 30):

„Das Hessische Dreiecksnetz ist im Gegensatz zum Rheinischen Dreiecksnetz ohne Bedeutung für die Triangulation des hessischen Katasters geblieben. Auch die Preußische Landesaufnahme hat bekanntlich die trigonometrischen Netze des Geodätischen Instituts nicht benutzt und stattdessen kaum 20 Jahre später ein neues Fundamentalnetz I. Ordnung geschaffen. Von den weitsichtigen Ideen BAEYERs, der die Gradmessungen des Geodätischen Instituts zur Grundlage einer gesamtdeutschen Landestriangulation machen wollte, hat das damalige amtliche Vermessungswesen keinen Gebrauch gemacht.“

Es waren somit die zwischen 1880 und 1895 unter der Leitung des späteren Generals Oskar Schreiber (17.02.1829 – 14.07.1905) durchgeführten Arbeiten der Königlich Preußischen Landesaufnahme zum Aufbau des späteren Deutschen Hauptdreiecksnetzes (DHDN), die das eher wissenschaftlich geprägte „Hessische Dreiecksnetz“ für die praktische Landesvermessung überflüssig machten. Dessen ungeachtet ist allein der Name Verpflichtung genug, zumindest der hessischen Fachwelt einige Informationen über dieses in Vergessenheit geratene geodätische Werk mitzuteilen.

2 Allgemeiner Überblick zum Hessischen Dreiecksnetz

Das Hessische Dreiecksnetz wurde im Rahmen der Europäischen Gradmessung vom Königlich Preußischen Geodätischen Institut als Verbindungsnetz zwischen dem östlich angrenzenden Märkisch-Thüringischen Dreiecksnetz und dem südwestlich angrenzenden Rheinischen Dreiecksnetz konzipiert (siehe Abbildung 1).

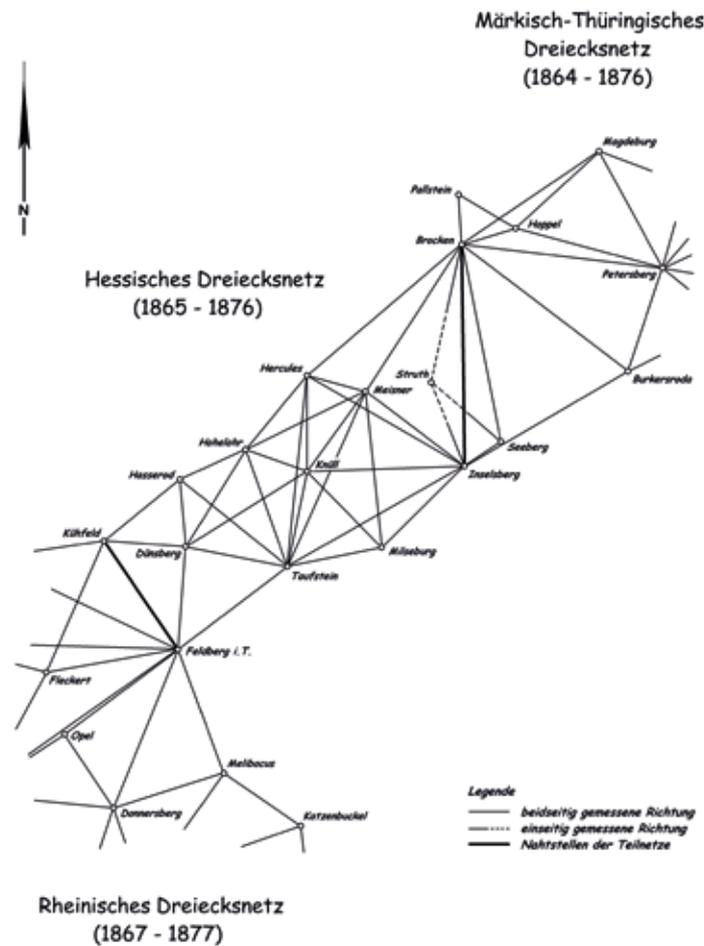


Abb. 1: Das Hessische Dreiecksnetz mit Anschlüssen zum Rheinischen Dreiecksnetz und zum Märkisch-Thüringischen Dreiecksnetz

Ursprünglich sollte Christian Ludwig Gerlings kurhessische Haupttriangulation I. Klasse, die zwischen 1822 und 1837 entstanden ist ([1] Gerling 1839), unmittelbar als Verbindungsnetz genutzt werden. Doch da einige Punkte bereits zerstört oder verändert waren (Brocken, Feldberg, Hercules, Milseburg, Taufstein) und die Anschlüsse zu den beiden angrenzenden Netzen ohnehin beobachtet werden mussten, entschloss sich das Königlich Preußische Geodätische Institut zu einer kompletten Neumessung. Die Punkte des Hessischen Dreiecksnetzes sind dabei weitgehend identisch mit Gerlings kurhessischen Dreieckspunkten I. Klasse und mit Friedrich Wagners nassauischen Dreieckspunkten I. Ordnung ([2] Odernheimer 1863). Bis auf drei Ausnahmen – Hasserod, Hercules und Kühfeld – wurden sie später auch von der Königlich Preußischen Landesaufnahme als Hauptdreieckspunkte gewählt.

Die kurhessische Dreiecksseite Brocken-Inselsberg, die gleichermaßen Hauptdreiecksseite in der Gaußschen Triangulation des Königreichs Hannover war, bildete im Nordosten die Nahtstelle zum Märkisch-Thüringischen Netz. Im Südwesten stellte die nassauische Dreiecksseite Feldberg-Kühfeld die Verbindung zum Rheinischen Dreiecksnetz her.

Im südlichen Bereich des Rheinischen Dreiecksnetzes erfolgte die Einschaltung der astronomischen Stationen Mannheim, Straßburg und Durlach durch ein Sekundärnetz (siehe gestrichelte Netzverbindungen in Abbildung 2), in dem zusätzlich der Punkt Königstuhl (bei Heidelberg) mitbestimmt wurde.

Innerhalb des Rheinischen Dreiecksnetzes war bereits 1847 unter der Leitung von Baeyer die Grundlinie bei Bonn und das Basisvergrößerungsnetz im Dreieck Michelsberg-Siegburg-Löwenburg gemessen worden. Die Auswertung erfolgte allerdings erst ab 1861 und lieferte den Maßstab für das Rheinische, Hessische und Märkisch-Thüringische Netz. Abbildung 2 zeigt alle drei Netze in einer Gesamtdarstellung.

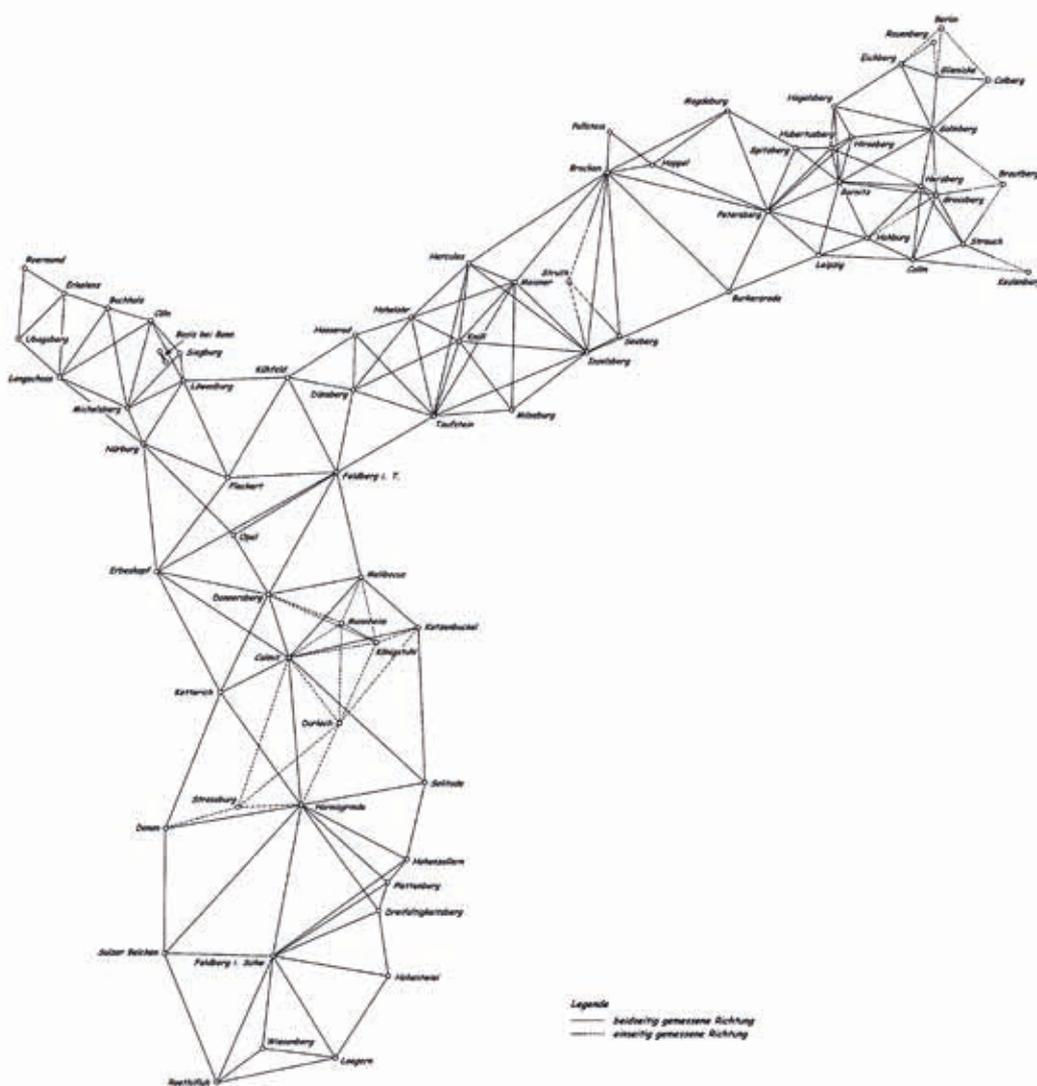


Abb. 2: Die Netze des Königlich Preußischen Geodätischen Instituts für die Europäische Gradmessung

3 Die hessischen Stationen in der Europäischen Gradmessung

In den Netzen des Königlich Preußischen Geodätischen Instituts wurde auf 10 hessischen Stationen beobachtet: Dünsberg, Feldberg im Taunus, Hasserod, Hercules, Hohelohr, Knüll, Meissner, Melibocus, Milseburg und Taufstein (siehe auch Abbildung 1). Bis auf den Melibocus gehören alle Punkte zum Hessischen Dreiecksnetz. Aus den Unterlagen zur kurhessischen Haupttriangulation ([1] Gerling 1839), zur Nassauischen Triangulation ([2] Odenheimer 1863) und zur Preußischen Landestriangulation ([8] Hauptdreiecke VI 1894 und [9] Hauptdreiecke IX 1897) sind zahlreiche Identitäten von Gradmessungspunkten mit früheren oder späteren Trigonometrischen Punkten (TP) der Landesvermessung bekannt. In vielen weiteren Fällen waren messtechnische Verknüpfungen zu heute noch gültigen Lagefestpunkten erfolgt. Daher lagen zu Beginn meiner Untersuchungen bereits für etliche Punktzentren des Hessischen Dreiecksnetzes genaue Koordinaten im ETRS89/UTM32 vor. In den meisten anderen Fällen konnte deren Lage nachträglich exakt im ETRS89/UTM32 bestimmt werden. Nachfolgend eine Zusammenstellung der hier relevanten Stationen (alle 12 Punkte des Hessischen Dreiecksnetzes mit den außerhessischen Stationen Brocken (Sachsen-Anhalt), Inselsberg (Thüringen) und Kühfeld (Rheinland-Pfalz) sowie die südhessische Station Melibocus im Rheinischen Dreiecksnetz) mit einer kurzen Beschreibung des aktuellen Zustandes (Tabelle 1):

Punkt	Beschreibung
Brocken (LSA)	Aus Granitsteinen gemauerter Pfeiler II von 1864 (zerstört). Die Messungen für das Hessische Dreiecksnetz erfolgten exzentrisch auf dem 1876 gemauerten Backsteinpfeiler III mit aufgesetzter Granitplatte (zerstört). Beide Punkte sind mit dem heutigen TP 4129-3 verknüpft, sodass genaue Koordinaten im ETRS89/UTM32 ermittelt werden konnten.
Dünsberg	Hessischer Steinpfeiler I. Ranges von 1830 aus der alten DH-Triangulation mit aufgesetzter 15 cm dicker Steinplatte 50 cm × 50 cm von 1868. Heutiger TP 5317-1/11.
Feldberg im Taunus	Gradmessungspfeiler aus Sandstein von 1868 mit unterirdischer Sandsteinplatte. Der Pfeiler hatte einen Querschnitt von 45 cm × 45 cm und war ursprünglich vermutlich 1,5 m lang. Er trug auf der Südwestseite die Inschrift „T.P. EUROPÄISCHE GRADMESSUNG 1868 BAEYER“. Auf der nordöstlichen Seite war ein Dreieck eingemeißelt. Der Pfeiler wurde 1937 beim Bau der Fernmeldeanlage auf 90 cm gekürzt und auf dem Betriebsgelände mit tiefergelegter unterirdischer Granitplatte umvermarkt. Er wurde durch einen abgedeckten Betonschacht geschützt. Der stark verwitterte Sandsteinpfeiler wurde 2018 durch einen Granitpfeiler I.O. ersetzt. Heutiger TP 5716-1/00.
Hasserod	Gradmessungspfeiler von 1868 aus Sandstein. Querschnitt 47 cm × 47 cm, etwa 1,5 m lang, ragt 1,05 m aus dem Boden. Heutiger TP (3.O.) 5017-17/11.
Hercules	Mitte des Kubus auf der Pyramide unter der Figur zur Epoche 1874. Näherungsweise identisch mit dem 1952 bestimmten TP (2.O.) 4622-2/00. Die Beobachtungen erfolgten auf einem aus Ziegelsteinen gemauerten Pfeiler in der Südwestecke der Plattform auf dem Oktogon (zerstört).
Hohelohr	Gerlings Postamentstein von 1835, heutiger TP 4920-1/00.
Inselsberg (TH)	Gerlings Postamentstein G (Gothascher Pfeiler) von 1823 (zerstört). Der Punkt ist mit dem heutigem TP 5128-1 verknüpft, sodass genaue Koordinaten im ETRS89/UTM32 ermittelt werden konnten.
Knüll	Gerlings Postamentstein von 1823, heutiger TP 5022-1/00.
Kühfeld (RP)	Nassauischer Trachytpfeiler I.O. mit aufgesetzter Platte 50 cm × 50 cm. Der nassauische Pfeiler wurde entfernt, der nassauische Fundamentstein ist örtlich noch vorhanden. Heutiger TP (4.O.) 5314-95/01.
Meissner	Gerlings Postamentstein von 1823. Wurde 1980 vom HLVA durch eine Regelfestlegung I.O. (Granitplatte mit aufgesetztem Pfeiler) ersetzt. Dabei wurde festgestellt, dass sich die Lage gegenüber dem neueren preußischen Zentrum im DHDN von 1880 um ca. 35 cm verschoben hat. Die Lage zur Epoche 1889 konnte rechnerisch aus den preußischen Messungen zum DHDN rekonstruiert werden.
Melibocus (gehört zum Rheinischen Dreiecksnetz)	Backsteinpfeiler von 1872 im südwestlichen Bereich der Plattform des Aussichtsturms (zerstört). Der Punkt ist mit dem heutigem TP 6217-1/00 verknüpft, sodass genaue Koordinaten im ETRS89/UTM32 ermittelt werden konnten.
Milseburg	Steinernes Crucifix aus dem Jahr 1756, wurde von Gerling 1823/1836 als kurhessisches Exzentrum bestimmt. Heutiger TP 5425-2/04. Die Messungen fanden 1875 auf einem aus Ziegelsteinen gemauerten Hilfspfeiler statt (zerstört).
Taufstein	Hessischer Steinpfeiler I. Ranges aus der alten DH-Triangulation mit aufgesetzter Platte 50 cm × 50 cm. Wurde später mit Granitplatte und aufgesetztem Pfeiler I.O. umvermarkt. Heutiger TP 5421-2/00.

Tabelle 1: Die 12 Punkte des Hessischen Dreiecksnetzes, ergänzt um die südhessische Station Melibocus

Von diesen hessischen Punkten sind noch die beiden älteren „Gerlingsteine“ auf dem Hohelohr von 1835 (Abbildung 3) und auf dem Knüll von 1823 (Abbildung 4) erhalten, ebenso das steinerne Crucifix auf der Milseburg von 1756 (Abbildung 5) sowie das Hercules-Denkmal in Kassel (Abbildung 6).



Abb. 3: Gerlingstein auf dem Hohelohr von 1835
(Foto: Rolf Quaiser, Juni 2011)



Abb. 4: Gerlingstein auf dem Knüll von 1823



Abb. 5: Crucifix auf der Milseburg von 1756



Abb. 6: Hercules in Kassel
(Foto: Dr. Rainer Fletling, März 2020)

Darüber hinaus erinnern heute in Hessen vor Ort nur noch zwei Relikte an die „hehre Epoche“ der Europäischen Gradmessung. Das ist vor allem der 1868 auf dem Hasserod bei Biedenkopf errichtete Gradmessungspfeiler, der sich dort in einer einzigartigen Gruppe von historischen Vermessungs- und Grenzmalen aus der Zeit von 1829 – 1903 befindet (siehe Abbildungen 7 bis 10).



Abb. 7 und 8: Der Gradmessungspfeiler auf dem Hasserod mit der Inschrift „EUROPÄISCHE GRADMESSUNG 1868“ auf der Südseite. Das Zentrum ist in der Kopffläche durch ein Loch markiert (Mitte des Kreidekreuzes).



Abb. 9 und 10: Die vier historischen Vermessungs- und Grenzmale auf dem Hasserod (Reihenfolge im linken Bild von vorn nach hinten, im rechten Bild von links nach rechts): TP-Granitpfeiler 3. Ordnung von 1903, Grenzstein von 1829, hessischer DH-Pfeiler II. Ranges von 1829 und der große Gradmessungspfeiler von 1868.

Der alte großherzoglich-hessische Pfeiler II. Ranges aus dem Jahr 1829, der von Gerling 1835 als kurhessischer Dreieckspunkt I. Klasse bestimmt wurde, war für die Europäische Gradmessung ungeeignet. Daher wurde 1868 etwa 1,5 m westlich davon ein neuer großer Gradmessungspfeiler errichtet. Bei der preußischen Landstriangulation wurde Hasserod 1903 nur als TP 3.O. ausschließlich durch äußere Richtungen bestimmt. Das damalige Signal wurde abgelotet und zentrisch mit Granitplatte und -pfeiler 3.O. vermarktet. Dieser Lotpunkt befand sich etwa 1,5 m östlich des alten DH-Pfeilers. Somit befinden sich heute auf dem Hasserod innerhalb von 4 m drei verschiedene historische Vermessungspunkte, dazwischen noch ein Grenzstein, der ebenfalls 1829 vermarktet wurde!

Das zweite Relikt ist das großherzoglich-hessische Steinpostament I. Ranges auf dem Dünsberg von 1830, auf dem 1868 zwecks Aufstellung eines größeren Messinstrumentes eine 15 cm dicke Steinplatte 50 cm × 50 cm aufgesetzt wurde (siehe Abbildungen 11 bis 14). Auf dem östlichen Rand der Steinplatte ist noch schwach der Schriftzug „GRADMESSUNG“ zu erkennen. Der Gradmessungspfeiler befindet sich heute innerhalb des Dünsberg-Aussichtsturmes, der 1899 um den Pfeiler herumgebaut wurde.



Abb. 11 und 12: Der Gradmessungspfeiler im Dünsberg-Turm von Westen (links) und von Norden (rechts)



Abb. 13 und 14: Der Gradmessungspfeiler im Dünsberg-Turm von Osten mit dem noch schwach erkennbaren Schriftzug „GRADMESSUNG“ an der aufgesetzten Steinplatte.

Die Fotos 11 – 14 wurden von Herrn Jörg Lipphardt (AfB Marburg) im September 2013 aufgenommen.

Ein drittes Relikt, der stark verwitterte und zerklüftete Gradmessungspfeiler auf dem Großen Feldberg von 1868, wurde im August 2018 durch das Hessische Landesamt für Bodenmanagement und Geoinformation (HLBG) geborgen und durch einen Granitpfeiler 1.O. ersetzt. Zuvor war schon ein großer Teil der Inschrift vom Sandsteinpfeiler abgebrochen. Die betreffende Steinscherbe hatte dankenswerterweise Herr Wolfgang Merkel aus Frankfurt sichergestellt ([15] Merkel 2017) und dem HLBG im Mai 2017 zur weiteren Verwahrung übergeben (siehe Abbildungen 15 und 16). Ob der geborgene Gradmessungspfeiler im HLBG noch einmal restauriert werden kann, ist allerdings fraglich.



Abb. 15 und 16: Der Gradmessungspfeiler auf dem Großen Feldberg im Betonschacht vor seiner Bergung im August 2018 (links) und die Inschrift auf der abgebrochenen Steinscherbe (rechts).

Bei der 1968 auf dem Großen Feldberg eingerichteten Gedenkstätte des DVW Hessen e.V. zur Europäischen Gradmessung wurde die Erinnerungsplakette am 1956 erbauten astronomischen Pfeiler, einem Exzentrum zum historischen Gradmessungspfeiler, angebracht (Abbildung 17). In dessen Nähe wurde 2019 auch die neue Informationstafel (Abbildung 18) aufgestellt ([17] Heckmann 2019).



Abb. 17 und 18: Der astronomische Pfeiler mit Informationstafel auf dem Großen Feldberg

4 Winkelmessungen

Die Winkelmessungen in den Gradmessungsnetzen des Geodätischen Instituts Potsdam wurden weitgehend mit einem 10-Zoll-Universalinstrument von Pistor & Martins (Berlin) ausgeführt, das 1866 gebaut wurde. Die Zoll-Angabe bezieht sich auf den Durchmesser des Horizontalkreises, wobei 1 Zoll etwa 25,4 mm entspricht. Je größer der Durchmesser, umso feiner kann die Teilung erfolgen und umso genauer kann die gemessene Richtung abgelesen werden.

Es wurden zwei baugleiche Instrumente mit den Nummern I und II eingesetzt. Weitere Winkelmessungen erfolgten mit einem älteren 13-zölligen Instrument von Pistor & Martins in den Jahren 1865 auf dem Brocken und 1869 auf dem Inselsberg.

Abbildung 19 (rechts) zeigt ein 14-zölliges Universalinstrument von 1851 desselben Herstellers, welches hinsichtlich seiner Bauart den im Hessischen Dreiecksnetz eingesetzten Theodoliten sehr geähnelt haben dürfte (Foto: GFZ Potsdam).

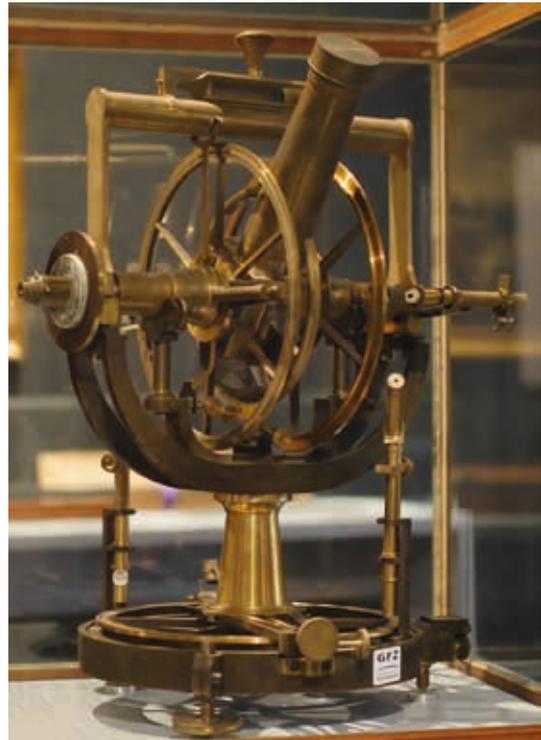


Abb. 19: 14-zölliges-Universalinstrument von Pistor & Martins aus dem Jahr 1851

Auf jeder Station wurde neben den eigentlichen Netzrichtungen zusätzlich noch ein Nullpunkt angezielt, die sog. „Marke“. Hierzu hatte Baeyer in seinen Instruktionen vom 9. April 1868 Folgendes bestimmt (Abbildung 20, aus [4] 1878 Seite VII entnommen):

Auf jeder Station wird ein nahes, zwischen $\frac{1}{4}$ und $\frac{1}{2}$ Meile entferntes, stets sichtbares und gut zu pointirendes Object zum Nullpunkt gewählt; findet sich ein solches nicht vor, so wird es künstlich geschaffen. Am besten ist eine weisse Tafel, die etwa 5 Fuss über dem Boden an einem starken Pfahl befestigt wird und in der Mitte einen schwarzen lothrechten Streifen hat, der den dritten Theil des Intervalles der Parallelfäden im Instrumente ausfüllt.

Abbildung 20: Auszug aus Baeyers Instruktionen vom 9. April 1868

Bei dem hier genannten Längenmaß „Meile“ handelt es sich übrigens um die „Deutsche Landmeile“ zu 7,532 km. Dementsprechend sollten sich die „Marken“ in einer Entfernung zwischen 2 und 4 km befinden. Im Einzelfall wurden aber auch Marken mit mehr als 5 km Abstand verwendet.

Die Dreieckspunkte wurden grundsätzlich über Heliotrope signalisiert. Das sind Spiegelinstrumente, die auf den Zielpunkten aufgestellt werden und das Sonnenlicht zum Theodolitstandpunkt lenken, der bis zu 100 km entfernt sein kann.

Die gemessenen Winkel wurden stationsweise ausgeglichen und zu Richtungssätzen zusammengeslossen. Für die Station Knüll werden nachfolgend die Resultate beispielhaft angegeben (Abbildung 21, entnommen aus [6] 1882, § 6 Seite 51). Hinter den Richtungen wird noch mit „+ (27)“ bis „+ (33)“ auf sieben Gleichungen verwiesen, in denen die Verbesserungen aus der Stationsausgleichung ermittelt wurden, die in den hier angegebenen Werten bereits berücksichtigt sind:

Resultat mit Einschluss sämtlicher Reductionen.

Marke	o°	o'	o"000	
Taufstein	21	10	2.054	+ (27)
Dünsberg	68	37	33.481	+ (28)
Hohelohr	118	11	42.504	+ (29)
Hercules	182	15	6.917	+ (30)
Meisner	226	5	59.920	+ (31)
Inselsberg	280	3	17.154	+ (32)
Milseburg	325	30	40.506	+ (33)

Abbildung 21: Stationsausgeglichene gemessene Richtungen auf dem Knüll

Als Beobachter im Hessischen Dreiecksnetz waren folgende acht Personen tätig, die später zum Teil hochrangige Funktionen im Geodätischen Institut in Potsdam bekleideten: Carl Theodor Albrecht, Johann Jacob Baeyer, Carl Bremiker, Amand Fischer und Moritz Sadebeck sowie die Herren Ernst Lamp (später Observator an der Sternwarte Kiel), Schur und Werner.

Das größte Dreieck wurde übrigens von den Punkten Brocken – Inselsberg – Hercules mit Seitenlängen von 106 km, 91 km und 100 km gebildet. Der sphärische Exzess betrug darin beachtliche 21,341“.

Im Hessischen Dreiecksnetz wurden seitens des Königlich Preußischen Geodätischen Instituts folgende Richtungsgenauigkeiten, jeweils bezogen auf die Gewichtseinheit (d.h. auf eine gemessene Richtung mit dem Gewicht 1), ermittelt (entnommen aus [6] 1882, §§ 24 bis 26):

- Mittlerer Fehler aus den Gruppenmitteln (§ 24, S. 139): 1,307“ = 0,403 mgon
- Mittlerer Fehler aus den Satzmitteln (§ 25, S. 148): 1,130“ = 0,345 mgon
- Mittlerer Fehler aus den Bedingungsgleichungen (§ 26, S. 155): 1,176“ = 0,363 mgon

Für eine stationsausgeglichene gemessene Richtung erscheinen diese Werte allerdings zu hoch, denn in der über 30 Jahre älteren kurhessischen Triangulation I. Klasse hatte Gerling mit seinem damaligen Messinstrument (einem 12-zölligen Theodolit von Reichenbach-Ertel) bereits einen mittleren Fehler von 0,88“ bzw. 0,27 mgon erreicht ([1] Gerling 1839). Friedrich Wagner hatte um 1855 in der nassauischen Triangulation 1. Ordnung einen noch geringeren mittleren Richtungsfehler von 0,55“ bzw. 0,17 mgon erhalten, der 2013 im Rahmen einer Neuausgleichung ermittelt bzw. bestätigt wurde ([13] Heckmann et al. 2013). Insofern ist anzunehmen, dass eine stationsausgeglichene gemessene Richtung im Hessischen Dreiecksnetz ein Gewicht größer als 1 besitzt. Näheres dazu wird im Rahmen der Neuausgleichung (siehe folgendes Kapitel) untersucht.

5 Neuausgleichung des Hessischen Dreiecksnetzes im ETRS89/UTM32

Die Neuausgleichung dient zunächst der Analyse der Richtungsgenauigkeit und der gegenseitigen Lageüberprüfung der bereits koordinierten Dreieckspunkte im Netz. Darüber hinaus sollen die nicht identitätssicheren hessischen Punkte Hercules (wegen baulicher Veränderungen und Bauwerkssetzungen) und Meissner (wegen festgestellter Bodenbewegungen) im ETRS89/UTM32 Neubestimmt werden. Dabei konnten weitere zehn außerhessische Punkte als Anschlusspunkte genutzt werden:

- in Baden-Württemberg: Katzenbuckel, Mannheim,
- in Nordrhein-Westfalen: Löwenburg,
- in Rheinland-Pfalz: Calmit, Donnersberg, Erbeskopf, Fleckert, Franzosenkopf (wurde nur als Zielpunkt verwendet und ist im Netzbild (Abbildung 2) nicht dargestellt), Opel,
- in Thüringen: Seeberg.

Zudem wurden in diesem erweiterten Hessischen Dreiecksnetz fünf Neupunkte mit aufbereitet und im ETRS89/UTM32 koordiniert: Burkersroda (TH), Durlach (BW, Sekundärnetz), Königstuhl (BW,

Sekundärnetz), Nürburg (RP) und der lediglich als Zielpunkt verwendete Kirchturm von Struth (TH). Die Landesvermessungsbehörden der Nachbarländer haben die erforderlichen Daten und Unterlagen freundlicherweise zur Verfügung gestellt, wofür an dieser Stelle herzlich gedankt wird.

Die Neuausgleichung des erweiterten Hessischen Dreiecksnetzes im ETRS89/UTM32 erfolgte mit der Open Source Software „Java Applied Geodesy 3D (JAG3D)“ (© Michael Lösler). Die Richtungsmessungen wurden in der freien Ausgleichung im ETRS89/UTM32 analysiert, wonach für das gesamte Netz ein mittlerer Fehler m_r von 0,19 mgon bzw. 0,62“ erhalten wurde. Das ist etwa die Hälfte des auf die Gewichtseinheit bezogenen mittleren Fehlers m_0 aus den Bedingungsgleichungen (siehe Kapitel 4). Dies bedeutet im Umkehrschluss, dass eine stationsausgeglichene gemessene Richtung wegen $m_r = m_0 / \sqrt{p}$ das Gewicht $p = 4$ besessen haben müsste.

Zur Einordnung dieser Qualität werden zwei andere Netze aus der 2. Hälfte des 19. Jahrhunderts betrachtet. Die Richtungen im Nassauischen Netz I. Ordnung, die Geometer Friedrich Ludwig Wagner (1800 – 1868) im Jahr 1855 mit größtmöglicher Sorgfalt mit einem 9-zölligen Repetitionstheodoliten (Sexagesimalteilung) von Ertel & Sohn, München, sowie einem 8-zölligen Repetitionstheodoliten (Centesimalteilung) von Georg Siener, Darmstadt gemessen hat, besitzen mit 0,17 mgon oder 0,55“ bereits eine etwas höhere Qualität ([13] Heckmann et al. 2013, Abschnitt 3.2). Die Richtungsmessungen im Hauptnetz I. Ordnung der Preußischen Landestriangulation aus der Zeit von 1880 bis 1895, bei denen ein 27 cm- bzw. 11-zölliger Theodolit von Wanschaff eingesetzt wurde, erreichten im betrachteten Gebiet mit 0,075 mgon oder 0,24“ sogar eine mehr als doppelt so hohe Genauigkeit ([12] Schmidt / Ehlert 1982).

Nach der Analyse der Richtungsgenauigkeit wurden die ETRS89/UTM32-Koordinaten der 21 potenziellen Festpunkte (ohne den Meissner) sukzessive in verschiedenen Ausgleichungsvarianten überprüft und allesamt bestätigt. Der Meissner wurde in dieser Phase als Neupunkt behandelt und seine ermittelten Koordinaten, die nachfolgend mit der Epoche 1875 gekennzeichnet werden, mit der zuvor rechnerisch im ETRS89/UTM32 rekonstruierten Lage von 1889 verglichen:

Meissner, Gerlingstein, Kreuzschnitt	East	Sigma E	North	Sigma N
Aus Hessischem Dreiecksnetz 1875	32 559 769,671	0,111	5 675 303,878	0,097
Aus preußischer Bestimmung 1889	32 559 769,732	0,016	5 685 303,879	0,008
Differenz 1889 - 1875	+ 0,061		+ 0,001	

Tabelle 2: Lagekontrolle für den Meissner, Gerlingstein

Der Meissner konnte im weitmaschigen Hessischen Dreiecksnetz mit einer Standardabweichung von 10 cm in jeder Koordinatenrichtung bestimmt werden. Die Differenz zur rechnerisch rekonstruierten Lage von 1889 beträgt lediglich 6 cm, was deutlich innerhalb der Standardabweichung liegt und nicht signifikant ist. Jedenfalls sind in der betrachteten Zeitspanne keine Lageveränderungen wegen möglicher Bodenbewegungen nachweisbar. Daher wurde auch der Meissner mit seiner 1889 bestimmten Lage als 22. Festpunkt in die Ausgleichung eingeführt, wonach sich für den Hercules zur Epoche 1875 folgende Koordinaten ergaben:

Hercules, Kubus unter der Figur	East	Sigma E	North	Sigma N
Aus Hessischem Dreiecksnetz 1875	32 527 420,573	0,097	5 685 048,645	0,082
Aktuelle Koordinaten aus 1952	32 527 420,465		5 685 048,654	
Differenz 1952 - 1875	- 0,108		+ 0,009	

Tabelle 3: Lagevergleich Hercules zwischen den Bestimmungsepochen 1875 und 1952

Der Punkt Hercules wurde im Hessischen Dreiecksnetz in jeder Koordinatenrichtung ebenfalls mit knapp 10 cm Standardabweichung bestimmt. In der East-Komponente befindet sich der Punkt von 1875 etwa 11 cm östlich des 1952 bestimmten Punktes. Die North-Komponente stimmt mit der Lage des Hercules von 1952 (zufällig) überein.

Zum Hercules-Bauwerk (siehe Abbildung 6) sei an dieser Stelle angemerkt, dass es sich in seinem östlichen Teil – auf dem sich die Pyramide mit der Hercules-Figur befindet – wegen des instabilen Untergrundes im Laufe der Jahre senkt. Demzufolge müsste sich die Pyramidenspitze mit der Hercules-Figur im Laufe der Zeit eigentlich nach Osten neigen. Daher erscheint die Differenz in der East-Komponente zwischen 1875 und 1952, die eine allerdings kaum signifikante Verschiebung nach Westen ausweist, zunächst nicht plausibel. Andererseits wurden im Laufe der Jahre immer wieder Instandhaltungsarbeiten am Hercules-Bauwerk durchgeführt, die ebenfalls für Lageveränderungen des Bezugspunktes – Mitte des Kubus auf der Pyramide unter der Hercules-Figur – gesorgt haben könnten.

Weitere Erkenntnisse zu Lageveränderungen am Hercules könnte noch die aktuell laufende Neuausgleichung der zwischen 1822 und 1837 entstandenen kurhessischen Haupttriangulation I. Klasse liefern. Über die Ergebnisse wird zu gegebener Zeit in einem gesonderten Fachbeitrag berichtet.

6 Astronomische Beobachtungen und Lotabweichungen

Auf sieben Stationen des Hessischen Dreiecksnetzes wurden im Rahmen der Europäischen Gradmessung auch astronomische Beobachtungen ausgeführt: Brocken (1866), Feldberg (1871), Hercules (1874), Inselsberg (1869), Knüll (1875), Meissner (1873) und Taufstein (1874). Dabei wurden im Wesentlichen die astronomische Breite Φ (phi) – früher auch „Polhöhe“ genannt – und das astronomische Azimut α (alpha) zur sog. „Marke“ (siehe dazu Kapitel 4) bestimmt. Die Ergebnisse sind nachfolgend angegeben (Abbildung 22, aus [6] 1882, § 47, Seite 230 entnommen). Die geodätisch bestimmten Werte beziehen sich dabei auf den provisorischen Referenzpunkt Meissner und das Bessel-Ellipsoid von 1841; im Meissner wurden astronomische Breite und astronomisches Azimut den geodätischen Größen (vorläufig) gleich und damit die Lotabweichung (vorläufig) auf Null gesetzt.

No.	Station.	Meeres- höhe.	Östliche Länge von Parro.	Polhöhe.		Lothab- lenkung.	Azimut d. Marke.		Lothab- lenkung.
				geodätisch.	astronomisch.		geodätisch.	astronomisch.	
1	Meissner . .	385 ^T	27° 31'	51° 13' 37.78	51° 13' 37.78	0.00	183° 12' 16.76	183° 12' 16.76	0.00
2	Brocken . .	585	28 17	51 48 1.13	51 48 10.34	+9.21	109 47 45.86	109 47 51.94	+6.08
3	Inselsberg .	470	28 8	50 51 8.37	50 51 11.47	+3.10	194 16 26.20	194 16 27.40	+1.20
4	Hercules . .	282	27 4	51 19 2.18	51 19 0.60	-1.58	322 42 43.22	322 42 45.42	+2.20
5	Knüll . . .	325	27 5	50 55 3.33	50 55 3.67	+0.34	275 11 2.24	175 11 1.57	-0.67
6	Taufstein .	397	26 54	50 31 5.62	50 31 1.88	-3.74	0 20 49.52	0 20 44.86	-4.66
7	Feldberg .	452	26 7	50 14 0.84	50 13 54.65	-6.19	344 3 52.26	344 3 53.52	+1.26

Abbildung 22: Die Ergebnisse der astronomischen Beobachtungen im Hessischen Dreiecksnetz von 1882. Die Meereshöhe der Stationen ist hier in Toisen (T) angegeben (1 Toise entspricht etwa 1,95 Meter).

In den darauffolgenden Jahren wurden im Geodätischen Institut in Potsdam weitere Auswertungen und Untersuchungen bezüglich der Lotabweichungen und der daraus resultierenden Form des Geoids in Zentraleuropa vorgenommen. Als Referenzellipsoid diente seinerzeit neben dem Bessel-Ellipsoid auch das Clarke-Ellipsoid von 1880. Die Ergebnisse wurden unter dem Titel „Die Europäische Längengradmessung in 52° Breite von Greenwich bis Warschau“ im Jahr 1893 von Friedrich Robert Helmert (Teil I) sowie im Jahr 1896 von Anton Börsch und Louis Krüger (Teil II) publiziert (siehe [14] Höpfer 2014).

Heute interessieren aber eher die Lotabweichungen im aktuellen geodätischen Raumbezugssystem ETRS89/DREF91 (R 2016) mit dem Ellipsoid GRS80. Die astronomisch bestimmten Größen Φ und α sind zwar grundsätzlich invariant gegenüber einem Wechsel des geodätischen Bezugssystems. Dennoch unterliegen auch sie zeitlichen Veränderungen, die im Wesentlichen durch die Polbewegung – der Bewegung des nördlichen Durchstoßpunktes der Erdrotationsachse gegenüber dem Erdkörper – verursacht werden. Die Polbewegung besteht aus zwei Komponenten, die nachfolgend kurz dargestellt werden (siehe [11] Sigl 1978 und [18] Lexikon der Geowissenschaften 2020):

Zum einen gibt es eine näherungsweise spiralförmige Bewegung, bei der sich eine jährliche Periode mit der etwa 14-monatigen sog. „Chandler-Periode“ überlagert und die eine resultierende Amplitude von max. 10 m aufweist. In einem Zeitraum von sechs Jahren haben beide Effekte jeweils komplette Perioden absolviert. Daher wurde von 1900 bis 1905 durch Beobachtungen auf fünf Stationen des damaligen Internationalen Breitendienstes ein Mittelwert für die Lage des Nordpols im erdfesten Bezugssystem abgeleitet. Diese wurde als sog. „Conventional International Origin (CIO)“ international vereinbart und seitdem als einheitlicher Bezugspunkt für astronomische Beobachtungen verwendet. Die zweite Komponente der Polbewegung ist eine säkulare Polwanderung in Richtung 79° westlicher Länge mit einer Geschwindigkeit von 0,0034“ (etwa 105 mm) pro Jahr. Die Verbesserung astronomischer Beobachtungen von der momentanen Erdrotationsachse auf den CIO erfolgt über die sog. „Polreduktion“ ([16] Heunecke / Liebl 2017).

Für die astronomischen Beobachtungen im Hessischen Dreiecksnetz, die zwischen 1866 und 1875 auf sieben Stationen in einem Sektor zwischen 7° und 11° östlicher Länge durchgeführt wurden sind, hat die Polbewegung folgende Auswirkungen:

- die astronomischen Breiten ϕ beinhalten lediglich die Variationen in Süd-Nord-Richtung, die ausschließlich durch die periodischen Anteile der Polbewegung verursacht werden. Diese erreichen einen Betrag von höchstens +/-10 m, was Breitenschwankungen bzw. diesbezüglichen Polreduktionen von maximal +/- 0,3“ entspricht.
- die astronomischen Azimute α beinhalten zunächst die periodischen Variationen in West-Ost-Richtung und damit ebenfalls eine Unsicherheit von max. +/- 10 m. Hinzu kommt die säkulare Polwanderung, die vom Hessischen Dreiecksnetz aus gesehen nahezu exakt nach Westen gerichtet ist. Die dortigen astronomischen Azimutbestimmungen erfolgten etwa 35 Jahre vor der Festlegung des CIO. In diesem Zeitraum ist der durch die Erdrotationsachse definierte Nordpol um knapp 4 m nach Westen gewandert. Durch Überlagerung mit dem periodischen Anteil ergibt sich daraus eine Polbewegung zwischen 6 m nach Osten und 14 m nach Westen. Der Abstand des Hessischen Dreiecksnetzes vom Nordpol beträgt mindestens 4.250 km (der für den nördlichsten Punkt Brocken ermittelte Wert). Eine Querverschiebung im Nordpol zwischen 6 m nach Osten und 14 m nach Westen entspricht auf diese Entfernung einer azimutalen Winkeländerung zwischen - 0,29“ und + 0,68“, die als Polreduktion anzubringen wäre.

Im Folgenden sollen aber nur die astronomischen Breiten zwecks Lotabweichungsbestimmung näher betrachtet werden. Die Lotabweichungskomponente in der Breite ξ (ξ) wird nach der bekannten Formel

$$\xi = \Phi - B$$

ermittelt, wobei B die ellipsoidische oder geodätische Breite auf dem GRS80 im ETRS89/DREF91 ist. Diese kann aus den UTM32-Koordinaten der Beobachtungsstationen berechnet werden. Die danach erhaltenen Werte für ξ konnten anschließend mit den korrespondierenden Werten aus dem AdV-Quasigeoidmodell GCG2016 verglichen werden, die das Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (BKG) – Außenstelle Leipzig – für diese sieben Stationen berechnet hat (Tabelle 4):

Punkt	Astronomische Breite Φ	Geodätische Breite B	$\xi = \Phi - B$	ξ aus GCG2016	Differenz
Brocken	51° 48' 0,34"	51° 47' 56,75"	+ 13,59"	+ 12,88"	+ 0,71"
Feldberg	50° 13' 54,65"	50° 13' 56,97"	- 2,32"	- 1,72"	- 0,60"
Hercules	51° 19' 0,60"	51° 18' 57,89"	+ 2,71"	+ 3,57"	- 0,86"
Inselsberg	50° 51' 11,47"	50° 51' 4,28"	+ 7,19"	+ 6,74"	+ 0,45"
Knüll	50° 55' 3,62"	50° 54' 59,21"	+ 4,46"	+ 4,65"	- 0,19"
Meissner	51° 13' 37,78"	51° 13' 33,55"	+ 4,23"	+ 4,91"	- 0,68"
Taufstein	50° 31' 1,88"	50° 31' 1,63"	+ 0,25"	+ 0,13"	+ 0,12"

Tabelle 4: Lotabweichungen in der Breite

Die Lotabweichungskomponente ξ wurde aus dem GCG2016 aus dessen Flächenneigung gegenüber dem GRS80 in Süd-Nord-Richtung ermittelt und zusätzlich auf Geländehöhe hochgerechnet.

Der Vergleich zeigt in allen sieben Stationen eine vorzeichengerechte Übereinstimmung innerhalb von $\pm 0,86''$. Die größte Abweichung tritt beim Bauwerk „Hercules“ auf. Bei den anderen sechs „natürlichen“ Erhebungen stimmen die Werte innerhalb von $\pm 0,7''$ überein. Auch wenn die astrogeodätische Bestimmung von ξ noch die Unsicherheit wegen der Polbewegung beinhaltet, kann angenommen werden, dass sich die Lotabweichungen aus dem GCG2016 mit einer Genauigkeit von $0,7''$ oder besser berechnen lassen. Dies wäre für geodätische Anwendungen, bei denen die Kenntnis der örtlichen Lotabweichung relevant ist, auf alle Fälle eine gute Näherung. Zu derartigen Anwendungen gehören Azimutbestimmungen mit Vermessungskreiseln, bei denen primär astronomische Azimute α erhalten werden. Diese können nach der Polreduktion über die sog. „Laplace-Bedingung“ in geodätische Azimute A überführt werden (siehe [16] Heunecke / Liebl 2017), wobei folgende Beziehungen gelten:

$$\text{Lotabweichungskomponente „xi“ in Breite (Süd-Nord-Richtung): } \xi = \Phi - B$$

mit Φ = astronomische Breite und B = ellipsoidische (geodätische) Breite.

$$\text{Lotabweichungskomponente „eta“ in Länge (West-Ost-Richtung): } \eta = (\Lambda - L) \times \cos B$$

mit Λ = astronomische Länge und L = ellipsoidische (geodätische) Länge.

Die azimutale Lotabweichungskomponente ε (epsilon) beträgt:

$$\varepsilon = \xi \times \cos A + \eta \times \sin A$$

Die Laplace-Reduktion ε_L ist wie folgt definiert:

$$A = \alpha + \varepsilon_L$$

$$\varepsilon_L = A - \alpha = -dA$$

$$\varepsilon_L = -\eta \times \tan B - (\eta \times \cos \alpha - \xi \times \sin \alpha) \times \cot z$$

mit z = astronomischer Zenitwinkel zum Zielpunkt des astronomischen Azimuts.

Auch bei trigonometrischen Höhenübertragungen kann die Kenntnis der örtlichen Lotabweichung von Vorteil sein. Denn wenn der gemessene Zenitwinkel im Standpunkt wegen der azimutalen Lotabweichungskomponente ε korrigiert wird, lässt sich der ellipsoidische Höhenunterschied zum Zielpunkt bestimmen. Dieser ist geometrisch definiert und kann nicht über Nivellement ermittelt werden. Ellipsoidische Höhenunterschiede werden z.B. bei kleinräumigen 3D-Zentrierungen im integrierten geodätischen Raumbezug ETRS89/DREF91 (R 2016) benötigt, die bei der Verlegung von Geodätischen Grundnetzpunkten (GGP) anfallen können.

7 Abschlussbemerkungen

Das Hessische Dreiecksnetz des Königlich Preußischen Geodätischen Instituts Potsdam war ein wichtiges zentrales Verbindungselement in den weitmaschigen Netzen der Europäischen Gradmessung. Es ist leider sehr rasch in Vergessenheit geraten, weil die kurz danach entstandenen Netze der Königlich Preußischen Landesaufnahme für die Praxis wesentlich bedeutsamer waren. Dessen ungeachtet wurden hier im Zeitraum von 1865 – 1876 wertvolle geodätische und astronomische Beobachtungen durchgeführt. Die aktuelle Neuauswertung dieser sehr gut dokumentierten Messungen im heutigen geodätischen Bezugsrahmen ETRS89/DREF91 (R 2016) hat dabei noch einige interessante Erkenntnisse gebracht.

Zunächst wurde die Genauigkeit einer stationsausgeglichenen gemessenen Richtung im Netz zu $0,19 \text{ mgon}$ ($0,62''$) ermittelt. Dies entspricht allerdings nicht ganz der Qualität, die der nassauische Geometer Friedrich Wagner bereits 1855 in seinem Netz I.O. mit $0,17 \text{ mgon}$ ($0,55''$) erreicht hat. Die späteren Richtungsbeobachtungen der Königlich Preußischen Landesaufnahme in deren Hauptnetzen

I.O. waren mit 0,075 mgon (0,24“) sogar deutlich genauer, was vermutlich auch ein Grund dafür war, die Gradmessungsnetze in der damaligen Landesvermessung nicht weiter zu verwenden.

Danach konnte die Lage von zwei historisch bedeutsamen Vermessungspunkten im Hessischen Dreiecksnetz überprüft und zur Epoche 1875 mit einer Genauigkeit von 10 cm pro Koordinatenrichtung neu bestimmt werden. Außerdem ließen sich für sieben Stationen anhand der damaligen astronomischen Beobachtungen die Lotabweichungskomponenten in der Breite ξ im heutigen ETRS89/DREF91 (R 2016) ermitteln, die erfreulich gut – im Regelfall innerhalb von 0,7“ – mit den aus dem AdV-Quasigeoid GCG2016 rechnerisch abgeleiteten Werten übereinstimmen. Das bedeutet im Umkehrschluss, dass sich aus dem GCG2016 realitätsnahe Lotabweichungskomponenten ξ und η ermitteln lassen, die bei bestimmten geodätischen Anwendungen (z.B. bei 3D-Zentrierungen im ETRS89/DREF91 (R 2016)) künftig berücksichtigt werden können.

An das Hessische Dreiecksnetz und seinen Beitrag zur Europäischen Gradmessung erinnern heute in der Örtlichkeit nur noch sehr wenige steinerne Zeugen. Die einzigen authentischen Relikte sind der Gradmessungspfeiler von 1868 auf dem Hasserod bei Biedenkopf sowie das auf dem Dünsberg 1868 zum Gradmessungspfeiler ertüchtigte hessische Steinpostament I. Ranges. Beides sind amtliche Vermessungspunkte und Kulturdenkmäler zugleich, die bislang mehr als 150 Jahre überdauert haben. Es gilt, diese wertvollen Steinmale auch in Zukunft durch die HVVG zu erhalten und zu pflegen.

Dank

Ein ganz besonderer Dank gilt Herrn Dr. Gunter Liebsch vom BKG – Außenstelle Leipzig, der mir bei der Beschaffung der Dokumentationen des Königlich Preußischen Geodätischen Instituts behilflich war und mit seinem Kollegen Dr. Joachim Schwabe die Lotabweichungen aus dem AdV-Quasigeoidmodell GCG2016 ermittelt hat. Desgleichen bedanke ich mich sehr herzlich bei Herrn Dr. Helmut Lenhardt, ehemaliger Mitarbeiter am Astronomischen Recheninstitut Heidelberg, für seine wertvollen Hinweise zur Beschreibung der Polbewegung. Ein weiterer Dank geht an die Kollegen Reinhold Hummel (Karlsruhe), Bernd Sager (Bonn), Hans-Peter Müller (Magdeburg), Horst-Ulrich Moritz (Koblenz) und Franz-Josef Gros (Erfurt) in den jeweiligen Landesvermessungsbehörden für die Bereitstellung von Koordinaten und Unterlagen zu den außerhessischen Gradmessungspunkten.

Bildernachweis

Die Netzbilder in den Abbildungen 1 und 2 hat Herr Alexander Hoff (HLBG – Dezernat Geodätischer Raumbezug) angefertigt. Abbildung 3 wurde von Herrn Rolf Quaiser (Moosburg/Inn), Abbildung 6 von Herrn Dr.-Ing. Rainer Fletling (Uni Kassel) und die Abbildungen 11 bis 14 von Herr Jörg Lipphardt (AfB Marburg) zur Verfügung gestellt. Allen genannten Personen sei hierfür herzlich gedankt. Abbildung 19 wurde vom GeoForschungsZentrum Potsdam (GFZ) für die allgemeine Nutzung freigegeben. Alle übrigen Fotos hat der Verfasser selbst aufgenommen.

Literaturangaben

- [1] Gerling, Christian Ludwig: Beiträge zur Geographie Kurhessens und der umliegenden Gegenden. Cassel, in Johann Krieger's Verlagshandlung. 1839. Digitized by Google.
- [2] Odernheimer, Friedrich: Die Landesvermessung des Herzogthums Nassau, insbesondere die als Grundlage derselben festgestellten Resultate der Triangulirung. Wiesbaden 1863. Gedruckt bei Adolph Stein.
- [3] Königlich Preußisches Geodätisches Institut: Das Rheinische Dreiecksnetz – I. Heft: Die Bonner Basis. Berlin 1876, Druck und Verlag von P. Stankiewicz.

- [4] Königlich Preußisches Geodätisches Institut: Das Rheinische Dreiecksnetz – II. Heft: Die Richtungs-Beobachtungen. Berlin 1878, Druck und Verlag von P. Stankiewicz.
- [5] Königlich Preußisches Geodätisches Institut: Das Rheinische Dreiecksnetz – III. Heft: Die Netzausgleichung. Berlin 1882, Druck und Verlag von P. Stankiewicz.
- [6] Königlich Preußisches Geodätisches Institut: Das Hessische Dreiecksnetz. Berlin 1882, Druck und Verlag von P. Stankiewicz.
- [7] Königlich Preußisches Geodätisches Institut: Das Märkisch-Thüringische Dreiecksnetz. Berlin 1889, Verlag von Julius Springer.
- [8] Die Königlich Preußische Landes-Triangulation: Hauptdreiecke Sechster Theil. Berlin 1894, im Selbstverlage.
- [9] Die Königlich Preußische Landes-Triangulation: Hauptdreiecke Neunter Theil. Berlin 1897, im Selbstverlage.
- [10] Apel, Heinrich: Die Kurhessische Triangulation, ihre Entstehung und die Möglichkeit, sie mit dem Reichsfestpunktfeld zu verknüpfen. Deutsche Geodätische Kommission, Reihe C: Dissertationen – Heft Nr. 78. Verlag der Bayerischen Akademie der Wissenschaften in Kommission bei der C. H. Beck'schen Verlagsbuchhandlung, München 1965.
- [11] Sigl, Rudolf: Geodätische Astronomie. 2. Auflage. Herbert Wichmann Verlag, Karlsruhe 1978.
- [12] Schmidt, Rudolf / Ehlert, Dieter: Die Diagnoseausgleichung 1980 des Deutschen Hauptdreiecksnetzes. Band I Problemstellung / Richtungen. DGK Reihe B Heft Nr. 262. Verlag des Instituts für angewandte Geodäsie, Frankfurt am Main 1982.
- [13] Heckmann, Bernhard / Hoff, Alexander / Müller, Theodor: Die Nassauischen Triangulationsnetze I. und II. Ordnung – Bekanntes und Neues zum 150-jährigen Bestehen. DVW-Mitteilungen Hessen-Thüringen Heft 2/2013, Seite 2 – 29.
- [14] Höpfner, Joachim: Preußische Gradmessungsarbeiten im 19. Jahrhundert. Vortrag vom 9. Oktober 2014 anlässlich der INTERGEO 2014 in Berlin.
https://gfzpublic.gfz-potsdam.de/rest/items/item_933889_1/component/file_933888/content.
- [15] Merkel, Wolfgang: Der „Große Feldberg“ als historischer Messpunkt. Broschüre 2017, vom Autor nicht zur Veröffentlichung vorgesehen.
- [16] Heunecke, Otto / Liebl, Wolfgang: Zur Orientierungskontrolle von Vortriebsnetzen mit Vermessungskreisel. zfv – Zeitschrift für Geodäsie, Geoinformation und Landmanagement 6/2017, Seite 317 – 326.
- [17] Heckmann, Bernhard: Neue Informationstafel an der DVW-Gedenkstätte Großer Feldberg im Taunus. DVW-Mitteilungen Hessen-Thüringen Heft 1/2019, Seite 46 – 47.
- [18] Lexikon der Geowissenschaften zur Polbewegung: Polbewegung - Lexikon der Geowissenschaften (Aufruf am 22.11.2020):
<https://www.spektrum.de/lexikon/geowissenschaften/polbewegung/12508>.

Anschrift des Verfassers

Bernhard Heckmann
Am Schäfersberg 81
65527 Niedernhausen

E-Mail: B-P.Heckmann@online.de

(Manuskript: November 2020)

Zur Treffsicherheit von Gutachten in der nordhessischen Praxis

von Dipl.-Ing. Frank Mause, Korbach

1 Einführung

Die Geschäftsstelle des Gutachterausschusses für Immobilienwerte für den Bereich der Landkreise Kassel und Waldeck-Frankenberg wertet jährlich etwa 5.500 – 6.000 Kaufverträge aus. Im selben Zeitraum werden ungefähr 60 bis 80 Immobilienwertgutachten für verschiedenste Zwecke gefertigt. Die Frage, wie „genau“ ein Wertgutachten bzw. der darin ermittelte Wert ist, kann dagegen nicht so einfach beantwortet werden, da es in der Natur der Dinge liegt, dass der „wahre“ Verkehrswert selten bekannt ist.

Bewertungen der Gutachterausschüsse sollen regelkonform (insbesondere unter Beachtung der ImmoWertV und WertR), nach den anerkannten Regeln der Wissenschaft und frei von individuellen Fehlern erstellt werden. Eine absolute Fehlerfreiheit ist jedoch unmöglich - wer wüsste das besser als Geodäten? In diesem Spannungsfeld gibt es Einzelurteile in Gerichtsverfahren, nach denen unter gewöhnlichen Verhältnissen von einem Genauigkeitsgrad von +/- 20 bis 30 % ausgegangen werden kann¹. Aber wie „genau“ sind die Gutachten in der Praxis jetzt?

Teilweise wird das begutachtete Objekt später verkauft. Der Kaufpreis kann ein sehr gutes Indiz für den „wahren“ Verkehrswert sein. Aber eben nicht mehr als nur ein Indiz: Es sei die Bemerkung erlaubt, dass nicht jeder Kaufpreis automatisch den Verkehrswert widerspiegeln *muss*, da beim konkreten Kauf auch für den Verkehrswert nicht einschlägige Aspekte eine Rolle gespielt haben können, z.B. Zeitdruck, Notverkäufe, Unkenntnis der Rechts- oder Marktlage, unerkannte Schäden und Besonderheiten sowie der viel zitierte Kauf unter Verwandten. Leider ist das im Kaufvertrag nicht immer erkennbar. Außerdem ist eine gewisse Spanne um den „wahren“ Verkehrswert unvermeidlich. Deshalb ist in diesem Rahmen der Begriff „Genauigkeit“ missverständlich.

In dieser Untersuchung wird sich ungeachtet dieser Schwierigkeiten der Frage nach der „Treffsicherheit“ von Gutachten durch eine Auswertung tatsächlich erstellter Gutachten, jeweils zeitnah gefolgt von einem Kaufvertrag, im Zuständigkeitsbereich genähert.

2 Untersuchungsmethodik

Alle bei einem Amt für Bodenmanagement eingerichteten Geschäftsstellen nutzen das Programmsystem „GRK“ (Gutachten, Richtwerte, Kaufverträge). Es ermöglicht die Erfassung von Kaufverträgen, Gutachten, Bodenrichtwerten, Statistiken, etc. Damit können jahrgangweise Auswertungen für unbebaute oder bebaute Flächen sowie für Wohnungseigentum gefertigt werden. Bei einem voreingestellten Analyseprogrammepunkt werden der per Gutachten ermittelte Verkehrswert und der erzielte Kaufpreis gegenübergestellt. Als Verknüpfungselement dient die Flurstücksnummer und nicht etwa die Lagebezeichnung; das hat zur Folge, dass Verkäufe bei einer veränderten Flurstücksbezeichnung vom Programm nicht erkannt werden. Es kann somit nicht ausgeschlossen werden, dass Vergleichsfälle nicht erkannt werden, weil das entsprechende Flurstück z.B. zerlegt wurde. Andererseits werden z.B. Wohnungen nach dem Wohnungseigentumsgesetz aufgeführt, die nicht automatisch (ausreichend) mit dem begutachteten Objekt vergleichbar sein müssen.

Für die Auswertung ist es hilfreich, bei Differenzen sowohl das Gutachten als auch den dokumentierten Kaufvertrag zu sichten und sich nicht allein auf die in GRK erfassten Daten zu verlassen. Individuelle Besonderheiten können dort nur schwer standardisiert eingegeben werden

1 Siehe [1] Kleiber 2017, S. 343, Randnr. 72

Im Folgenden werden

- bebaute und
- unbebaute Flurstücke sowie
- Eigentumswohnungen

jeweils für sich untersucht, die in den Jahren 2015 bis 2020 verkauft wurden und für die gleichzeitig ein zeitlich vorangegangenes Gutachten des Ausschusses vorlag. Bereinigt wird die Liste um Objekte, bei denen das Gebäude ganz offensichtlich zwischen Gutachten und Verkauf in wertrelevanten Bereichen verändert wurde. Weiterhin werden sehr selten gehandelte Objekte ausgeschieden, wie beispielsweise eine ehemalige Klinik oder eine Industrieruine mit Altlasten. Es verbleiben immerhin

- 20 auswertbare Fälle bei den bebauten,
- 9 bei den unbebauten Objekten und
- 4 bei Eigentumswohnungen im direkten sowie
- 5 bei Eigentumswohnungen im indirekten Vergleich.

Zum direkten und indirekten Vergleich werden in Kapitel 4 Abschnitt c) noch nähere Erläuterungen gegeben. Da der Verkauf bebauter Objekte und Eigentumswohnungen im Schnitt anderthalb Jahre nach dem Gutachten erfolgte, wird im Rahmen dieser Untersuchung angenommen, dass sich die Preise in dieser Zeit nicht signifikant geändert haben. Bei unbebauten Objekten beträgt diese Zeitspanne sogar nur knapp ein Jahr.

3 Kurzbeschreibung der Stichprobe

a) Bebaute Objekte

Es handelt sich überwiegend um Einfamilienhäuser, teilweise jedoch mit Eigenschaften, die sie vom marktgängigen Standardobjekt dieser Art unterscheiden: Fachwerkhäuser im schlechten Zustand, ehemalige Hofstellen im Innenbereich, ehemalige Forsthäuser in Randlage mit überdurchschnittlichen Anbauten, ein Wochenendhaus, ein Abrissobjekt, ein Gemeindezentrum.

Art des Objekts	Anzahl der Fälle
Einfamilienhaus	17
Zweifamilienhaus	1
Wochenendhaus	1
Gemeindezentrum	1
Zusätzliche Eigenschaften	
Fachwerkhaus	2
ehemalige Hofstelle im Innenbereich	3
ehemaliges Forsthaus	4
Liquidation (Abrissobjekt)	1

Tabelle 1 (Beschreibung der Stichprobe „bebaute Objekte“)

b) Unbebaute Objekte

Es handelt sich etwa je zur Hälfte um land-/forstwirtschaftliche Flächen, deren Nutzung sich mutmaßlich auf absehbare Zeit nicht ändern wird, sowie für eine spätere Bebauung vorgesehene Areale.

Einmal sind mehrere räumlich getrennte Flurstücke in einem gemeinsamen Kaufvertrag für eine undifferenzierte Summe gekauft worden. Dies wurde als ein Fall gewertet; verglichen wurde der Kaufpreis durch die Gesamtfläche mit der Summe der festgestellten Verkehrswerte in den Gutachten durch die Gesamtfläche.

Art des Objekts	Anzahl der Fälle
Kleingarten	1
Baulücke	2
landwirtschaftliche Fläche	4
forstwirtschaftliche Fläche	1
öffentliche Grünfläche	1
Entwicklungsstufe	
Flächen der Land-/Forstwirtschaft	4
Bauerwartungsland	2
Rohbauland, ungeordnet	2
baureif	1

Tabelle 2 (Beschreibung der Stichprobe „bebaute Objekte“)

c) Eigentumswohnungen (direkter Vergleich)

Es handelt sich je zur Hälfte um übliche Wohnungen bzw. Ferienwohnungen.

Art des Objekts	Anzahl der Fälle
Ferienwohnung	2
Wohnung	2

Tabelle 3 (Beschreibung der Stichprobe „Eigentumswohnungen“)

4 Grundsätze bei der Erstellung von Gutachten

a) Bebaute Objekte

Im Bereich der Landkreise Kassel und Waldeck-Frankenberg werden in der Regel **zwei Verfahren** durchgerechnet, bei Einfamilienhäusern meist Sach- und Ertragswert. Trotzdem wird der Wert nicht einfach gemittelt, sondern das Ergebnis des marktgerechteren Verfahrens (mit sicher abschätzbaren Eingangsparametern) wird als maßgebend angesehen. Aber das zweite Verfahren erlaubt eine gewisse innere Kontrolle. Es hat sich herauskristallisiert, dass bei größeren Abweichungen neben individuellen Fehlern tatsächlich oft ein systematischer Fehler im Bewertungsentwurf vorlag. Als typische Fehlerquellen seien beispielsweise genannt:

- Gebäudeteile, Anbauten, Nebengebäude, ... ohne objektive Nutzungsmöglichkeit, bei denen trotzdem ein Sachwert ermittelt wurde. Weil jedoch mangels „Vermietbarkeit“ keine Miete angesetzt wurde, wird der Ertragswert davon nicht berührt.
- Übergroße Flächen bebauter Grundstücke haben im Ertragswertverfahren eine falsche Aufteilung des Reinertrags zur Folge und führen zu einem falschen Ertragswert. Im Sachwert spielt die Übergroße bei Sachwertfaktoren um 1 hingegen keine entscheidende Rolle.

In der konkreten Stichprobe betragen die verbliebenen Differenzen zwischen den Verfahren im Mittel 7 % (von 0 bis 23 % Prozent). Diese Verfahrensweise garantiert selbstverständlich keine vollkommene Fehlerlosigkeit, schützt aber weitgehend vor grob falschen Ergebnissen.

Der einflussreiche bis entscheidende **Sachwertfaktor** entstammt einer immer wieder aktualisierten regionalen Auswertung von Kaufverträgen durch die Geschäftsstelle, verbunden mit einer fiktiven Nachbewertung möglichst von Standardobjekten ohne Besonderheiten (Ein- und Zweifamilienhäuser, freistehend, Reihenhäuser und Doppelhaushälften). Das Ergebnis wird im jährlichen Immobilienmarktbericht veröffentlicht. Bei ehemaligen Hofstellen im Innenbereich bedient sich der Ausschuss einer Auswertung des benachbarten Gutachterausschusses, eingerichtet beim Amt für Bodenmanagement Homberg/Efze (Bereich der Landkreise Hersfeld-Rotenburg, Schwalm-Eder sowie Werra-Meißner).

Bei den zwanzig in dieser Untersuchung ausgewerteten Fällen liegt der konkret angewendete Marktpassungsfaktor im Mittel bei 0,82 (zwischen 0,50 und 1,13).

Eine entsprechende Nachbewertung gibt es auch für die Ermittlung des **Liegenschaftszinssatzes**; dieser ist aber bei den betrachteten Einfamilienhäusern nur eingeschränkt sicher ermittelbar, auch da hier selten tatsächliche Mieten vorliegen. In der Stichprobe liegt der Liegenschaftszinssatz im Mittel bei 2,2 % (zwischen 1,0 und 4,0 %).

Die verwendeten Sachwert- und Ertragswertmodelle entsprechen denen, die der **hessische Ausschuss für Standards**² in seinen **Leitfäden** beschrieben hat. Sie werden im Immobilienmarktbericht - gemeinsam mit den entsprechenden Faktoren - veröffentlicht und haben wesentlich zur Qualitätssteigerung der Ergebnisse beigetragen.

Auch für die Erfassung der Kaufverträge gibt es einen Leitfaden. Dieser ist auch dringend erforderlich, da die Ermittlung der Faktoren von einer sachgerechten und nicht zuletzt gleichmäßig ausgeübten Auswertung abhängt. Aus diesem Grunde finden im Fachbereich 13 Immobilienwertermittlung, Geoinformation des AfB Korbach regelmäßig Fachgespräche der Auswerterinnen und Auswerter statt.

b) Unbebaute Objekte

Die durchgreifende Kontrolle durch ein zweites Verfahren ist bei unbebauten Objekten in der Regel nicht möglich. Denn leider sind Vergleichspreise häufig nicht oder nicht in ausreichender Anzahl vorhanden. Es muss oft auf Bodenrichtwerte (BRW) zurückgegriffen werden. Hier ist besondere Aufmerksamkeit darauf zu legen, dass bei der Ableitung des Bodenwertes einschließlich plausibler Zu- und Abschläge sorgfältig gearbeitet wird.

Dabei ist zu prüfen, welche wertrelevanten Merkmale der Bodenrichtwert aufweist. Ein Blick in die Bodenrichtwertkarte ist unverzichtbar! Ist beispielsweise die gesamte BRW-Zone hängig, dürfen für hängige Grundstücke keine weiteren Abschläge gemacht werden – jene sind bereits im Bodenwert enthalten. Ähnlich ist es bei allen anderen flächenhaften Merkmalen, die auf die überwiegende Mehrheit von Grundstücken der Zone zutrifft (z.B. flächiger Denkmalschutz, Altlastenverdacht, ...). Insofern ist es hilfreich, zumindest gedanklich ein konkretes Grundstück als typisches Richtwertgrundstück auszuwählen.

Schwierigkeiten bereiten insbesondere die Erschließungskosten, umso mehr, je länger die Erschließung zurückliegt, aber auch im umgekehrten Fall, wenn noch gar keine konkreten Ausbaupläne vorliegen. Die Auskünfte von den Gemeinden lassen in Einzelfällen vermuten, dass die Angaben nicht immer mit der für ein Gutachten erforderlichen Sorgfalt gemacht werden können.

² Dieser Ausschuss besteht aus Vertretern der Zentralen Geschäftsstelle der Gutachterausschüsse für Immobilienwerte des Landes Hessen (ZGGH) sowie einzelner Gutachterausschüsse und seiner Geschäftsstellen. Er berät und schlägt einheitliche Standards vor, die von dem Leiter der ZGGH und den Vorsitzenden der Gutachterausschüsse gemeinsam beschlossen werden können.

c) Eigentumswohnungen

Der Eigentumswohnungsmarkt ist im Zuständigkeitsbereich meines Gutachterausschusses wenig ausgeprägt. Er konzentriert sich im Landkreis Waldeck-Frankenberg auf die vier größeren Städte Korbach, Frankenberg, Bad Wildungen und Bad Arolsen sowie den Ferienort Willingen. Im Landkreis Kassel befinden sich die meisten Eigentumswohnungen im Umkreis von Kassel sowie in den ehemaligen Kreisstädten Hofgeismar und Wolfhagen.

Der Gutachterausschuss wendet auch bei Eigentumswohnungen in der Regel zwei unabhängige Verfahren an. Das maßgebliche Verfahren ist - soweit möglich - das Vergleichswertverfahren. Das Ertragswertverfahren ist lediglich als Kontrolle gegen grobe Fehler vorgesehen. Ist das Vergleichswertverfahren mangels ausreichender Vergleichsfälle nicht möglich, rückt das Ertragswertverfahren an die Stelle des führenden Verfahrens. Zur Plausibilisierung werden dann teilweise die veröffentlichten Vergleichsfaktoren herangezogen, denn das Sachwertverfahren wird hier in aller Regel nicht durchgerechnet.

Ein kleiner Nachteil von GRK in der Praxis ist, dass in der Statistik der Gutachten die Nummer der begutachteten Wohnung nicht angezeigt wird. Beim Vergleich werden weiterhin alle Kaufverträge auf dem Flurstück aufgelistet (glücklicherweise mit Wohnungs-Nr.). Um das jeweils identische (und nicht nur ähnliche) Objekt herauszusuchen, muss die Nummer der Wohnung im Gutachten separat herausgesucht werden.

Aber auch die nicht-identischen Wohnungen, die aber in der gleichen Wohnungsanlage liegen, können für einen zumindest indirekten Vergleich herangezogen werden. Dabei wird unterstellt, dass sich diese im Wesentlichen nur durch die Wohnfläche als preisbildendes Merkmal unterscheiden. Es ist aber nicht auszuschließen, dass diese Annahme zu optimistisch ist und/oder individuelle Besonderheiten (z.B. unterschiedlicher Zustand) das Ergebnis beeinflussen. Auch liegt der Zeitpunkt des Verkaufs in der Stichprobe deutlich hinter dem Gutachtentermin (im Durchschnitt mehr als zwei Jahre). Daraus kann auch geschlossen werden, dass der Wohnungseigentumsmarkt in unserem Zuständigkeitsbereich eher weniger bedeutend ist.

5 Ergebnisse

a) Einzelergebnisse der Objektarten bebaut, unbebaut, Eigentumswohnung

Die Ergebnisse werden nachfolgend in tabellarischer Form präsentiert (Tabellen 4.2 – 4.6). Darin werden folgende Abkürzungen (Abk.) verwendet:

Abk.	Bedeutung	Abk.	Bedeutung
BGF	Bruttogeschossfläche	NF	Nutzfläche
boG	besondere objektspezifische Grundstücksmerkmale	p	Liegenschaftszinssatz
BRW	Bodenrichtwert	RND	Restnutzungsdauer
Erschl. K.	Erschließungskosten	SW	Sachwert
EW	Ertragswert	SWF	Sachwertfaktor
GND	Gesamtnutzungsdauer	VW	Verkehrswert
KP	Kaufpreis	WF	Wohnfläche
NHK	Normalherstellungskosten	Zuk. BW	Zukünftiger Bodenwert

Tabelle 4.1 (Erläuterung der Abkürzungen in den Tabellen 4.2 bis 4.6)

bebaute Objekte						
	Bodenwert		Gebäude			
	BRW	Bodenwert	Baujahr	GND	RND	boG
Minimum	25 €/m ²	4.000 €	1850	40	10	-119.000 €
Mittel	52 €/m ²	45.000 €	1968	68	23	-14.000 €
Maximum	105 €/m ²	98.000 €	2002	70	35	+32.000 €
Sachwertverfahren				Vergleich SW-EW		
	BGF	NHK	SWF	SW	ΔSW-EW	VW
Minimum	130 m ²	510 €/m ²	0,50	15.000 €	0 %	15.000 €
Mittel	370 m ²	720 €/m ²	0,82	128.000 €	7 %	117.000 €
Maximum	570 m ²	1.290 €/m ²	1,13	271.000 €	23 %	271.000 €
Ertragswertverfahren				Vergleich KP-VW		
	WF/NF	Miete	p	EW	ΔKP-VW	ΔKP-VW
Minimum	77 m ²	2,10 €/m ²	1,0 %	14.000 €	-43.000 €	0 %
Mittel	174 m ²	3,93 €/m ²	2,2 %	121.000 €	+8.000 €	17 %
Maximum	373 m ²	8,30 €/m ²	4,0 %	277.000 €	+195.000 €	58 %

Tabelle 4.2 (bebaute Objekte)

unbebaute Objekte, dauerhaft land-/forstwirtschaftliche Flächen					
	BRW	VW	KP	ΔKP-VW	ΔKP-VW
Minimum	0,45 €/m ²	0,66 €/m ²	1,00 €/m ²	+0,03 €/m ²	2 %
Mittel	0,84 €/m ²	0,93 €/m ²	1,22 €/m ²	+0,29 €/m ²	14 %
Maximum	1,10 €/m ²	1,37 €/m ²	1,48 €/m ²	+0,82 €/m ²	55 %

Tabelle 4.3 (unbebaute Objekte, dauerhaft land- oder forstwirtschaftlich genutzt)

unbebaute Objekte, zukünftiges Bauland						
	Zuk. BW	Erschl. K.	VW	KP	ΔKP-VW	ΔKP-VW
Minimum	40 €/m ²	10 €/m ²	12,00 €/m ²	12,88 €/m ²	-2,52 €/m ²	0 %
Mittel	73 €/m ²	31 €/m ²	24,93 €/m ²	25,48 €/m ²	+0,55 €/m ²	8 %
Maximum	95 €/m ²	70 €/m ²	46,00 €/m ²	50,00 €/m ²	+4,00 €/m ²	20 %

Tabelle 4.4 (unbebaute Objekte, zukünftiges Bauland)

Eigentumswohnungen, direkter Vergleich						
	BRW	WF	VW	KP	ΔKP-VW	ΔKP-VW
Minimum	40 €/m ²	33 m ²	610 €/m ²	610 €/m ²	-400 €/m ²	0 %
Mittel	73 €/m ²	77 m ²	930 €/m ²	900 €/m ²	+170 €/m ²	15 %
Maximum	95 €/m ²	128 m ²	1.620 €/m ²	1.200 €/m ²	+240 €/m ²	33 %

Tabelle 4.5 (Eigentumswohnungen, direkter Vergleich)

Da bei den Eigentumswohnungen nur vier direkt vergleichbare Objekte dokumentiert sind, werden zusätzlich noch zumindest indirekt vergleichbare Objekte, jeweils aus demselben Wohnkomplex hinzugezogen, indem sie nur (!) anhand der Wohnungsfläche vergleichbar gemacht werden. Die durchschnittliche Abweichung des festgestellten Verkehrswertes beträgt dann jedoch etwa ein Drittel des Verkaufspreises:

Eigentumswohnungen, indirekter Vergleich						
	BRW	WF	VW	KP	Δ KP-VW	Δ KP-VW
Minimum	45 €/m ²	33 m ²	610 €/m ²	430 €/m ²	-180 €/m ²	10 %
Mittel	63 €/m ²	54 m ²	820 €/m ²	760 €/m ²	+70 €/m ²	34 %
Maximum	80 €/m ²	75 m ²	1.030 €/m ²	1.030 €/m ²	+430 €/m ²	41 %

Tabelle 4.6 (Eigentumswohnungen, indirekter Vergleich)

b) Gesamtergebnis

Im Ergebnis beträgt die Abweichung in allen drei direkt untersuchten Objektarten im Durchschnitt etwa fünfzehn Prozent. Die maximalen Abweichungen steigen aber bei unbebauten auf 55 % bzw. bei den bebauten Objekten auf 58 %, wie man der nachfolgenden Tabelle 5 entnehmen kann:

Objektart	unbebaut	bebaut	ETW	ETW
Vergleich	direkt	direkt	direkt	indirekt
Objekte mit Abweichung 0 -20 %	67 %	65 %	50 %	20 %
Objekte mit Abweichung 21-50 %	22 %	20 %	50 %	80 %
Objekte mit Abweichung > 50 %	11 %	15 %	0 %	0 %
Summe	100 %	100 %	100 %	100 %
Durchschnittliche Abweichung	14 %	17 %	15 %	34 %
Extremwert der Abweichung	55 %	58 %	33 %	41 %
Objekte mit Verkehrswert > Kaufpreis	11 %	40 %	25 %	60 %
Anzahl identifizierter Vergleichsfälle	9	20	4	5

Tabelle 5 (Gesamtergebnis)

6 Unabhängige Kontrolle durch benachbarten Gutachterausschuss

Der benachbarte nordosthessische Gutachterausschuss beim Amt für Bodenmanagement Homberg/Efze mit dem ähnlich strukturierten Immobilienmarkt der Landkreise Schwalm-Eder, Hersfeld-Rotenburg und Werra-Meißner hat mir freundlicherweise eine spontan erstellte Kurzstatistik (2017-2020) zur Verfügung gestellt. Das Ergebnis bestätigt im Wesentlichen die Untersuchung in Nordhessen:

Objektart	unbebaut	bebaut	ETW
Objekte mit Abweichung 0 – 20 %	38 %	64 %	35 %
Objekte mit Abweichung 21-50 %	62 %	33 %	65 %
Objekte mit Abweichung > 50 %	0 %	3 %	0 %
Summe	100 %	100 %	100 %
Durchschnittliche Abweichung	19 %	19 %	28 %
Extremwert der Abweichung	37 %	64 %	49 %
Objekte mit Verkehrswert > Kaufpreis	12 %	43 %	12 %
Anzahl identifizierter Vergleichsfälle	8	40	26

Tabelle 6 (Unabhängige Kontrolle „Stichprobe Nordosthessen“)

Hinweise: Die Ergebnisse wurden zur Plausibilisierung von mir lediglich stark vereinfacht ausgewertet. Es fand keine individuelle Ausreißerbeseitigung statt! Stattdessen wurde pauschal unterstellt, dass die extremsten zehn Prozent nicht dem gewöhnlichen Geschäftsverkehr zuzuordnen sind. Bei den Eigentumswohnungen war eine Differenzierung zwischen direktem und indirektem Vergleich nicht möglich.

7 Fazit

Die Auswertung belegt, dass die Gutachten bei Einfamilienhäusern, unbebauten Objekten und Eigentumswohnungen hinsichtlich des ermittelten Verkehrswertes regelmäßig eine gute Treffsicherheit aufweisen. Auch bei Objekten mit nicht ganz so gewöhnlichen Eigenschaften bewegen sich die Differenzen noch in einem respektablem Bereich. Bei Sonderobjekten verwundert es nicht, dass die konkreten Abweichungen hoch sein können, allerdings ist hier aufgrund der geringen Fallzahlen keine seriöse Aussage über die Treffsicherheit möglich.

Auch müssen bei indirekten Vergleichen von Eigentumswohnungen Abstriche gemacht werden; hier kann nicht ausgeschlossen werden, dass unbekannte und individuelle besondere objektbezogene Grundstücksmerkmale der verkauften Wohnung das Ergebnis beeinflusst haben.

Natürlich hängt die Treffsicherheit auch von den Umständen des Einzelfalles ab! Ich vertrete die Meinung, dass auch im Hinblick auf Prüfungen durch Gerichte im Gutachten dokumentiert werden sollte, dass mögliche Abweichungen zwischen festgestelltem Verkehrswert und zu erwartendem Kaufpreis bei „Sonderfällen“ höher als üblich ausfallen können.

Insgesamt halte ich das Ergebnis für eine bemerkenswerte Bestätigung der Arbeit in den Gutachterausschüssen!

Literaturhinweise

[1] Kleiber, Wolfgang: Verkehrswertermittlung von Grundstücken. 8. Auflage, Bundesanzeiger, 2017.

[2] Verordnung über die Grundsätze für die Ermittlung der Verkehrswerte von Grundstücken (Immobilienwertermittlungsverordnung - ImmoWertV 2010) vom 19. Mai 2010 (BGBl. I S.639), zuletzt geändert durch Artikel 16 des Gesetzes vom 26. November 2019 (BGBl. I S. 1794)

[3] Sachwertrichtlinie (SW-RL) vom 5. September 2012 (BAnz. AT 18.10.2012 B1)

[4] Vergleichswertrichtlinie (VW-RL) vom 20. März 2014 (BAnz. AT 11.04.2014 B3)

[5] Ertragswertrichtlinie (EW-RL) vom 15. November 2015 (BAnz. AT 04.12.2015 B4)

[6] Wertermittlungsrichtlinien 2006 vom 1. März 2006 (BAnz. Nr. 108a, ber. Nr. 121)

Anschrift des Verfassers

Frank Mause
 Gutachterausschuss für Immobilienwerte für den Bereich der
 Landkreise Kassel und Waldeck-Frankenberg
 c/o Amt für Bodenmanagement Korbach
 Medebacher Landstraße 29
 34497 Korbach

E-Mail: frank.mause@hvbg.hessen.de

(Manuskript: November 2020)

Sanierung und Pflege des Grenzsteinlapidariums am Forsthaus Willrode bei Erfurt

Das vom DVW Thüringen ins Leben gerufene Grenzsteinlapidarium Willrode erfreut inzwischen seit mehr als zehn Jahren die Besucher des Forsthauses an der Straße zwischen Egstedt und Schellroda. Gerade auch zum jährlichen Tag des Grenzsteins am letzten Sonntag im Februar findet es reichlich Beachtung. Denjenigen, die sich auf die Entstehung des Lapidariums rückbesinnen möchten, seien die beiden DVW-Mitteilungshefte Hessen-Thüringen des Jahres 2009 empfohlen, in deren Nachrichtenteil sich hierzu ausführliche Informationen finden.

Die Anlage des Lapidariums bringt es mit sich, dass ein Verschleiß der Informationstafeln zu den Grenzsteinen und zum Lapidarium in seiner Gesamtheit nicht vermeidbar ist. Da die Tafeln in den Boden eingelassen und somit begehbar sind, mussten schon frühzeitig einige Tafeln ausgetauscht werden.

Es war noch ein Vermächtnis unseres verstorbenen Bundesvorsitzenden Prof. Dr. Karl-Friedrich Thöne, dem die Anlage stets am Herzen lag und der noch kurz vor seinem Tod eine durchgreifende und möglichst auch konzeptionelle Erneuerung des Lapidariums empfahl.

Im Anschluss wurde eine Reihe Überlegungen angestellt und verworfen. Eine durchgreifende Änderung des Konzepts des Lapidariums mit überdachten Schautafeln, Faltblättern und QR-Codes war nach Aussage des Forstamtes aus Gründen des Denkmalschutzes auf dem Gelände nicht umsetzbar. Die Entfernung der Tafeln ohne Ersetzung an gleicher Stelle hätte außerdem auch schwer überschaubare Sanierungskosten an den Wegen zwischen den Exponaten verursacht. Andere Überlegungen sahen vor, die Tafeln am gleichen Ort schräg aufzustellen, doch dies wurde aus Unfallschutzgründen verworfen.

Nachdem Anfang des Jahres 2020 nahezu die Hälfte der Tafeln nur noch schwer lesbar war, entschloss sich der DVW-Landesvorstand im Rahmen des Machbaren zu handeln. Es blieb bei dem vorhandenen Konzept, jedoch wurden die Tafeln mit einer zusätzlichen Steinschlagschutzfolie versehen, um eine längere Haltbarkeit zu gewährleisten. Auf dieser Grundlage hat der DVW Thüringen die Neuerstellung und den Austausch aller 22 Tafeln bei der Firma Spectrum digital in Auftrag gegeben.

Am 3. Juni 2020 wurden die Tafeln vor Ort ausgetauscht und das Lapidarium erstrahlt nun wieder im ursprünglichen Glanz mit der Hoffnung auf eine längere Haltbarkeit der Erläuterungstafeln.



Abb 1: Der Dreierherrenstein mit neu erstellter Erläuterungstafel ist eines der herausragenden Exponate des Lapidariums



Abb. 2: Allgemeine Informationen zu den Thüringer Herrschaftsgebieten, Untervermarkungen und zum DVW runden den Informationsgehalt der Anlage ab

Dass das Lapidarium immer wieder einen Besuch wert ist, ist auch das Verdienst des Trägerwerks Soziale Dienste in Thüringen e.V. Das Trägerwerk engagiert sich thüringenweit in über 70 Einrichtungen, vor allem in den Bereichen der Kinder- und Jugendhilfe, der Psychiatrie und der Behindertenhilfe. Zu Zeiten der Begründung war Herr Reinhard Schnell, hauptamtlich Mitarbeiter des Trägerwerks, Vorsitzender des Vereins der Freunde und Förderer des Forsthauses Willrode e.V. So kam es zu einer Kooperationsbeziehung zwischen Trägerwerk und Forstamt, in deren Rahmen u. a. der Innenhof des Forstamts Willrode durch Menschen mit Handicap regelmäßig gepflegt wird. So erfährt auch das Lapidarium diese Betreuung und es ist dankenswerterweise gewährleistet, dass die Grenzsteine bedarfsweise freigeschnitten und die Erläuterungstafeln sauber gehalten werden.



Abb. 3: Grenzstein zwischen der freien Reichsstadt Mühlhausen und dem Herzogtum Sachsen-Gotha im Grün des Lapidariums.

Claus Rodig, Erfurt

Sternwanderung im Erfurter Steiger anlässlich des Jubiläums „100 Jahre Thüringen“

Am 1. Mai 1920 schlossen sich sieben Kleinstaaten – nämlich Sachsen-Weimar-Eisenach, Sachsen-Meiningen, Reuß, Sachsen-Altenburg, Sachsen-Gotha, Schwarzburg-Rudolstadt und Schwarzburg-Sondershausen – zum Land Thüringen zusammen. Auch wenn die Integration der preußischen Gebiete und des Freistaates Coburg nicht umgesetzt werden konnte, gelang die einzige Länderneugliederung in der deutschen Geschichte, die freiwillig, von unten und auf demokratischem Wege erfolgte.

Dieses runde Jubiläum sollte ursprünglich am 1. Mai in einem großen Festakt und mit einem großen Bürgerfest in Weimar begangen werden. Der DVW Thüringen und der Weimarer Republik e.V., welcher mit der Organisation der Veranstaltungen durch das Land Thüringen beauftragt wurde, entwickelten die Idee, mit geführten Wanderungen entlang der damaligen Grenzen der Kleinstaaten das Zusammenwachsen Thüringens nachzuvollziehen und somit eine Brücke von der Vergangenheit in die Gegenwart zu schlagen. Mit den Planungen und Vorbereitungen wurde bereits Ende 2019 begonnen, die Corona-Pandemie führte jedoch dazu, dass die Wanderungen im Mai - wie leider so vieles in diesem Jahr - abgesagt werden mussten.

Dennoch nahmen unser DVW-Mitglied Thomas Werneburg und Herr Dr. Chris Freise vom Forstamt Erfurt-Willrode erneut den Faden auf, um am 4. Oktober 2020 im Erfurter Steigerwald eine Wanderung entlang der Grenzen zwischen den damaligen Preußischen Gebieten Thüringens und dem Herzogtum Sachsen-Gotha zu organisieren. Eine weitere Wanderung fand am 11. Oktober 2020 rund um den Höhenzug des Hüfler statt (siehe Beitrag von Claus Rodig auf S. 47 - 49 in diesem Heft).

Die Grenzsteinwanderung wurde als Sternwanderung bezeichnet, um auf die sieben damaligen Kleinstaaten zu verweisen, die sich auf dem ursprünglichen Wappen des Freistaates Thüringen in Form von Sternen wiederfinden. Es fanden sich ca. 45 Teilnehmer am Waldhaus im Erfurter Steigerwald ein, die vorrangig nicht aus dem Bereich der Vermessung stammten. Herr Werneburg stellte anhand der im Steigerwald noch vergleichsweise häufig zu findenden Grenzsteine den Bezug zur historischen Landesgrenze her. So wurden in diesem Bereich bereits im 18. Jahrhundert Grenzsteine gesetzt. Vermutlich gab es bereits frühere Grenzmarkierungen zwischen dem damaligen unter Kurmainzischer Herrschaft stehenden Erfurt und dem Herzogtum Sachsen-Gotha. Anhand von Rekonstruktionen unterirdischer Sicherungen konnten die Teilnehmer Wissenswertes rund um das damalige Vermessungswesen und die Bedeutung von mündlichen Überlieferungen der Feldgeschworenen erfahren.

Auch erfuhren sie, dass die früher durchgeführten Flurzüge nicht nur den Charakter von Volksfesten hatten, sondern durchaus der Bestätigung der Grenzen dienten, oder welchem Wandel das Vermessungswesen im Laufe der Zeit unterlag.



Abb. 1: Grenzstein mit der in Richtung des Herzogtums Sachsen-Gotha weisenden Seite

Da der Erfurter Steigerwald seit langem forstwirtschaftlich genutzt und damit weniger intensiv bewirtschaftet wurde als z.B. die benachbarten landwirtschaftlichen Gemarkungen, blieb eine große Anzahl der historischen Grenzsteine erhalten.

Herr Dr. Freise konnte durch Ausflüge in die Historie anschaulich darstellen, dass die Grenzsteine damals wie heute auch im Forst oder im Bereich der Jagd große Bedeutung haben. So konnte für einen Wilderer in früheren Zeiten von der Frage des Tatortes schon die Schwere der Strafe oder gar sein Leben abhängen.

Führte die Wanderung anfangs zwischen Wald und Feldflur und bot dadurch Herrn Werneburg die Gelegenheit, den Einsatz der Vermessung bei der Bewirtschaftung von Flächen, oder die (geringe) Bedeutung des Eigentumskatasters in der Landwirtschaft in der DDR zu erläutern, bog die Route später in den Steigerwald ab.

Hier brachte Herr Dr. Freise den interessierten Zuhörern die Probleme des Forstes näher, die sich aus dem Klimawandel für den Wald ergeben, oder auch welche große Bedeutung der Steiger als Stadtwald für die Stadt Erfurt hatte und bis heute hat.

Abgerundet wurde die Wanderung durch eine Rast der Teilnehmerinnen und Teilnehmer am sog. „Stern“, einer markanten Kreuzung von Wegen im Erfurter Steiger. ThüringenForst sorgte hier mit einer Auswahl von Spezialitäten aus dem Sortiment der Eigenmarke „WildGut“ für eine zusätzliche kulinarische Überraschung.



Abb. 2: Imbiss am Stern

Anschließend erfolgte die Rückwanderung zum Waldhaus, wo eine kleine Festveranstaltung anlässlich des 100-jährigen Jubiläums, organisiert durch den Weimarer Republik e.V., den Abschluss bildete. Zu dieser Veranstaltung traf ein Korso von Oldtimern aus der damaligen Zeit von Schloss Schwarzburg kommend ein, wo im August 1919 die Weimarer Reichsverfassung unterzeichnet wurde, die den rechtlichen Rahmen für die Vereinigung Thüringens bildete.

Herrn Ministerpräsident Bodo Ramelow, der ebenfalls an der Festveranstaltung teilnahm, wurde anhand eines in der Nähe befindlichen Grenzsteins der Hintergrund der Wanderung erläutert. Es wurde eine

Nachbildung einer Untervermarkung übergeben, um an die Bedeutung der Grenzen und Grenzsteine bei der Entstehung Thüringens zu erinnern.



Abb. 3: Thomas Werneburg erläutert Herrn Ministerpräsidenten Bodo Ramelow die Bedeutung von Untervermarkungen

Aufgrund der großen Teilnehmerzahl und der sehr positiven Rückmeldungen der Teilnehmer wurde bereits über eine Wiederholung der Grenzsteinwanderung nachgedacht, bietet sie doch eine gute Gelegenheit, das Vermessungswesen in seiner damaligen und heutigen Bedeutung einem breiten Publikum näherzubringen.



Abb. 4: Ministerpräsident Ramelow inspiziert einen Grenzstein

Großer Dank gilt den Organisatoren Herrn Werneburg und Herrn Dr. Freise für die rundum gelungene Wanderung.

Markus Dölle, Erfurt

Grenzsteinwanderung Hüfler

Eine Woche nach der Veranstaltung im Erfurter Steigerwald mit Grenzsteinwanderung, Oldtimern und dem Thüringer Ministerpräsidenten (siehe Beitrag von Markus Dölle auf S. 44 - 46 in diesem Heft) führte unser Vereinsmitglied Steffen Naumann am 11. Oktober eine weitere Grenzsteinwanderung rund um den Höhenzug des Hüfler im Norden Thüringens durch.

Rund dreißig Interessierte fanden sich in der Nähe des Strandbades Kelbra ein und lauschten zunächst den Erläuterungen von Herrn Naumann zur Geschichte der Grenzzüge in der Region. Alle im Folgenden genannten Grenzzüge wurden nach der Neugliederung der thüringischen Lande durch den Wiener Kongress im 19. Jahrhundert abgemarkt.

Die Strecke führte zunächst entlang der heutigen Landesgrenze und damit der früheren Grenze zwischen dem Königreich Preußen und dem Fürstentum Schwarzburg-Sondershausen (Abbildung 1). Besonders in diesem Abschnitt hatte Herr Naumann keine Mühen gescheut, die Strecke für die Teilnehmer an der Wanderung frei zu schneiden und überhaupt erst begehbar zu gestalten.



Abb. 1: Erläuterungen durch Herrn Naumann an einem Grenzstein mit der „Schwarzburger Schlackengabel“

Etwa zur Hälfte des Weges zweigte die Strecke nach Süden ab und stieß auf den Grenzzug zwischen den Fürstentümern Schwarzburg-Sondershausen und Schwarzburg-Rudolstadt (Abbildung 2). Zurück an der Landesgrenze mussten die Wanderer feststellen, dass der einstige Drei-Herren-Stein, an dem einst die Grenze der beiden Fürstentümer auf die des Königreichs Preußen stieß, nicht mehr erhalten ist.



Abb. 2: Besonders schön gelegener Grenzstein an der Grenze
der Fürstentümer Schwarzburg-Sondershausen und Schwarzburg-Rudolstadt

Jenseits der Kreisstraße zwischen dem Ausgangspunkt der Wanderung und Steinthaleben folgte die Strecke den Grenzsteinen der ehemaligen Kreisgrenze zwischen dem Amt Frankenhausen und dem Amt Kelbra. Das letzte Stück des Weges führte steil bergab nach Norden Richtung Talsperre Kelbra und wieder zum Ausgangspunkt der Wanderung. In diesem Abschnitt wurde die Kreisgrenze einst begleitend mit Buchen bepflanzt, die heutige als mächtige Bäume in einer Flucht stehen.

Nach Abschluss der Grenzsteinwanderung fanden sich fast alle Teilnehmer am neugeschaffenen Grenzsteinlapidarium Rathsfeld (vgl. DVW-Mitteilungen Hessen-Thüringen, Heft 1/2020) ein. Das Lapidarium befindet sich auf einem Grundstück der Landesforstanstalt und die Kollegen von ThüringenForst ließen es sich nicht nehmen, den Grenzsteinwanderern Bratwurst, Brätel und Getränke zu reichen.

Das Lapidarium Rathsfeld macht derweil weiter große Fortschritte. Diente der neu errichtete Pavillon zum Abschluss der Wanderung noch zur Befestigung des Kartenmaterials aus dem 19. Jahrhundert, der Weimarer Republik und der DDR (Abbildung 3), so findet der Besucher inzwischen Willkommenstafeln mit umfänglichen Informationen zu den Thüringer Fürstentümern und der Geschichte der Landesvermessung vor. Wer also bislang nur zur Einweihung des Lapidariums vor Ort war, für den sollte eine Wiederholung des Besuches lohnend sein.

Unterstützt durch den DVW Thüringen kümmert sich Herr Naumann auch weiterhin vorbildlich um die Erhaltung des Lapidariums und der steinernen Zeitzeugen in der Umgebung. Vorgesehen ist eine Säuberung aller 21 Grenzsteine im Sandstrahlverfahren und eine Sicherung mit Steinverfestiger.



Abb. 3: Der neu errichtete Pavillon am Lapidarium Rathsfeld

Aber auch weitere Ideen stehen im Raum. So wurden bereits Gedanken mit dem Thüringer Landesamt für Bodenmanagement und Geoinformation zur Nachbildung und Neusetzung des am Originalstandort nicht mehr erhaltenen oben genannten Drei-Herren-Steins ausgetauscht.

Claus Rodig, Erfurt

Staumauerpraktikum am Wägitalersee

Bereits seit Anfang der 90er Jahre führt die TU Dresden jedes Jahr ein Staumauerpraktikum in der Schweiz durch. Im Wägital am gleichnamigen See wurde die Staumauer Schräg vermessen und untersucht (Abbildungen 1 und 2). Im Rahmen des Moduls „Deformationsanalyse“ des Masterstudiengangs Geodäsie wurden zahlreiche Messverfahren erprobt. Auch im Jahr 2020 wurde das Praktikum dank eines umfangreichen Hygienekonzeptes ermöglicht. Auf die langjährige Kooperation mit den Bachelorabsolventen der FH Würzburg-Schweinfurt musste dennoch leider verzichtet werden. Vom 06.09. bis 17.09.2020 nahmen 16 Studierende und zwei Betreuer am Praktikum teil.



Abb. 1: Luftseite der Staumauer



Abb. 2: Blick auf die Seeseite der Staumauer

Am ersten Tag erhielten die Teilnehmer seltene Einblicke in das Innenleben der Staumauer und weiterführende Informationen vom Staumauerbetreiber. Anschließend wurde das gesamte Messgebiet begangen und kennengelernt. Darauf folgten sechs Messtage, zwei Tage wurden für die Auswertung eingeplant. Ziel des Praktikums war das Kennenlernen verschiedener Verfahren, um Deformationen und Veränderungen rund um die Staumauer zu erkennen. Neben bekannten Anwendungen wie Präzisionsnivellements, GNSS-Messungen, trigonometrischen Höhenübertragungen und vertikalen Streckenmessungen wurden auch speziellere Verfahren wie das Stromübergangsnivellement und die Seespiegelfixierung durchgeführt.

Sowohl das Stromübergangsnivellement als auch die Seespiegelfixierung dienen der Schließung von Nivellementslinien über den See hinweg. Bei der Seespiegelfixierung wurde ein gleichmäßiger Seespiegel für eine Höhenübertragung über ebendiesen zugrunde gelegt. In Abbildung 3 ist der Messaufbau zu sehen. Am Seeufer wird eine Pegellatte mit Millimeterskala im Wasser aufgestellt. Zur Beruhigung der Wasseroberfläche in der unmittelbaren Umgebung wird die Latte innerhalb eines offenen Zylinders platziert. Mithilfe eines Theodoliten wird anschließend der Wasserspiegel an der Pegellatte abgelesen (siehe Abbildung 4).



Abb. 3: Messanordnung Seespiegelfixierung

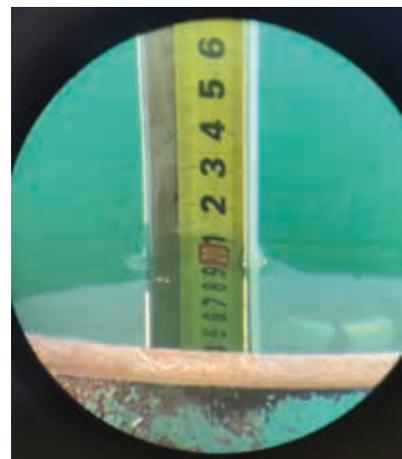


Abb. 4: Blick durch den Theodoliten

Im Zeitraum von einer Stunde wurde alle 15 Sekunden eine Ablesung getätigt und protokolliert. Über eine Stunde Beobachtungszeitraum ergeben sich folglich 240 Messungen. Jeweils vor und nach den Messungen wird die Pegellatte einnivelliert. Das Nivellier ist im linken Bereich von Abbildung 3 zu sehen. Dies ermöglicht den Anschluss der Pegellatte an umliegende Höhenpunkte und somit die Bestimmung der absoluten Höhe des Seespiegels.

Bereits in der Schweiz wurden erste Auswertungen aller Messverfahren durchgeführt. So wurde beispielsweise das aufgemessene Mauernetz ausgeglichen. Zudem wurden alle Höhenmessungen zusammengeführt und mit den Präzisionsnivellements ausgeglichen. Für die Auswertung der Seespiegelfixierung wurden zunächst alle 240 Messungen gemittelt. Anschließend wurde die Höhe des Seespiegels durch den Anschluss an die Höhenpunkte bestimmt. Um die Ergebnisse zu beurteilen, wurden die Höhendifferenzen zweier Punkte (HP-SW zu HP-SE) aus dem Präzisionsnivellement und der Seespiegelfixierung verglichen. Abbildung 5 zeigt die Nivellementlinie und die verwendeten Höhenpunkte. Das Seeübergangsnivellement wurde an einem anderen Seeübergang durchgeführt.



Abb. 5: Nivellementlinien und Höhenübertragungen (Kartenmaterial © OpenStreetMap Beitragende)

Aus den Präzisionsnivellements ergab sich ein Höhenunterschied von - 8,5 mm. Durch die Seespiegelfixierung wurde eine Differenz von - 8,4 mm ermittelt. Die Differenz beider Verfahren beträgt 0,1 Millimeter. Dies zeugt von einer hohen erreichbaren Genauigkeit durch das verhältnismäßig einfache Verfahren der Seespiegelfixierung. Hinzu kommt der deutlich geringere Zeitaufwand. Natürlich ist die Anwendung beschränkt auf stehende Binnengewässer. Grundlage ist eine möglichst ruhige Wasseroberfläche.

Zurück in Dresden wurden ausführlichere Analysen und Vergleiche durchgeführt. Diese Ergebnisse wurden in zahlreichen Vorträgen vorgestellt.

Wie jedes Jahr wurde das Praktikum sehr positiv aufgenommen und wird wohl als ein Highlight des Masterstudiums in Erinnerung bleiben. Bereits während der Messungen wurden das Panorama und das gute Wetter genossen. Dennoch blieb nach Feierabend und am freien Tag genügend Zeit, um baden oder wandern zu gehen. Leider wird das diesjährige Praktikum wohl das letzte gewesen sein. Veränderte Rahmenbedingungen vor Ort lassen eine Fortführung im nächsten Jahr unwahrscheinlich erscheinen.

Felix Eberhard, Suhl

Master-Student (3. Master-Semester) an der TU Dresden

Besuch bei der Satellitenbildauswertungsfirma Spatial Business Integration in Darmstadt

Am Donnerstag, dem 18. Juni 2020, konnten zehn Mitglieder der DVW-Bezirksgruppe Darmstadt unter der Leitung von Herrn Onno Diddens die Spatial Business Integration GmbH besuchen.

Der Geschäftsführer Herr Dr. Jürgen Born begrüßte die interessierten DVW-Mitglieder um 16 Uhr unter Einhaltung der Corona-bedingten Hygiene- und Abstandsregeln und stellte seine Firma vor.

Er berichtete über den Status und die aktuellen Entwicklungen in der Satellitenfernerkundung für die Agrochemie, die Landwirtschaft und Versicherungen. Die Firma hat sehr viele ausländische Beschäftigte, die interdisziplinär zusammenarbeiten. Viele von ihnen sind Agrarwissenschaftler, GIS-Spezialisten und Physiker. Geodäten sind leider keine dabei. Es gibt derzeit zu wenige Absolventinnen und Absolventen, so Herr Dr. Born, der Personen dieser Disziplin auch einstellen würde. Die Bildauswertungsfirma ist im Business-to-Business (B2B)-Umfeld tätig und unterstützt andere Firmen mit ihren Dienstleistungen.



Abb. 1: Herr Dr. Born spricht vor den interessierten Teilnehmern.

Die Firma wertet sowohl optische Bilder als auch Radarbilder von Satelliten aus, die größtenteils über das Internet zur Verfügung gestellt werden. Radarbilder haben gegenüber den optischen Bildern den großen Vorteil, dass durch die Wolkenschicht „hindurchgesehen“ werden kann. Zudem gibt es monetäre Vorteile für Firmen sowie die Land- und Forstwirtschaft. In dieser Hinsicht erarbeitet sie Lösungen für ihre Kunden.

Dabei können auch Entwicklungen über einen längeren Zeitraum beobachtet und evaluiert werden. Die Analysen werden für Fruchtartenerkennung, Ertragsprognosen, zur Hagelschadenermittlung sowie zur Ermittlung von Trockenheiten und Pflanzenkrankheiten verwendet. Versicherungen haben an solchen Auswertungen großes Interesse.

Die Satellitendaten werden auch in der Landwirtschaft direkt eingesetzt, wie beispielweise für das Precision Farming, die Ermittlung von Bodeneigenschaften und des Feldpotenzials. Landwirte können

aus den Analysen eine gezielte Düngung für ihre Felder ableiten, was zum einen zu wirtschaftlichen Vorteilen, aber auch zum maßvollen Einsatz der Düngemittel führt.

Die Anwesenden zeigten sich sehr interessiert an den ausführlichen Darstellungen. Während der gesamten Veranstaltung wurden detaillierte Fragen gestellt, bei denen teilweise die „klassischen“ Techniken gegenübergestellt wurden.

Am Ende der Veranstaltung dankte der DVW-Bezirksgruppenvorsitzende Herrn Dr. Born für seine Ausführungen. Gegen 18:15 Uhr endete die Veranstaltung.

Onno Diddens, Heppenheim

Vorsitzender der Bezirksgruppe Darmstadt im DVW Hessen e.V.

Schnappschuss Geodäsie

Fotowettbewerb zum 150. Jubiläum des DVW e.V.



Der DVW wurde 1871 in Coburg als Deutscher Geometer-Verein gegründet. Im Jahr 2021 jährt sich dies zum 150. Mal.

Um dieses Jubiläum zu feiern, veranstaltet der DVW e.V. im Jubiläumsjahr 2021 einen Fotowettbewerb und wird die besten Fotos im Jahr 2022 in einem Jubiläums-Kalender präsentieren. Zeigen Sie mit Ihrem Schnappschuss, was die Welt der Geodäsie für Sie ausmacht. Ihre Bilder werden von der Online-Community bewertet. Die 12 besten Fotos werden vom DVW e.V. zum Festakt des 150. Jubiläums ausgestellt und für den Jubiläums-Kalender ausgewählt. Die drei besten Bilder werden besonders ausgezeichnet.

Seien Sie kreativ und machen Sie mit. Verewigen Sie sich mit Ihrem Schnappschuss Geodäsie im Jubiläums-Kalender des DVW e.V.!

Ihr DVW e.V.

Gesellschaft für Geodäsie, Geoinformation und Landmanagement

Buchbesprechungen

Wunderlich, Thomas A. (Hrsg.)

Ingenieurvermessung 20

Beiträge zum 19. Internationalen Ingenieurvermessungskurs München, 2020

2020, 502 Seiten, 170 mm x 240 mm, Broschur. Preis 68,00 EUR (Buch oder E-Book/PDF) bzw. 95,20 EUR (Kombi). Wichmann, eine Marke der VDE VERLAG GMBH, Berlin und Offenbach, www.vde-verlag.de. ISBN 978-3-87907-672-7 (Buch) bzw. ISBN 978-3-87907-673-4 (E-Book).

Der „Internationale Kurs für Ingenieurvermessung“ ist sicherlich die renommierteste Fortbildungsveranstaltung im deutschsprachigen Bereich für Themen aus der Ingenieurvermessung. Er richtet sich sowohl an Wissenschaftler als auch an Praktiker. Diese Veranstaltung weist eine lange Geschichte auf und wird im 3- bis 4-jährigen Turnus von der TU Graz, der TU München und der ETH Zürich im Wechsel ausgerichtet. Der diesjährige Kurs fand vom 3. - 6. März 2020 in München statt und bestand aus dem bewährten Konzept von Tutorien, Vorträgen und Posterpräsentationen. Die üblicherweise das Programm ergänzende Exkursion fand in diesem Jahr leider nicht statt. Traditionell werden die schriftlichen Ausarbeitungen der Vorträge und Präsentationen in einem Tagungsband veröffentlicht.

In dem vorliegenden Buch sind die insgesamt 38 Beiträge nach den vier Themenschwerpunkten der Tagung gegliedert:

- Sensorik
- Datenerfassung und -evaluierung
- Monitoring
- Ingenieurvermessung in der Praxis

Die Beiträge zeigen in ihrer Vielfalt wieder die aktuelle Breite der Ingenieurvermessung sowohl in der Praxis als auch in der Forschung. Der Schwerpunkt liegt eindeutig auf der Kombination verschiedener Sensoren zu Multisensorsystemen, die entweder stationär im Monitoring oder auch mobil im sogenannten Mobile Mapping eingesetzt werden. Bei den Beiträgen, die sich mit der Datenauswertung beschäftigen, und bei den Praxisprojekten stehen überwiegend die Arbeiten mit Punktwolken im Vordergrund. Dabei spielen sowohl Daten eine Rolle, die über Laserscanning gewonnen wurden, als auch Daten, die von kamerabasierten Systemen stammen, oder auch die Kombination aus beidem. Bei den Praxisbeispielen handelt es sich traditionell nicht um alltägliche Anwendungen, sondern um ausgefallenerere Beispiele, die aufzeigen, was mit der aktuellen Mess- und Auswertetechnik machbar ist.

Das Inhaltsverzeichnis kann eingesehen werden unter:

https://www.vde-verlag.de/buecher/ivz/9783879076727_INHALT_01.pdf

Dieser Tagungsband ist ideal für diejenigen Fachleute geeignet, die sich über aktuelle Entwicklungen in der Ingenieurvermessung auf dem Laufenden halten wollen und nicht persönlich am Kurs für Ingenieurvermessung teilnehmen konnten.

Dr. Rainer Fletling, Universität Kassel

Fachbereich Bauingenieur- und Umweltingenieurwesen

Das deutsche Vermessungs- und Geoinformationswesen 2020

Themenschwerpunkte:

Gesellschaftliche Verantwortung und institutionelles Gefüge, Aufgabenfelder und Wirkungsbereiche, Technische Netzwerke und Transfer, Forschung und Lehre

1280 Seiten, Festeinband, Preis 159,00 EUR (Buch oder E-Book) bzw. 222,60 EUR (Kombi). Wichmann, eine Marke der VDE VERLAG GMBH, Berlin und Offenbach, www.vde-verlag.de. ISBN 978-3-87907-676-5 (Buch) bzw. 978-3-87907-677-2 (E-Book).

Fünf Jahre nach dem Jahrbuch 2015 (siehe Rezension von Michael Osterhold in DVW-Mitteilungen Hessen-Thüringen Heft 2/2014, S. 54-55) ist nun die neue Ausgabe dieses Standardwerkes erschienen. Dabei wurde das bisherige Format mit den sechs Teilen A bis F grundsätzlich beibehalten, jedoch um die zwei nachfolgend genannten neuen Kapitel auf nunmehr 20 Kapitel erweitert:

- a) Erdbeobachtung als neues Kapitel 5 im Teil B „Aufgabenfelder und Wirkungsbereiche“,
- b) Digitale Transformation als neues Kapitel 15 im Teil C „Technische Netzwerke und Transfer“.

Die übrigen Kapitel wurden aktualisiert, wobei zum Teil die bisherige Autorenschaft durch neue Verfasserinnen und Verfasser ersetzt wurde. In den grundlegenden Teilen A bis D wurden nur die Kapitel 5 „Erdbeobachtung“ und 6 „Geodätischer Raumbezug“ durch einzelne Personen verfasst, alle übrigen durch Autorenteamen. Insgesamt ist der Umfang des Jahrbuchs gegenüber der Ausgabe 2015 um 36 Seiten angewachsen.

Im Vorwort der Herausgeber wird auf folgende Aktualisierungen besonders hingewiesen:

- a) auf die Darstellung der internationalen Zusammenarbeit in Kapitel 2,
- b) auf die Geodatenpolitik mit dem Ansatz „Open Government“ in Kapitel 3 und
- c) auf das „Building Information Modeling (BIM)“, das in mehrere Kapitel hineinwirkt (u.a. in die Kapitel 8, 15 und 17).

Das Buch ist seit 10 Jahren zurecht als „das Standardwerk“ im deutschen Vermessungs- und Geoinformationswesen etabliert. Den Herausgebern und Autoren des Jahrbuchs 2020 kann erneut ein großes Kompliment für diese neue Ausgabe ausgesprochen werden, ebenso dem Verlag für das hochwertige Layout und für die sehr gute Qualität der Abbildungen. Auch die umfangreichen Abkürzungs- und Stichwortverzeichnisse bieten eine verlässliche Hilfe bei gezielten Recherchen in den sehr vielfältigen Thematiken. Dennoch möchte ich nachfolgend einige Dinge konkret ansprechen, die man aus meiner Sicht durchaus noch verbessern kann. Oft handelt es sich dabei einfach um nachlässige Formulierungen im Kontext mit Fachtermini:

- Im Kapitel 1 wird die Messung der Erdanziehungskraft genannt, korrekt wäre Messung der Schwerebeschleunigung.
- Im neuen Kapitel 5 wird das europäische Satellitenprogramm Copernicus unzutreffend als Satellitensystem bezeichnet.
- Der Geodätische Raumbezug wird im Kapitel 6 unter neuer Autorenschaft dargestellt. Als wesentlichste Aktualisierungen seit 2015 sind die Einführung des integrierten geodätischen Raumbezugs 2016, das Referenzstationsnetz-Monitoring zur Überwachung des amtlichen geodätischen Bezugsrahmens ETRS89/DREF91 (R 2016) und die vereinzelte Nutzung der satellitengestützten Radarinterferometrie zur Aufdeckung von vertikalen Bodenbewegungen zu nennen. Im Gegenzug wurden die bisherigen Ausführungen aus dem Jahrbuch 2015 gekürzt. Leider haben sich im jetzigen Kapitel 6 auch einige Unschärfen eingeschlichen, was an zwei Beispielen kurz erläutert werden soll:

- o In der AdV-Richtlinie 2017 wurden in Kapitel 6 Abs. 2 die vom BKG angegebenen Genauigkeiten des Quasigeoidmodells GCG2016 als neuer Standard festgesetzt, der auch für künftige AdV-Quasigeoidmodelle gilt. Diese Kausalität sollte für das GCG2016 nicht umgekehrt dargestellt werden.
- o In Abschnitt 6.2 sind die Ausführungen zur Entstehung des Raumbezugs 2016, der bereits seit vier Jahren praktisch genutzt wird, vielfach noch im Präsens geschrieben. Dadurch wird nicht klar, was bereits umgesetzt und was noch in Arbeit ist.

Angesichts der sich abzeichnenden Weiterentwicklungen im integrierten Geodätischen Raumbezug, die in den Abschnitten 6.5.5 „Radarinterferometrie“ und 6.8 „Entwicklungstendenzen“ bereits angerissen werden, könnte man für die nächste Ausgabe des Jahrbuchs auch eine grundlegende Überarbeitung des Kapitels mit einer weiteren Hinwendung auf die Zukunftsthemen in Betracht ziehen.

- Kapitel 10 befasst sich mit dem Liegenschaftskataster und mit Liegenschaftsvermessungen. Aus meiner Warte kommt dabei die Darstellung der koordinatenbasierten Führung des Liegenschaftskatasters, die 1998 von der AdV in einem Strategiepapier behandelt wurde, mit allen ihren Vorteilen zu kurz. Zudem merke ich an, dass seitdem der frühere Begriff „Koordinatenkataster“ in Hessen nicht mehr verwendet wird, sondern konsequent durch den zutreffenderen Terminus „koordinatenbasiertes Liegenschaftskataster“ ersetzt wurde.

Im Abschnitt „Qualität als Topthema des Liegenschaftskatasters“ fehlen Ausführungen zur geometrischen Qualität, insbesondere zu den amtlichen Koordinaten der Grenz- und Gebäudepunkte sowie zu den daraus abgeleiteten Flurstücksflächen. Definiert man für den koordinatenbasierten Katasternachweis eine diesbezügliche Zielvorstellung, dann kann jene durch die Nutzung des *SAPOS*[®] bei der Ausführung von Liegenschaftsvermessungen nach und nach erreicht werden. In dieser Phase gehören auch Verbesserungen von Grenzpunkt-Koordinaten und Flurstücksflächen zu den Veränderungen, die die katasterführende Behörde von Amts wegen zur Qualitätsverbesserung vornehmen kann. Erfreulicherweise werden im späteren Kapitel 17 „Normung, Standardisierung und Qualitätssicherung“ im Abschnitt 17.4.1 „Qualitätssicherung“ völlig zurecht „Kampagnen zur Herstellung einer ausgeglichenen geometrischen Qualität der Liegenschaftsdaten“ ausdrücklich genannt.

- Städtebau und Flächenmanagement werden im Kapitel 13 sehr gut und kompetent dargestellt. Nur die Überschrift zu Abschnitt 13.5.7 ist etwas unglücklich formuliert, denn es geht an dieser Stelle um Modelle zur Baulandentwicklung und nicht um „Baulandmodelle“.
- Im Teil C „Technische Netzwerke und Transfer“ werden im Kapitel 17 die Themen Normung, Standardisierung und Qualitätssicherung behandelt, allerdings nur mit dem Fokus auf das Geoinformationswesen. Der Vermessungsbereich wird leider nicht erwähnt. Ich hätte mir im Sinne des Buchtitels gewünscht, dass an dieser Stelle auch die anderen Arbeitsausschüsse des DIN-Fachbereichs „Geodäsie, Geoinformation“ wenigstens kurz gestreift worden wären, in denen sich Vermessungsfachleute aller Couleur mit der Normung in den Bereichen Geodäsie (inklusive der Ingenieurgeodäsie), Photogrammetrie und Fernerkundung sowie Geodätische Instrumente und Geräte befassen. Aus geodätischer Sicht ist es allerdings erfreulich, dass im Abschnitt 17.4.2 „Qualität von Geodaten“ aus ISO 19113 die Positionsgenauigkeit und die zeitliche Genauigkeit ausdrücklich erwähnt werden.

Diese kritischen Anmerkungen sollen aber den überaus positiven Gesamteindruck des Buches nicht schmälern, zumal nur einzelne Abschnitte betroffen sind. Doch sie sollen an die hochgeschätzte Autorenschaft den Appell richten, die Bemühungen um klare und eindeutige Fachtermini sowie deren korrekte Verwendung nicht zu vernachlässigen, schon gar nicht in diesem einzigartigen und herausragenden Standardwerk des deutschen Vermessungs- und Geoinformationswesens!

Bernhard Heckmann, Niedernhausen

Bücherschau

zusammengestellt von Dipl.-Ing. Bernhard Heckmann, Niedernhausen

Die Schriftleitung hat in den vergangenen Monaten Informationen über zwei Neuerscheinungen erhalten, die nachfolgend angekündigt werden. Zudem wird noch ein drittes Buch aus dem Jahr 2016/2017 vorgestellt, das mir im Mai 2020 als Geschenk überreicht wurde und ein ungewöhnliches kartografisches Thema behandelt.

Kauer, Josef / Lehmkuhler, Hardy / Steinmann, Rasso (Hrsg.)

BIM & GIS

Grundlagen, Synergien und Best-Practice-Beispiele

2021, ca. 180 Seiten. 170 mm x 240 mm, Broschur. Preis ca. 32,00 EUR. VDE Verlag GmbH Berlin. www.wichmann-verlag.de. ISBN 978-3-87907-674-1. Dieser Titel wurde bereits im Mitteilungsheft 1/2020 für August 2020 angekündigt, erscheint aber erst im Februar 2021.

Sowohl BIM (Building Information Modelling) als auch GIS (Geoinformationssysteme) beschreiben die uns umgebende räumliche Welt in digitaler Form. Beide Welten existieren seit mehr als 30 Jahren. Die moderne IT ermöglicht nun erstmals die Symbiose von beiden Welten mit teilweise erstaunlichen Auswirkungen.

Das Buch führt sowohl in die Grundlagen von GIS als auch von BIM ein, zeigt auf, wie bessere Entscheidungen durch die kombinierte Nutzung beider Welten erzielt werden und wo es u. a. noch Handlungsbedarf in Deutschland gibt, um diese Mehrwerte zu heben. Untermuert wird der Buchinhalt durch internationale und nationale Best-Practice-Beispiele – dort wo die Synergien aus beiden Welten schon sichtbar werden.

Zimmermann, Jörg / Wunsch, Susanne

Eisenbahnbau

Handbuch Ingenieurgeodäsie

3., neu bearbeitete und erweiterte Auflage 2021, ca. 500 Seiten. 170 mm x 240 mm, Broschur, Preis ca. 84,00 EUR. VDE Verlag GmbH Berlin. www.wichmann-verlag.de. ISBN 978-3-87907-550-8. Dieser Titel erscheint im März 2021.

Der Band Eisenbahnbau bietet Fachleuten und Studierenden, die sich mit den umfangreichen und vielschichtigen vermessungstechnischen Arbeiten im Eisenbahnbau beschäftigen, eine ausführliche und verständliche Darstellung dieses Spezialgebiets. Folgende Themen werden u. a. behandelt: Gestaltung und Berechnung der Gleisgeometrie, Gleis- und Weichenberechnungen, Absteckung und Aufmessung von Bahnanlagen und Gleisrichtverfahren.

Die 3. Auflage ist auf den aktuellen Stand der Technik abgestimmt und berücksichtigt die Belange sowohl der Deutschen Bahn AG als auch der Schweizerischen Bundesbahnen (SBB) und der Österreichischen Bundesbahnen (ÖBB).

Das Lehrbuch wendet sich an Ingenieure aus dem Vermessungs-, GIS-, Bau- und Maschinenbaubereich, sowohl an die, die sich im Studium befinden, als auch an diejenigen, die ihr Wissen auffrischen möchten. Aber auch allen, die sich mit der Auswertung von Messdaten beschäftigen, bietet das Buch eine wertvolle Ergänzung ihrer Kenntnisse.

Edward Brooke-Hitching

Atlas der erfundenen Orte

Die größten Irrtümer und Lügen auf Landkarten

Titel der englischen Originalausgabe: The Phantom Atlas. The Greatest Myths, Lies and Blunders on Maps. Simon & Schuster 2016. © 2017 der deutschsprachigen Ausgabe: dtv Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG, München. 255 Seiten, Preis: 30,00 EUR. ISBN 978-3-423-28141-6.

Über den Inhalt dieses Buches wird auf dem Umschlag in zwei Sequenzen wie folgt informiert:

„Zu schön, um wahr zu sein. Quer durch die Jahrhunderte haben Kartografen vermeintliche Fakten fein säuberlich festgehalten, und manche dieser Phantome führten ein erstaunlich langes Leben. Warum werden geografische Orte aufgezeichnet, die es gar nicht gab? Die historischen Karten und großartigen Illustrationen ergeben zusammen mit spannenden Geschichten ein amüsantes Buch zum Blättern, Lernen und Staunen.“

„Hier wird eine Welt gezeigt, die so nie existierte – bestenfalls in den Köpfen der Leute, die mit großem Aufwand und höchstem handwerklichen Geschick Karten voller geheimnisvoller geografischer Phantome anfertigten. Sie verorteten nicht vorhandene Inseln, Berge und Flüsse, ja, komplette Kontinente und bevölkerten sie mit den erstaunlichsten Lebewesen und Ungeheuern. Und was erst einmal auf einer Karte war, blieb dort auch meist über viele Jahre, oft Jahrhunderte. Noch 1875 waren auf einer offiziellen Karte der Royal Navy nicht weniger als 123 Inseln im Nordpazifik verzeichnet, die es de facto nie gegeben hat. Dabei handelte es sich allerdings nicht nur um Irrtümer. Einige der Phantome waren einfach frech erfunden. Die skurrilsten und zählebigsten hat der Autor hier zusammengetragen. So kann sich der Leser den Forschern und vermeintlichen Entdeckern an die Fersen heften und sich dabei auf eine sehr vergnügliche Reise gefasst machen.“

Zu den etwa 60 aufgeführten fiktiven Orten zählen u.a.: Atlantis, Australiens Binnenmeer, die Insel Buss zwischen Island und Grönland, die Kassiteriden-Inseln südlich von Irland, El Dorado, die Kong-Berge und die Mond-Berge in Afrika, das Königreich des Priesters Johannes (Presbyter Johann) in Afrika, der Magnetberg am Nordpol, die Sankt-Brendan-Insel westlich der Kanaren, Thule südöstlich von Grönland und Vineta, die sagenumwobene versunkene Stadt an der vorpommerschen Ostseeküste.

Das Kapitel „Die Geschöpfe der Liber Chronicarum aus Nürnberg (Nürnberger Chronik)“ berührt Deutschland. Die Nürnberger Chronik ist eine illustrierte Darstellung der christlichen Weltgeschichte von der Schöpfung bis zur Zeit ihres Erscheinens. Sie ist das Hauptwerk des deutschen Arztes und Historikers Hartmann Schedel und erschien erstmals 1493 in einer lateinischen und einer deutschen Fassung. In diesem Kapitel ist auch eine frühe vereinfachte Weltkarte mit den drei Kontinenten Asien, Afrika und Europa abgebildet, die sich Noahs Söhne Sem, Ham und Japhet untereinander aufteilen.

Aus geodätischer Sicht ist zweifellos das Kapitel „Die Erde ist eine Scheibe“ das „Haarsträubendste“. Hieraus sei zunächst der erste Absatz zitiert (Seite 102):

„Während uns die Wissenschaft einzureden versucht, die Erde sei eine Kugel und drehe sich wie verrückt um die Sonne, wurde 1893 (!) die untenstehende (hier nicht dargestellte Welt-) Karte von Prof. Orlando Ferguson aus Hot Springs, South Dakota, gedruckt, um zu demonstrieren, dass die Erde in Wirklichkeit fest verankert und viereckig ist. Ferguson und seine Mitstreiter gründen ihre alternative Geodäsie (!) auf die Heilige Schrift, wo es z.B. in der Offenbarung des Johannes (7:1) heißt: „Und danach sah ich vier Engel stehen auf den vier Ecken der Erde ...“. Der Spruch schmückt auch heute noch die Homepage der Internationalen Square Earth Society.“

Das Kapitel endet auf Seite 105 mit dem Satz: *„Spätestens die Weltumrundungen des 16. Jahrhunderts hätten dem Spuk ein Ende bereiten müssen, aber wie man an dem unerschütterlichen (und geschäftstüchtigen) Professor Ferguson sieht, lässt sich der Unsinn nie ganz aus der Welt schaffen.“*



Kurznachrichten und Mitteilungen aus den Landesvereinen

Hessen und Thüringen

DVW Hessen-Mitteilungen, 71. Jahrgang 2020 (Hessen)
DVW Thüringen-Mitteilungen, 31. Jahrgang 2020 (Thüringen)

Aus dem Landesverein DVW Hessen e.V.
mitgeteilt von Dipl.-Ing. Susann Müller, Schöneck

Mitgliederbrief des Vorsitzenden vom Oktober 2020

Liebe Mitglieder im DVW Hessen e.V.,

ich möchte Sie heute über das weitere Vorgehen hinsichtlich unserer diesjährigen Mitgliederversammlung informieren.

Unsere Tagungsstätte in Gelnhausen nimmt für dieses Jahr keine Buchungen von „Externen“ für all ihre Räumlichkeiten an. In meinem Heimatkreis ist die Anzahl der Personen, die sich „treffen“ dürfen, aufgrund der Inzidenz im Kreis aktuell gesenkt worden. Die Zahlen in Deutschland und in Hessen steigen wieder an. Wir haben somit weiterhin keine Planungssicherheit für die Durchführung unserer Mitgliederversammlung, zu der wir satzungsgemäß vier Wochen vorher unter Benennung des Ortes, Zeitpunkts und der Tagesordnung einladen müssen.

Im Februar hat der Vorstandsrat unseres Vereins glücklicherweise noch getagt. Der Vorstand berichtete über die Aktivitäten 2019 und hat den Haushaltsvoranschlag für 2020 vorgestellt, der vom Vorstandsrat mitgetragen wurde. Der Vorstand hat zudem im ersten Mitteilungsheft des Jahres die Mitglieder über die wesentlichen Punkte der Vereinsarbeit im Jahr 2019 informiert. Die Kassenprüfung durch die Kassenprüfer für 2019 ist ebenfalls erfolgt und wurde ohne Beanstandungen abgeschlossen. In diesem Jahr stehen zudem keine Vorstandswahlen an. Die finanzielle Situation des DVW Hessen ist auch in der aktuellen Situation solide, da sich der DVW Hessen im Wesentlichen durch Ihre Mitgliedsbeiträge finanziert und keine laufenden Kosten bedienen muss. Es bestand und besteht keine Notwendigkeit, Unterstützungen zu beantragen.

Unsere Angebote an unsere Mitglieder leiden allerdings unter den aktuellen Einschränkungen, wie beispielsweise durch die Verlegung der Fachtagung deutlich wird. Wir bieten jedoch im November wieder ein Seminar an, zu dem Sie auf unserer Homepage die Informationen einholen können. Überdies wird der Vorstand am Mittwoch, 14.10.2020, von 9:30 bis 10:30 Uhr unter dem Motto / Titel „Der DVW Hessen e. V. trifft sich mit interessierten Mitgliedern und solchen, die es werden wollen!“ auf der INTERGEO digital 2020 am DVW-Stand für Sie erreichbar sein. Für den Besuch benötigen Sie mindestens ein Expo-Ticket (Gutscheincode: IG20-Community). Der Zugang erfolgt über die INTERGEO-Homepage. Wir freuen uns auf ein Treffen mit Ihnen.

Für 2021 planen wir aktuell die „Neuaufgabe“ der Fachtagung in Gelnhausen. Den Tagungsraum für unsere Mitgliederversammlung können wir auch dann nicht buchen und werden daher auf den BarbarossaSaal, in dem auch die Fachtagung stattfindet, zurückgreifen. Damit sollte in jedem Fall für die Mitgliederversammlung genügend Platz zur Verfügung stehen. Falls sich auch bis dahin die Situation nicht entspannt, beabsichtigen wir, die Mitgliederversammlung in den wärmeren Monaten des Jahres 2021 im Freien anzubieten. Wir halten Sie auf dem Laufenden.

Der Vorstand beabsichtigt, die Mitgliederversammlung 2020 im Jahr 2021 für zwei Jahre zusammenzufassen. Wir hoffen auf Ihr Vertrauen und dass Sie den Rückgriff auf den Vorstandsrat sowie die Kassenprüfer als Garanten für unser satzungsgemäßes Handeln im Jahr 2019 mittragen.

Mit den besten Grüßen und bleiben Sie gesund

Mario Friehl

DVW e.V. goes Instagram - Folgen Sie uns!

Anlässlich des Jubiläums "150 Jahre DVW" hat der DVW e.V. einen eigenen Kanal auf Instagram gestartet, der zusätzlich zu den bestehenden Kanälen spannende Einblicke in die Welt der Geodäsie, Geoinformation und des Landmanagements geben wird. Damit wird der DVW e.V. die vielfältigen geodätischen Themen auch auf dieser wichtigen Social-Media-Plattform fortan präsentieren, die in Deutschland immerhin 21 Millionen Nutzerinnen und Nutzer hat – weltweit sind es über eine Milliarde. Instagram erfreut sich gerade bei jungen Menschen besonderer Beliebtheit – 90 Prozent der Nutzerinnen und Nutzer sind jünger als 35 Jahre. Vor diesem Hintergrund ist die Einrichtung eines eigenen DVW-Profiles auf Instagram folgerichtig. Das DVW-Instagramprofil wird künftig über visuell ansprechende Fotos oder Kurzvideos mit entsprechenden Inhalten aus dem DVW und dem geodätischen Alltag berichten.

Jetzt heißt es: @dvw_ev - Folgen Sie uns auf Instagram!

Digital, interaktiv, international – INTERGEO Digital mit erfolgreicher Premiere

Die Zahlen sprechen für sich: Die INTERGEO.digital ist mit über 330.000 Interaktionen an den digitalen Touchpoints zu Ende gegangen. Das bedeutet im Detail: Rund 12.000 Teilnehmer legten ihr digitales Profil an. Die Verweildauer lag in der Spitze bei bis zu 5,5 Stunden pro Teilnehmer. Die Erreichbarkeit der internationalen Teilnehmer konnte deutlich gesteigert werden. Besucher aus 153 Ländern waren dabei. Die Top 10 der Herkunftsländer waren Deutschland, USA, Schweiz, Großbritannien, Österreich, Russland, China, Italien, Frankreich und Japan. Die Live-Moderation in der INTERGEO EXPO LOUNGE erreichte rund 300.000 Minuten Wiedergabezeit. Zu Gast waren internationale Fachexperten und Aussteller, die rund um den Globus zugeschaltet waren.

Der DVW Hessen bot seinen Mitgliedern ebenfalls eine Plattform zum digitalen Austausch an, die auch von einigen nicht-hessischen Mitgliedern genutzt wurde. In den besonderen Zeiten ist es gelungen, eine alternative Form der Kommunikation erfolgreich zu etablieren.

Neues vom DVW e.V.

Ab dem 01.01.2021 fungieren Herr Frank Friesecke und Frau Susanne Kleemann als neue DVW-Vize-Präsidenten. Sie treten die Nachfolge von Herrn Thomas Paul an.

Herr Ullrich Dieckmann übernimmt die Position des Schatzmeisters als Nachfolger von Frau Susanne Kleemann ebenfalls zum 01.01.2021.

Einweihung eines neuen Gebäudekomplexes an der TH Darmstadt vor 125 Jahren

Am 27. Oktober 1895 wurden in Darmstadt in einem Festakt mehrere neue Gebäude für die damalige Technische Hochschule (TH, heute TU) am Herrngarten eingeweiht. Diese Gebäude sind bis heute erhalten und insbesondere das markante „Alte Hauptgebäude“, das nach Plänen des Architekten Heinrich Wagner entstanden ist, bildet auch heute noch das Zentrum des Universitätsquartiers an der Hochschulstraße. An die Einweihung vor 125 Jahren erinnerte der Artikel „Fackelzug und Reden zur feierlichen Eröffnung“ von Annette Wannemacher-Saal im Darmstädter Echo vom 21.10.2020, der mir von unserem geschätzten Vereinsmitglied Dipl.-Ing. Frank Backes aus Pfungstadt zur Verfügung gestellt wurde.

Bei dieser Gelegenheit soll darauf hingewiesen werden, dass an der östlichen Seitenfront des „Alten Hauptgebäudes“ auch zwei Gründerväter der TU Darmstadt verewigt sind, die wohlbekannten hessischen Geodäten Ludwig Johann Schleiermacher (28. Mai 1785 – 13. Februar 1844) und Christian Leonhard Philipp Eckhardt (1. Juli 1784 – 20. Dezember 1866). Hierzu sind noch einige Fotos angefügt, die ich im Januar 2019 aufgenommen habe.



Die Ostfassade des Alten Hauptgebäudes (Bild links) mit den von Lorbeerkränzen umrahmten Köpfen von L. Schleiermacher (rechtes Bild, links) und Chr. Eckhardt (rechtes Bild, rechts). Dazwischen das prägnante Leitmotiv „Wissen und Können“.



Ludwig Schleiermacher



„Wissen und Können“



Christian Eckhardt

mitgeteilt von Bernhard Heckmann, Niedernhausen

Schriftleiter Bernhard Heckmann verabschiedet sich in den (Un-)Ruhestand

Ende November 2020 beendete Bernhard Heckmann seine berufliche Laufbahn in der Hessischen Verwaltung für Bodenmanagement und Geoinformation (HVBG), in die er im Juli 1981 als Referendar eintrat. Nach der Großen Staatsprüfung war er in verschiedenen Funktionen in allen Ebenen der Verwaltung (Katasteramt, Landesamt, Ministerium) tätig. Zuletzt hat er beim Hessischen Landesamt für Bodenmanagement und Geoinformation (HLBG) das Dezernat „Geodätischer Raumbezug“ geleitet und war gleichzeitig stellvertretender Abteilungsleiter. Zudem war Bernhard Heckmann mehr als 20 Jahre lang im Prüfungsausschuss für den gehobenen technischen Dienst und als Koordinator der Obleute für historische Grenzsteine engagiert. Für den AK Raumbezug der AdV hat er seit 2010 im DIN-Arbeitsausschuss „Geodäsie“ aktiv mitgewirkt. Mit dem Eintritt in den Ruhestand geht für ihn ein wichtiger Lebensabschnitt zu Ende.



Dem DVW Hessen bleibt Bernhard Heckmann jedoch als Schriftleiter der Mitteilungen der DVW-Landesvereine Hessen e.V. und Thüringen e.V. erhalten. Diese Funktion hat er Ende 2005 von Herrn Friedel Kern übernommen und füllt diese Aufgabe seitdem mit großer Hingabe aus.

An dieser Stelle danken wir unserem langjährigen Vereinsmitglied (seit 1984) für seinen Einsatz und hoffen, dass er dem DVW Hessen noch lange mit viel Freude und Engagement erhalten bleibt.

Susann Müller, stellv. Vorsitzende

Mitgliederentwicklung im DVW Hessen

Der DVW Hessen e.V. verzichtet aufgrund der Europäischen Datenschutzgrundverordnung bis auf weiteres auf die Bekanntgabe personenbezogener Daten im Mitteilungsheft. Sollte es eine datenschutzrechtskonforme Möglichkeit geben, die eine Veröffentlichung der Daten in analoger und digitaler Form wieder zulässt, werden wir die personenbezogenen Daten wieder veröffentlichen.

Der DVW Hessen e.V. gratuliert seinen Jubilaren zu ihrem Ehrentag und wünscht ihnen für das neue Lebensjahr alles Gute.

Ab 2020 möchte der DVW Hessen e.V. seine Vereinsmitglieder, die 25, 40 bzw. 50 Jahre im DVW Mitglied sind, ehren. 2020, bedingt durch die Einschränkungen wegen Corona, werden wir die Auszeichnungen per Post verschicken. Ab 2021 hoffen wir, dass wir die Ehrungen persönlich bei den Mitgliederversammlungen überreichen können. Der DVW Hessen e.V. bedankt sich bei seinen Mitgliedern für die langjährige Treue zum Verein.

Nach dem 01.07.2020 haben wir erfahren, dass unsere Vereinsmitglieder Willi Cöster, Hartmut Boyn, Christoph Neiß (bereits Ende 2018), Bernd Diehl, Georg-Ernst Breithaupt und Willi Sommer verstorben sind, ebenso unser ehemaliges Vereinsmitglied Dr. Robert Strauß. Wir bedauern den Tod unserer geschätzten Vereinsmitglieder und werden ihnen ein ehrendes Andenken bewahren.

Der DVW Hessen e.V. freut sich über drei neue Mitglieder. Wir hoffen, dass sich unsere neuen Mitglieder im Verein wohlfühlen und die Vereinsarbeit aktiv mitgestalten werden.

Aus dem Landesverein DVW Thüringen e.V.
mitgeteilt von Dipl.-Ing. Michael Osterhold, Erfurt

Neue Anschrift der Geschäftsstelle des DVW Thüringen e.V.

Seit dem 1. Januar 2013 war die Geschäftsstelle des DVW Thüringen e.V. bei der Thüringer Landgesellschaft mbH in Erfurt angesiedelt, bei der auch unsere Schatzmeisterin, Frau Katharina Koch beschäftigt war. Da Frau Koch seit 2020 im TLBG in Erfurt angestellt ist, ist es angezeigt, den Sitz der Geschäftsstelle zum **1. Februar 2021** zu verlegen. Die neue Anschrift lautet:

DVW Thüringen e. V.

c/o Katharina Koch

Am Feldrain 4

99095 Erfurt

Wir danken der Thüringer Landgesellschaft und hier insbesondere dem Geschäftsführer Herrn Dr. Alexander Schmidtke für das Entgegenkommen und die freundliche Unterstützung in den vergangenen acht Jahren.

Mitgliederentwicklung und runde Geburtstage von Vereinsmitgliedern

Die Mitgliederzahl im DVW Thüringen e.V. ist gleichbleibend. Derzeit zählen wir 244 Mitglieder. Allerdings werden uns voraussichtlich zwei Mitglieder zum Jahresende verlassen.

Im zweiten Halbjahr 2020 bekam der Landesverein Zuwachs. Frau Andrea Földner-Hinderer und Herr Martin Hinderer sind vom DVW Hessen nach Thüringen gewechselt. Der Vorstand begrüßt sie herzlich und wünscht ihnen alles Gute.

Im kommenden ersten Halbjahr 2021 werden nachstehende runde Geburtstage gefeiert:

85 Jahre	65 Jahre	60 Jahre	50 Jahre
Roland Cacitti	Jürgen Bachmann Frank Fielitz Lothar Heddergott Kornelia Karnahl Joachim Volter	Dr. Thomas Drenda Uwe Köhler Olaf Krech Thomas Liebetrau Peter Wilke Steffen Wöckel Falk Zimmanyi	Steffi Orth

Allen vorgenannten Jubilaren gilt unser herzlicher Glückwunsch zum Ehrentag sowie alles Gute im weiteren persönlichen bzw. beruflichen Leben.

Zu guter Letzt – die Erstbesteigung der Zugspitze vor 200 Jahren

Die erste nachgewiesene Besteigung der Zugspitze, dem mit 2962 m höchsten Berg Deutschlands, gelang am 27. August 1820 durch den Tiroler Vermessungstechniker Josef Naus (* 29. August 1793 in Lechaschau, nach anderen Angaben in Reutte, † 6. September 1871 in Ulm). Die nachfolgende Zeichnung von H. v. Aggenstein (Quelle: Wikipedia) zeigt ihn im Jahr 1824.

Josef Naus war der Sohn eines Richters und studierte als junger Mann Vermessungstechnik. 1813 trat er in die bayerische Armee ein und nahm als Unterleutnant an den Befreiungskriegen 1814/15 gegen Napoleon teil. Anschließend trat er dem Königlichen Topographischen Büro bei. Im Dienst des bayerischen Königs Maximilian I. hatte er 1820 mit einer Gruppe von weiteren Offizieren und Gemeinen den Auftrag, im Werdenfeller Land die Karte für den Topographischen Atlas von Bayern zu erstellen. In diesem Gebiet lag auch die Zugspitze, die damals als unbesteigbar und von Geistern heimgesucht galt. Dass Naus den Aufstieg dennoch wagte, dürfte einen vermessungstechnischen Hintergrund gehabt haben.



Am 27. August 1820 brach Naus gegen 4 Uhr in Begleitung des Hauptmanns von Jeetze, des Leutnants Anlitscheck, des Bergführers Johann Georg Tauschl und des Messgehilfen Maier zur Zugspitze auf. Der erste Versuch misslang, wonach seine beiden Militär-Kameraden den Rückweg antraten. Doch er wagte noch einen zweiten Versuch über eine andere Route. Um 11:45 Uhr gelang ihm nach achttündigem Aufstieg sowie „einigen Lebensgefahren und außerordentlichen Mühen“ die erste nachgewiesene Besteigung der Zugspitze. Dem königlichen Auftrag zur Vermessung von Deutschlands höchstem Berg konnte er allerdings nicht mehr nachkommen, denn ein heftiges Gewitter zwang Naus und seine beiden Begleiter bereits nach 5 Minuten zum übereilten Abstieg. Er konnte den Gipfel zuvor nur mit einem Stock und einem roten Sacktuch signalisieren, was gleichzeitig als Beweis für die Besteigung diente.

Naus blieb zeitlebens beim bayerischen Militär und wurde 1824 zum Oberleutnant ernannt. 1851 wurde er zum Generalmajor befördert und als Kommandant der dortigen kaiserlichen Festung nach Ulm geschickt. Naus war Vater zweier Töchter und ging 1857 in den Ruhestand. Doch 1866 wurde er wieder reaktiviert und zum Generalquartiermeister und Leiter des Vermessungsamtes in Ulm ernannt.

Ob Josef Naus tatsächlich der erste Mensch auf der Zugspitze war, ist seit 2006 mit einem Fragezeichen versehen. Damals wurde eine historische Karte aus dem 18. Jahrhundert wiederentdeckt, in dem die Zugspitze und ein Steig bis zum Gipfel eingetragen sind. Doch die erste nachgewiesene Besteigung ist zweifelsfrei einem Tiroler Vermessungstechniker in bayerischem Militärdienst gelungen!

Quellenangaben

[1] Nassauische Neue Presse vom 27. August 2020: Flohbisse und „einige Lebensgefahren“ – Vor 200 Jahren gelang dem Tiroler Vermessungstechniker Josef Naus die Erstbesteigung der Zugspitze. *An dieser Stelle ein herzliches Dankeschön an unser geschätztes Vereinsmitglied Herrn Dipl.-Ing. Heinrich Bachmann aus Beselich-Heckholzhausen, der dem Schriftleiter diesen Zeitungsartikel mit der Anregung zur Weiterverwendung in der Rubrik „Zu guter Letzt“ zugesendet hat.*

[2] Josef Naus - Wikipedia (Aufruf am 06.12.2020)

[3] https://www.deutschlandfunk.de/vor-200-jahren-als-josef-naus-die-zugspitze-erkloimm.871.de.html?dram:article_id=482

[4] 27.8.1820: Der Vermesser Josef Naus besteigt die Zugspitze - SWR2

mitgeteilt von Bernhard Heckmann, Niedernhausen

