

DIETHELM WEBER

DAS IST DIE HÖHE!

BAYERISCHES LANDESVERMESSUNGSAMT MÜNCHEN



Höhenmessungen

des Bayerischen Landesvermessungsamts

Sonderdruck

aus der

Festschrift zum 200-jährigen Bestehen

der

Bayerischen Vermessungsverwaltung

Juni 2001

Die Festschrift mit 38 Beiträgen zum Vermessungswesen in Bayern
ist erhältlich beim Bayerischen Landesvermessungsamt

ISBN 3-935612-01-X

Bayerisches Landesvermessungsamt

Alexandrastraße 4
80538 München

E-Mail: poststelle@blva.bayern.de
<http://www.bayern.de/vermessung>

Gruppe „Nivellement und Schweremessung“
Telefon: (089) 2129-1209
Fax: (089) 2129-1210

Das ist die Höhe!

VON DIETHELM WEBER, MÜNCHEN

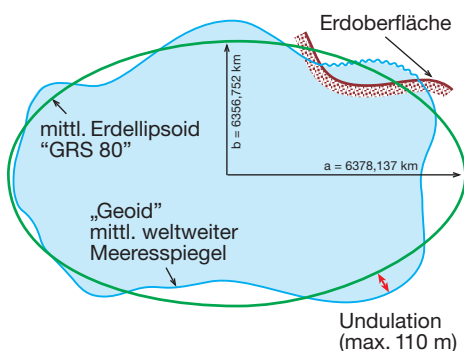
Die Gruppe Nivellement und Schwere-messung des Bayerischen Landesver-messungsamts (BLVA) erhält häufig Anfragen zu Grundbegriffen der Höhen-messung. Im Folgenden wird daher ver-sucht, einige öfter wiederkehrende Fra-gen ohne Formeln oder Fachausdrücke zu klären.

Was sind Höhen?

Unter der Höhe eines Vermessungspunktes versteht man seinen Abstand von einer (grundsätzlich) frei wählbaren Höhen-bezugsfläche. Zwei grundlegend verschie-dene Arten von Höhenbezugsflächen sind von Bedeutung:

- Erdellipsoide (Rotationsellipsoide), als mathematisch/geometrisch definierte Bezugsflächen
- unter dem Festland fortgesetzt gedachte mittlere Meeresspiegel, als physika-lisch definierte Bezugsflächen

Nur Höhen, die sich auf physikalische Be-zugsflächen beziehen, entsprechen den natürlichen Vorstellungen von höher oder gleich hoch. Jede in Ruhe befindliche Ge-wässeroberfläche entspricht exakt einem Ausschnitt einer derartigen Bezugsfläche



Natürliche Höhen haben als Bezugsfläche das Geoid oder eine „Parallelfäche“ hierzu; ein Rotationsellipsoid ist die Bezugsfläche für ellipsoidische Höhen. Undulationen sind die ortsabhängigen Abstände zwischen zwei verschiedenen Bezugsflächen.

oder einer „Parallelfäche“ hierzu. Diese (global betrachtet) kartoffelähnlich aus-sehenden Flächen sind im physikalischen Sinn Flächen gleichen Schwerepotentials oder (vereinfachend) Flächen gleicher potentieller Energie. Die Höhen werden als natürliche Höhen oder Meereshöhen bezeichnet.

Was ist ein Höhensystem?

Höhen über einer physikalischen Bezugs-fläche lassen sich nicht direkt messen, lediglich Höhenunterschiede zwischen Punkten sind messbar. Deshalb benötigt man am Beginn von Höhenmessungen einen Ausgangs- oder Nullpunkt. Der weitere Verlauf einer Höhenbezugsfläche unter dem Festland muss vermessungs-technisch definiert und durch Höhenan-gaben für Punkte an der Erdoberfläche realisiert werden, was man als Festle-gung eines Höhensystems bezeichnet. Bestandteile eines physikalischen Höhen-systems sind somit:

- ein Nullpunkt (meist Pegelpunkt)
- konkrete Nivellements und (bei großen und genauen Arbeiten zusätzlich) Schweremessungen
- eine Rechenvorschrift (Höhendefiniti-on), nach der die Höhen zu berechnen sind
- Festpunkte als dauerhafte Realisierung des Höhensystems in dem betreffen- den Gebiet (nach deren Einmessung wird der Nullpunkt bedeutungslos)

Was bedeutet Normalnull (NN)?

Normalnull (NN) ist die Bezeichnung für eine physikalische Höhenbezugsfläche, die jedoch (ohne zusätzliche Angabe ei- nes Höhensystems) in ihrer Höhenlage nur auf einige Dezimeter definiert ist.

Der Begriff Normalnull wurde nämlich in mehreren Höhensystemen verwendet, in Bayern im so genannten Vorläufigen System und im Deutschen Haupthöhennetz 1912 (DHHN 12), das früher als Neues System bezeichnet wurde .

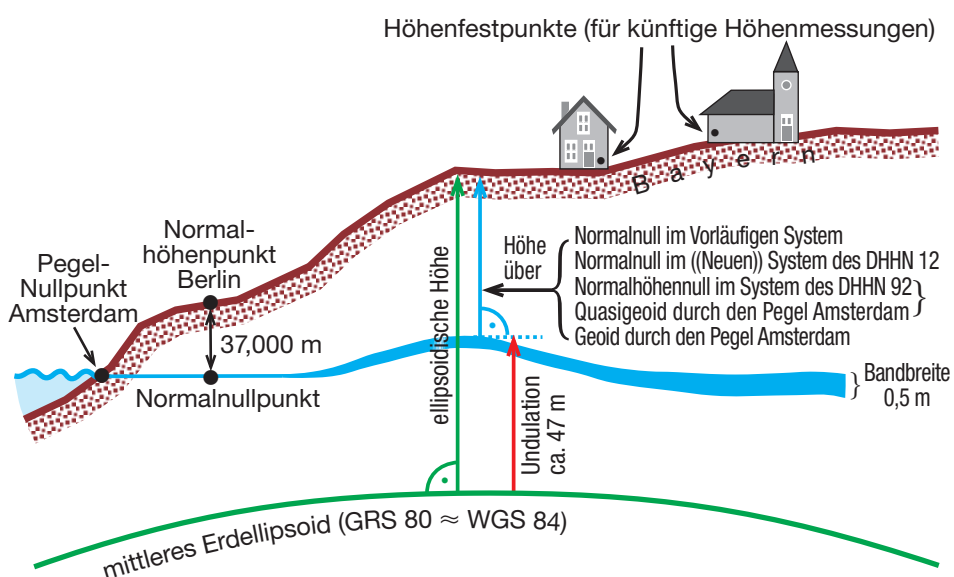
Die zu den erwähnten Systemen gehörenden Höhenbezugsflächen „Normalnull“ verlaufen zwar alle durch den „Normalnullpunkt“ in Berlin, jedoch in einiger Entfernung von Berlin weichen sie deutlich voneinander ab. Der Normalnullpunkt ist ein fiktiver Punkt, der im Jahre 1879 zu 37,000 m unterhalb des (an der Sternwarte in Berlin) markierten „Normalhöhenpunktes“ definiert wurde. Die gesetzlich festgelegte Höhe des Normalhöhenpunktes von „37,000 m über NN“ entsprach dem kurz zuvor durch Nivellement ermittelten Höhenunterschied zum Nullpunkt des Amsterdamer Pegels. Amsterdam (das damals noch nicht durch Landgewinnungsmaßnahmen von der Nordsee abgeschnitten war) wurde gewählt, da dort regelmäßige Wasserstandsmessungen seit dem 17. Jahrhun-

dert vorlagen, was keine Küstenstadt in Deutschland vorweisen konnte.

Der Nullpunkt des Pegels Amsterdam befand sich am Ende des 17. Jahrhunderts in Höhe des mittleren Tidehochwassers, das damals 17 cm über dem mittleren Wasserstand lag. Diese Hochwassermarkierung war an mehreren Schleusen Amsterdams angebracht, um sie bei Tidehochwasser zu schließen und durch Öffnung bei Niedrigwasser optimalen Fäkalienabfluss zu erreichen. Der niederländische „Meetkundige Dienst“ hat ermittelt, dass der heutige mittlere Meeresspiegel an der niederländischen Nordseeküste ziemlich genau der Höhe des Pegelnullpunktes vor etwa drei Jahrhunderten entspricht [1]. Diese relative Höhenänderung kann durch eine Wasserspiegelhebung (um ca. 17 cm) oder eine Küstensenkung verursacht sein.

Was ist ein Geoid?

Bisweilen werden auch die Begriffe „Höhen über dem Geoid“ bzw. „Quasigeoid“ benutzt. Beide sind wissenschaftlich-theoretische Bezeichnungen für den mitt-



Die Höhenbezugsfläche „Normalnull“ (NN) ist ohne zusätzliche Angabe eines Höhensystems nur auf einige Dezimeter genau definiert.

leren weltweiten Meeresspiegel und seine (etwas unterschiedlich berechneten) Fortsetzungen unter dem Festland. Beim Geoid (Fläche gleicher potentieller Energie) wird dabei die orthometrische Höhendefinition und beim Quasigeoid die Normalhöhendefinition nach Molodenski verwendet (Differenz innerhalb Deutschlands maximal 0,3 m; zu Höhendefinitionen siehe z. B. [2]).

Der mittlere globale Wasserspiegel lässt sich jedoch nicht einmal mit Meter-Genauigkeit feststellen. Wenn bisweilen von einem Geoid gesprochen wird, das durch einen bestimmten Pegelpunkt verläuft, so ist hierunter lediglich eine „Parallelfläche“ zum globalen Geoid zu verstehen. Pikanterweise sind jedoch die Flächen gleicher potentieller Energie der Erde nicht exakt parallel zueinander.

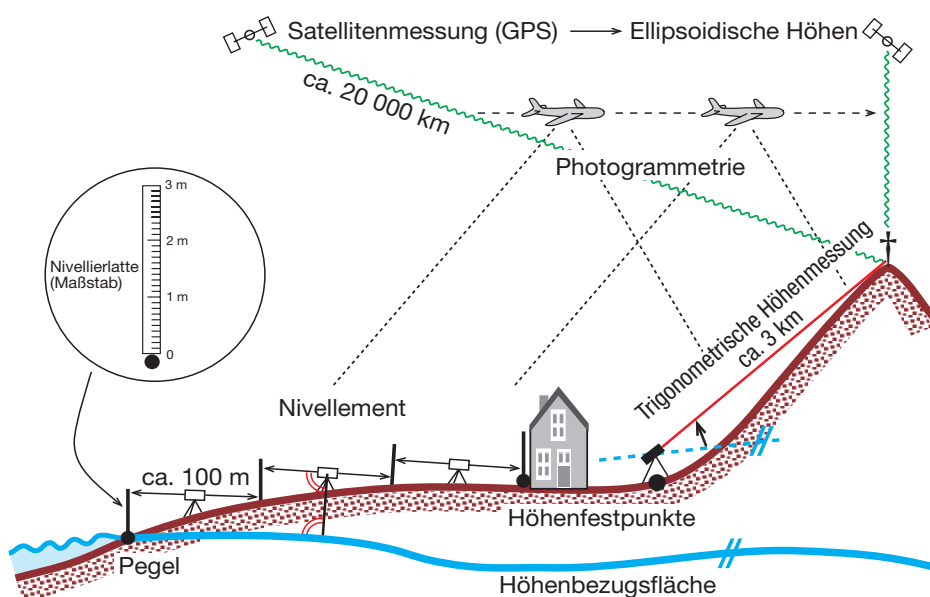
Wie kann man Höhen messen?

Höhen über einem Erdellipsoid (genauer: Höhenunterschiede zwischen Punkten)

lassen sich seit der Inbetriebnahme von GPS-Satelliten bestimmen. Eine einmalige Messung über eine Entfernung von einem Kilometer dauert nur wenige Minuten und liefert Werte, die eine Genauigkeit von etwa einem halben Dezimeter haben. Mit Hilfe von Undulationen, die exakt zu dem verwendeten Ellipsoid und der physikalischen Höhenbezugsfläche passen müssen, lassen sich ellipsoidische Höhen in Meereshöhen umrechnen.

Genau natürliche Höhen werden grundsätzlich durch Nivellement bestimmt. Das Nivellementverfahren kann man sich vorstellen als fortgesetztes Anlegen einer ca. 100 m langen Wasserwaage an die Erdoberfläche.

Ein einfach gemessenes Nivellement von einem Kilometer Länge dauert weniger als eine Stunde und liefert Werte, die etwa Millimeter-Genauigkeit aufweisen. Da das Landesvermessungsamt entlang von Nivellementlinien durchschnittlich alle 300 Meter einen Höhenfestpunkt festlegt, entstehen entlang eines Mess-



Beispiele für verschiedene Verfahren der Höhenmessung. Durch Nivellement werden Höhenfestpunkte für nachfolgende Vermessungen bestimmt.

	natürliche Höhen „Meereshöhen“	„Mischhöhen“ zur Interpolation zwischen Ausgangspunkten geeignet					Höhen über einem Ellipsoid
Messverfahren	Nivellement (und Schwere messung)	Trigonometrische Höhenmessung	Tachymetrie	Barometer (Hypsometer-) messung	Photo- grammetrie	Laser- (Radar-) scanning	Satelliten- vermessung „GPS“
Messprinzip	„fortgesetzte 100 m lange Wasserwaage“	Höhenwinkel- und (ggf. indirekte) Streckenmessung		Messung von Luftdruck- unterschieden	Strecken und Winkelmessung Flugzeug - Boden		Messung der Strecken zu den Satelliten sowie die zeitl. Änderung
Genauigkeit über 1 km	Präzisionsniv. 1 mm	bei günstiger Verteilung der Ausgangspunkte					je nach Messdauer 0,5 bis 5 cm
		5 cm	30 cm	2 m	20 cm	30 cm	
hauptsächliche Verwendung für	Schaffung von Ausgangspunkten; Wasserwirtschaft, Stadthöhennetze	Lagefestpunkte z.B. auf Berggipfeln	topograph. Geländeauf- nahme, Höhenlinien	topographische Einzelpunkte	Höhenlinien, Digitales Geländemodell, Digitales Höhenmodell		kombiniert mit Undulationen: Höhen geringerer Genauigkeit
Verwendungs- zeit in Bayern	seit 1865	seit 1850	seit 1866	1850 - 1893	seit 1959	seit 1996	seit 1991
Zuständigkeit im BLVA	Nivellement und Schwere (II 2)	Lagefestpunkt- feld (II 1)	Topographie (II 3)	-	Photogrammetrie und Fernerkundung (II 4)		Lagefestpunktfeld (II 1)

Die wichtigsten Messverfahren zur Bestimmung von Höhen

weges jeweils viele Anschlusspunkte für nachfolgende Höhenmessungen.

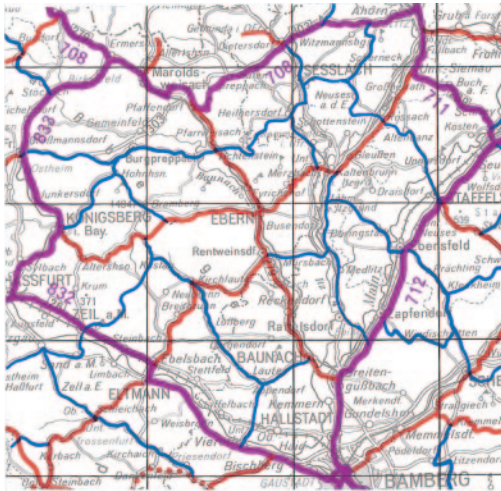
Eine Reihe weiterer Höhenmessverfahren wird eingesetzt, um z. B. Höhenlinienpläne oder digitale Geländemodelle rationell herstellen zu können. Da hierbei durch Nivellement geschaffene Ausgangshöhen verwendet werden, sind die neu ermittelten Höhen automatisch wiederum Meereshöhen im System der Anschlusspunkte.

Welche Höhensysteme existieren in Bayern?

Nicht nur eine neue Nullpunkt-Festlegung oder eine geänderte Höhendefinition bewirken ein neues Höhensystem, sondern auch jede völlige Neumessung eines grundlegenden Höhennetzes. In Bayern entstanden in den letzten 150 Jahren aus verschiedenen Gründen bereits mehrere Höhensysteme.

	Beispiel für historische Systeme	Vorläufiges System	DHHN 12 (Neues System)	System des DHHN 92	Höhen über einem Ellipsoid
Nullpunkt (Niveau)	Adria-Pegel Venedig	Normalnullpunkt Berlin (NN) (vom Pegel Amsterdam übertragen)		Pegel Amsterdam Normalhöhennull (NHN)	gesamte Ellipsoid- oberfläche
Höhendefinition (Rechenvorschrift)	nicht streng definiert	normalorthometrische Höhen (mit theoretischen Schwerewerten)		Normalhöhen (gemessene Schwerewerte)	Ellipsoidabstände (GRS 80/ETRS 89)
Grundlegende Höhenmessungen	trigonometrisch und barometrisch; Topogr. Bureau,	Nivellement 1868-1890 Bayerische Erdmessungskommission 3600 km; 2460 Festp.	1948-1956 Nivellement BLVA 4600 km; 14400 Festp.	1980-1985 Nivellement BLVA 5000 km; 17000 Festp.	1991 (DREF) GPS (AdV) 22 Punkte in BY
Nachgeordnete Höhenmessungen	nicht systematisch aufgebaut	Nivellement der Eisenbahn, Hydrotechn. Büro u.a.	Nivellement 2.-4. Ord. BLVA	Nivellement 2. u. 3. Ord. BLVA	GPS BLVA
Verwendungszeit- raum in der LV	1850 - 1890	1880 - 1970	1955 - 2005	ab 2002	seit 1991
Höhendifferenz zum DHHN 92	0 bis - 2 m	- 10 bis + 15 cm	0 bis - 10 cm	-	- 44 bis - 50 m
NivP 283/7835 Dom München	519 m	518,122 (Messjahr 1909)	518,226 (Messjahr 1953)	518,160 m (Messj. 1981) (nach 2 cm Senkung)	563,8

Von der Landesvermessung (LV) in Bayern (ohne ehemaligen Landesteil Pfalz) verwendete Höhensysteme



Der Aufbau von Nivellementnetzen erfolgt stufenweise in drei Ordnungen (violett 1. Ordnung, rot 2. Ordnung, blau 3. Ordnung). Entlang der Messungslinien vermarktet das Landesvermessungsamt Höhenfestpunkte im Abstand von durchschnittlich 300 m. Bei Berechnung einer niederen Ordnung (z. B. 3. Ordnung) werden die Höhenwerte der höheren Ordnungen (1. und 2. Ordnung) als Ausgangshöhen verwendet.

Innerhalb jedes grundlegenden Höhennetzes (1. Ordnung) werden in der Regel systematisch weitere Nivellements durchgeführt (Höhennetze niederer Ordnungen). Die kleinsten Schleifendurchmesser in Nivellementnetzen betragen heute zehn Kilometer (3. Ordnung). Innerhalb dieser Schleifen lassen sich bei Bedarf Höhen mit einer Genauigkeit von mehreren Zentimetern mittels GPS (und Undulationen) wirtschaftlich bestimmen.

Was ist das Deutsche Haupthöhennetz 1992 (DHHN 92)?

Die Einführung eines neuen Höhensystems war in den Ländern der alten Bundesrepublik seit Ende der siebziger Jahre geplant. Wegen der umfangreichen Punktzerstörungen der Kriegs- und Nachkriegszeit sowie der angewandten inhomogenen Berechnungsmethode war das zwischen 1912 und 1956 entstandene DHHN 12 in den meisten Bundesländern völlig unzureichend. Die alten Länder er-

neuerten deshalb in den Jahren 1980 bis 1985 gleichzeitig ihr gesamtes Nivellementnetz 1. Ordnung. Noch während der Vorbereitungen für ein neues Höhensystem in Bayern ergab sich durch die Wiedervereinigung Deutschlands folgende nicht auf Dauer hinnehmbare Situation:

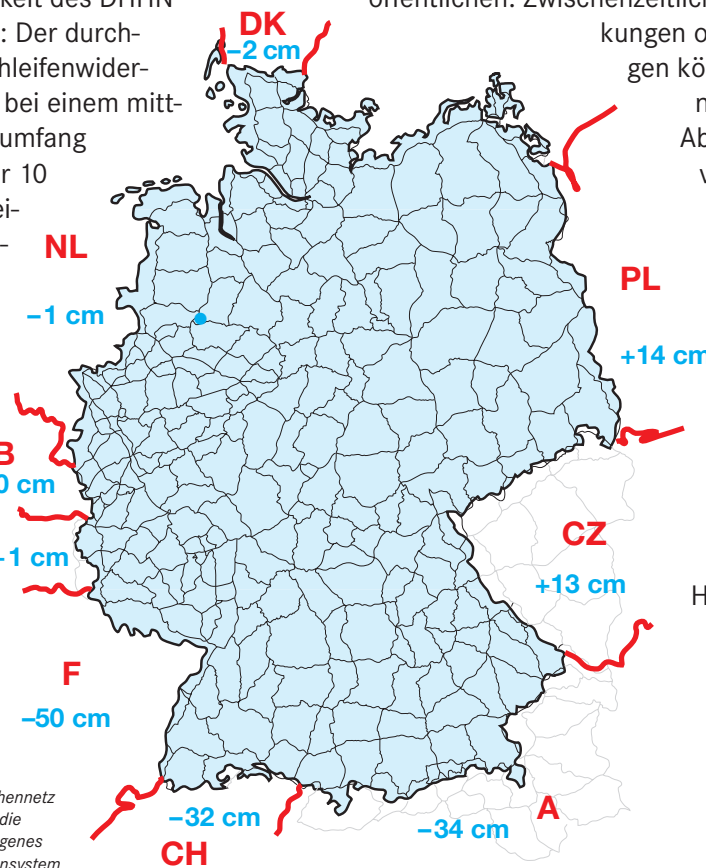
- in der Bundesrepublik Deutschland Pegel Amsterdam und normalorthometrische Höhendefinition
- in der ehemaligen DDR Pegel Kronstadt bei St. Petersburg mit einem ca. 15 cm höher als in Amsterdam liegenden mittleren Meeresspiegel und die „Normalhöhen“-Definition (bezeichnet als „Höhen über Höhennull“)

Die deutschen Länder vereinbarten in dem bundesweiten Arbeitskreis „Höhen- und Schwerefestpunktfeld“ noch im Jahre 1990, die beiden nicht zusammenhängenden Nivellementnetze der BRD und der DDR zu verbinden und in allen Ländern ein neues gesamtdeutsches Höhensystem einzuführen. In den folgenden Jahren wurde beschlossen:

- Das gesamtdeutsche Nivellementnetz erhält die Bezeichnung „Deutsches Haupthöhennetz 1992 (DHHN 92)“; die Jahreszahl entspricht der Fertigstellung der Verbindungsmessungen.
- Die Berechnung der neuen Höhen erfolgt nach der Definition von Normalhöhen, bei der gemessene Schwerewerte verwendet werden.
- Als einziger Anschlusspunkt für das neue Haupthöhennetz dient der Festpunkt Wallenhorst (bei Osnabrück), der als Knotenpunkt des „Europäischen Nivellementnetzes 1986“ optimal an den Pegelnullpunkt Amsterdam angeschlossen ist.
- Die Höhenbezugsfläche des DHHN 92-Systems wird als „Normalhöhennull“ (NHN) bezeichnet.

Mit dem DHHN 92 liegt zum ersten Mal ein in ganz Deutschland einheitliches und homogenes Höhensystem vor. Da es eine moderne Höhendefinition besitzt, entspricht es internationalen Richtlinien und lässt sich besser als bisher mit Höhensystemen der Nachbarländer verbinden. Als Nachweis für die hervorragende Genauigkeit des DHHN 92 sei erwähnt: Der durchschnittliche Schleifenwiderstand beträgt bei einem mittleren Schleifenumfang von 200 km nur 10 mm (Kleinschleifen nicht mitgezählt)! Im übrigen hat das BLVA ausführliche Dokumentationen zu den Wiederholungsnivellements 1980–1985 und zum DHHN 92 herausgegeben.

Das Deutsche Haupthöhennetz 1992 (DHHN 92) bildet die Grundlage für ein homogenes gesamtdeutsches Höhensystem (Höhen über „Normalhöhennull“ [NHN]). An Höhenangaben von Nachbarländern ist der angegebene Reduktionsbetrag anzubringen, um (genäherte) Höhen im System des DHHN 92 zu erhalten.



Höhen bereit halten und auf Wunsch bekannt geben.

Die Systemumstellung vom DHHN 12 auf das DHHN 92 kann bei höhenstabilen Punkten in Bayern Höhenwertänderungen bis – 10 cm bewirken. Das Landesvermessungsamt wird die Änderungsbeträge veröffentlichen. Zwischenzeitliche Punktensenkungen oder –hebungen können jedoch noch größere Abweichungen verursachen.

Die Nutzer von genauen Höhen der Festpunkte müssen wie bisher exakt auf das verwendete Höhensystem achten und dürfen in einem Projekt jeweils nur Höhen in einem einzigen System verwenden.

Schwerererektionen brauchen nur bei größeren Projekten an den rohen Nivellementergebnissen angebracht zu werden: Bei zweiseitigem Anschluss an Höhenfestpunkte und geforderter 3-mm-Genauigkeit darf der Abstand der Anschlusspunkte in einem flachen Messgebiet (mit einer Freiluft-Schwereanomalie < 25 mgal) bis zu zehn Kilometer, in bergigem Gebiet bis ca. vier Kilometer betragen (bei anderen Höhendefinitionen wären die Abstände teilweise wesentlich geringer).

Was ändert sich durch die Einführung des DHHN 92?

Die deutschen Länder haben beschlossen, Höhen von Festpunkten ab dem Jahre 2002 im Regelfall im System des DHHN 92 bekannt zu geben. Das BLVA wird zusätzlich noch viele Jahre DHHN 12-

Die Kontrolle jedes Ausgangspunktes durch Anmessen mindestens eines weiteren stabil erscheinenden Festpunktes ist eine Selbstverständlichkeit, und ihre Unterlassung wäre gegebenenfalls als grobe Fahrlässigkeit zu werten. Bei neu berechneten Höhen soll nie die Angabe des Höhensystems vergessen werden.

Müssen Höhen so genau sein?

In der vermessungstechnischen Praxis ist lediglich die relative Höhengenaugkeit der Festpunkte im Umfeld eines Projekts



Nivellierlatte in Messstellung auf einem Höhenfestpunkt. Die Millimeter-Teilung der Latte ist in einem digitalen Code verschlüsselt und befindet sich auf einem Lattenteil, der keine thermische Ausdehnung erfährt.

von Bedeutung. So wird z. B. für eine Kanalisationsleitung von zehn Kilometer Länge eine gegenseitige Passfähigkeit der Anschlusshöhen von wenigen Zentimetern über die Leitungslänge erwartet. Außerdem sollen zur Kontrolle der Anschlusspunkte an den Leitungsenden die Höhen der jeweils nächstgelegenen Festpunkte eine Nachbarschaftsgenauigkeit von einigen Millimetern besitzen. Da eine gute Nachbarschaftsgenauigkeit selbst-

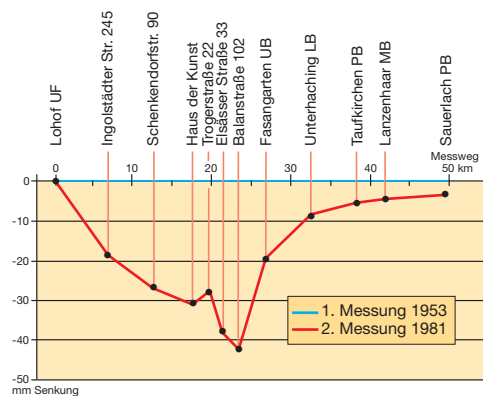
verständlich an jedem Ort vorhanden sein muss, ist ein genaues und homogenes Höhennetz landesweit, möglichst sogar grenzüberschreitend, erforderlich.

Eine Folge ungenauer Höhen wäre für einen Nutzer, der mehrere Festpunkte anmisst und Spannungen zwischen seinen eigenen Messergebnissen und den amtlichen Höhenwerten feststellt, dass er immer mehr Festpunkte anmessen müsste. Jeder nach ihm kommende Nutzer müsste außerdem die gleichen Messungen nochmals ausführen. Höhenfestpunkte sollen also nicht nur genau sein, sondern zu Kontrollzwecken auch in größerer Anzahl vorliegen.

Bewegt sich die Erdoberfläche in Bayern?

Wird die Messung einer Nivellementlinie nach einiger Zeit wiederholt, lassen sich zwischenzeitliche Höhenänderungen der Festpunkte aufzeigen. Dabei sind zu unterscheiden:

- Großräumige Erdkrustenbewegungen
Ein Beispiel ist die Hebung der (aktiv in Faltung begriffenen) Alpen gegenüber älteren Gebirgen wie dem Bayerischen



Vergleichsdiagramm zur Darstellung der Senkung repräsentativer Höhenfestpunkte in München gegenüber dem (als höhenstabil festgestellten) Umland

Wald oder dem Fränkischen Jura. Aus den bayerischen Nivellements geht, übereinstimmend mit österreichischen, schweizerischen, italienischen und französischen Messungen, eine jährliche Hebung von ca. 2 mm hervor. Angesichts dieser Hebung sollte man also keine Kernkraftwerke in den Alpen bauen!

- Regionale Höhenänderungen
Die Messungen zum DHHN 12 und zum DHHN 92 haben z. B. eine Senkung des Münchener Stadtgebiets von 2 bis 4 cm gegenüber dem Umland aufgezeigt. Hierfür dürften Grundwasserabsenkungen verantwortlich sein. Wesentlich größere Bewegungen lassen sich beispielsweise über Gaslagerstätten oder in Hanglagen beobachten. Geologen sind an diesen Messergebnissen sehr interessiert.
- Lokale oder punktuelle Höhenänderungen
Äußerst häufig kommen Setzungen von einzelnen Gebäuden oder Brücken gegenüber benachbarten Bauwerken bis zu vielen Millimetern pro Jahr vor. Der jeweilige Setzungsbetrag ist abhängig vom Alter des Bauwerks, vom Untergrund, von der Fundamentierung (z. B. Unterkellerung) und von der Belastung, die auf das Fundament wirkt (z. B. Schwerlastverkehr).

Ist nicht alles schon gemessen?

Ein landesweites Nivellementpunktfeld mit kleinstem Schleifendurchmesser von zehn Kilometer Länge und homogenen Höhen (derzeit im System des DHHN 12, ab 2002 im DHHN 92) liegt weitgehend vor. Jedoch werden jährlich ein bis zwei Prozent der Festpunkte zerstört oder unbrauchbar und nahezu der gleiche Prozentsatz verändert seine Höhe gegenüber nahegelegenen stabilen Punkten um mehr als fünf Millimeter. Wenn nach einigen Jahrzehnten nur noch wenige Punkte einer Messungslinie vorhanden oder anmessbar sind und viele von den verbleibenden eine falsche (veraltete) Höhenangabe besitzen, dann nützen die übrigen Festpunkte nicht mehr viel (ein Höhennetz heißt dann „verfallen“). Dieser Entwicklung beugt das BLVA vor, indem es jeweils dort Erneuerungsmessungen durchführt, wo die vorausgehenden Messungen mindestens 25 Jahre alt sind. Bei dieser Verfahrensweise dürfte künftig nie mehr ein neues Höhensystem erforderlich werden.

Entlang der Messungslinien wird heute dichter vermarktet als früher, so dass derzeit ein Bestand von 110 000 Nivellementpunkten vorliegt. Das BLVA arbeitet immer mit dem Ziel der gleichmäßigen Versorgung ganz Bayerns und nie im Auftrag anderer Stellen (mit Ausnahme von Gutachten, z. B. über historische Höhenangaben oder Höhenänderungen). Eine weitere Außendiensttätigkeit der Gruppe Nivellement und Schweremes-

12/99	B	1b	NO 1-1		305	1981	512.321	160	7835	437
Aktualität	Art	Ord./Stab.	Flurkarte	KNR	SFP	Messjahr	Höhe	Status	TK	NivP
München										
Prinzregentenstraße 1, Haus der Kunst, Westteil, Straßenseite, 1.42 m von Westkante 0.50 m über Erde										
Lagebeschreibung										

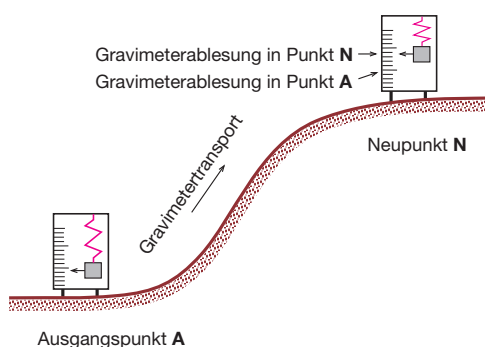
Dateiausdruck für einen Höhenfestpunkt des Landesvermessungsamts (NivP), wie er künftig abgegeben wird. Status 100 besagt: „Höhe im System des DHHN 12“; Status 160 bedeutet: "DHHN 92-Höhe".

sung ist die Schaffung von Schwerefestpunkten. Seit 1978 wurden 10 000 Punkte eingemessen, etwa 1500 sind noch erforderlich.

Einen verhältnismäßig hohen Arbeitsaufwand erfordern die sachgerechte Auswertung der Nivellements und Schweremessungen, der Vergleich mit früheren Messungen, die Aktualisierung der vielen Punktdaten (insbesondere der textlichen Lagebeschreibungen), die Laufendhaltung der Festpunkt-Übersichten, die Eingabe der Punktdaten in eine Datenbank (zur geplanten Einstellung in das Internet), die Kontrolle aller Eingaben sowie die Abgabe von Daten und Übersichten an private Stellen und Behörden.

Was ist Schweremessung?

Unter Schwere versteht man den Betrag der Erd- oder Fallbeschleunigung an der Erdoberfläche. Diese ortsabhängige physikalische Größe hängt außer von der Höhe und der geographischen Breite ganz wesentlich von der Beschaffenheit (Dichte) des Untergrundes und den Massen der Berge in der Umgebung ab. Die Richtung der Fallbeschleunigung in einem



Die Differenz der Messwerte am Gravimeter auf den Punkten A und N ist proportional dem Schwereunterschied zwischen den beiden Punkten.

Punkt entspricht der dort herrschenden Lotrichtung (Richtung eines ruhenden Fadenpendels), die immer senkrecht zu den Flächen gleicher potentieller Energie verläuft.

Die Messung von Schwereunterschieden erfolgt mittels sogenannter Gravimeter, die im Prinzip höchstgenaue Federwaagen darstellen. Mit ihnen lassen sich sogar Längenunterschiede der Messfedern von 10^{-9} m messen, was dem Durchmesser von größeren Molekülen entspricht. Ein aus zwei Mitarbeitern bestehender Schweremesstrupp kann etwa drei Neupunkte pro Tag erkunden, vermessen und dokumentieren. Außer zur widerspruchsfreien Berechnung von Nivellements werden Schwerewerte benötigt zur Berechnung von Undulationen (siehe weiter oben), in der Lagerstättenforschung, für genaue Wägungen sowie zu verschiedenen Problemlösungen in der Geodäsie und der Geophysik [3].

Was leistete die Gruppe Nivellement und Schweremessung in den letzten 25 Jahren?

- 42 000 km Doppelnivellement ausgeführt
- 36 000 neue Höhenfestpunkte vermarktet, berechnet und dokumentiert, etwa gleich viele als zerstört oder unbrauchbar registriert
- 10 000 Schwerefestpunkte seit 1978 gemessen und berechnet
- 750 000 Höhen mit Lagebeschreibungen Behörden oder privaten Stellen mitgeteilt
- 320 000 Veränderungen von Punktdaten registriert
- Isolinien der Undulationen in Bayern ermittelt (Genauigkeit 5 cm)
- 38 Fachveröffentlichungen oder Vorträge



Nivellement-Trupp in oberbayerischer Landschaft, Tempera auf Karton von M. Kosar, 1990

- Vorbereitung, Leitung und Protokollierung der Jahrestagungen des bundesweiten Arbeitskreises „Höhenfestpunktfeld und Schwerfestpunktfeld“ (bis zu seiner Auflösung 1996)
- Leitung einer Expertengruppe des länderübergreifenden Arbeitskreises „Grundlagenvermessung“ seit 1998

(Entwurf des Amtlichen Festpunkt Informationssystems AFIS)

- Mitarbeit in diversen Ausschüssen, z. B. DIN und Rezente Erdkrustenbewegungen
- 13000 Stunden Ausbildungsunterricht
- Fachliche Unterstützung bei 22 Dissertationen oder Diplomarbeiten
- Starke Rationalisierung im Innen- und Außendienst (z. B. Einführung von Digitalnivellieren im Jahr 1991) bei einem Personalabbau von über 30 %.

Literatur

- [1] WAALEWIJN, A.: Der Amsterdamer Pegel (NAP); ÖZfV, 1986, S. 264
- [2] WEBER, D.: Das gesamtdeutsche Haupthöhenetz DHHN 92; AVN 1994, S. 179
- [3] WEBER, D.: Die Schweremessungen der Landesvermessung in Deutschland; ZfV 1998, S. 370