

HÖHENMESSUNGEN

Fehlerquelle Höhensystem

Bei der Messung von Höhen ist die Kenntnis der Höhen Bezugssysteme unerlässlich. Fast jedes Land hat ein eigenes amtliches Höhensystem – vor allem bei grenzüberschreitenden oder grenznahen Vermessungsarbeiten kann es deshalb durch die Unkenntnis der gebräuchlichen Systeme zu fatalen und sehr kostenaufwendigen Fehlern in der Bauausführung kommen.

Die Bestimmung von Höhen und Höhenunterschieden ist ein elementarer Bestandteil der Arbeit im Garten- und Landschaftsbau. Dafür stehen verschiedene Verfahren und Messgeräte zur Verfügung, wie Digitalnivelliere, Tachymeterautomaten und GPS-Mess-Systeme. Die einzelnen Verfahren, deren Genauigkeiten und Anwendungsgebiete werden Gegenstand eines später folgenden zweiten Artikels sein. Hier geht es zunächst um die allgemeinen Grundlagen von Höhenmessungen – die Höhen Bezugssysteme. Ein sehr theoretisches Thema, das für die praktische Anwendung jedoch besonders wichtig ist. Denn leider ist die Vermessungsgesetzgebung Ländersache, sodass unterschiedliche amtliche Höhenbezüge vorgegeben werden. Bei Fehlern im Höhenbezug kann es so zu sehr kostenaufwendigen Baumängeln kommen, insbesondere dort, wo Wasser oder Abwasser abfließen soll.

Wie ist eigentlich die „Höhe“ im dreidimensionalen Raum definiert? Ganz allgemein ist sie der lotrechte metrische Abstand eines Punkts der physischen Erdoberfläche von einer lokalen oder globalen Höhenbezugsfläche. Am besten geeignet wäre der Bezug zu einer rein physikalisch definierten Fläche, einer sogenannten Niveaufläche. Eine solche Niveaufläche entsteht durch die Erdschwerkraft und ist in ihrer tatsächlichen Gestalt sehr unregelmäßig. Dieser Umstand macht die lückenlose Bestimmung und mathematische Beschreibung von Niveauflächen sehr schwierig beziehungsweise unmöglich. Im Wesentlichen gibt es dafür zwei verschiedene theoretische Ansätze, auf die an dieser Stelle aber nicht genauer eingegangen werden soll. Für kleinere Arbeitsgebiete, hierzu zählen die meisten Baustellen im GaLaBau, sind sie nicht relevant.

Um auf einer Baustelle eine richtige Höhe messen oder abstecken zu können, muss der Anwender keine detaillierten Kenntnisse darüber besitzen. Der notwendige Bezug wird durch das verwendete Vermessungsgerät hergestellt. Es ist die Horizontale. Bei Nivelliergeräten erfolgt die Ausrichtung der Zielachse in die Horizontale durch Kompensatoren oder bei älteren Geräten durch Libellen. Der Höhenbezug kann im einfachsten Fall lokal erfolgen. Oft reicht dies völlig aus, da ein Anschluss an das amtliche Höhensystem nicht zwingend notwendig ist.

Eine der wichtigsten praktischen Anforderungen an ein Höhen Bezugssystem ist:

Wasser fließt entsprechend der wirkenden Schwerkraft grundsätzlich nur bei Gefälle! Ein Höhensystem taugt also nur etwas, wenn die Höhenangaben oder Höhenunterschiede dieser Gesetzmäßigkeit folgen und die Bestimmung von Höhen wegunabhängig ist. Somit wird das lokale Höhensystem „Ebene“ irgendwann problematisch.

Ebenso können sich Probleme ergeben, wenn der Auftraggeber den Höhenanschluss an ein amtliches Höhensystem verlangt und es mehrere verschiedene Höhensysteme gibt. Wird beispielsweise grenzüberschreitend gearbeitet, muss der jeweilige Höhenbezug der Länder berücksichtigt werden.

HÖHENANGABEN UND -SYSTEME IN DEUTSCHLAND

Weitläufig bekannt sind die historischen Höhenmarken mit der Bezeichnung „Höhe über dem Meeresspiegel“. In Deutschland auch sehr bekannt und in der Vergangenheit sehr oft angewendet ist die Bezeichnung „Höhe über NN“. Die Frage ist: Höhe über welchem Meer? Was versteht man unter „NN“ und welche Systeme gibt es noch?

Die Abkürzung NN steht für Normalnull. Sie bezieht sich auf das Höhensystem NN mit der Höhenangabe „Meter über Normalnull“. Die Bezugsfläche ist das „Geoid“ mit dem Nullpunkt (Referenzpegel) „Amsterdamer Pegel“. Amsterdam ist über den Nordseekanal mit der Nordsee verbunden und bindet somit den Nullpunkt des Pegels am

DER AUTOR



Prof. Dr. Andreas Pfeufer ist Professor für Geodäsie und Photogrammetrie an der Fakultät Landschaftsarchitektur, Gartenbau und Forst der FH Erfurt. Kontakt: pfeufer@fh-erfurt.de



mittleren „ungestörten“ Wasserstand der Nordsee an. Bis 1945 war das NN-Höhensystem das ausschließliche amtliche Höhensystem für Deutschland und Teile Westeuropas.

Der Ursprung geht auf das Jahr 1879 zurück. Damals wurde die Höhe des Nullpunktes des Amsterdamer Pegels (0,000 m ü. NN) nach Deutschland übertragen. Seine Höhe betrug „37,000 m über NN“. Die Bezeichnung lautete Deutsches Haupthöhennetz DHHN12 (Höhenstatus 100). Ausgehend vom Normalhöhenpunkt ist Deutschland mit einem maschenartig angeordneten Netz von Nivellementsunkten (NivP) überdeckt.

Durch die Spaltung Deutschlands nach dem 2. Weltkrieg und der jeweiligen politischen Zugehörigkeit der beiden deutschen Staaten wurde 1976 auf dem Gebiet der ehemaligen DDR das Staatliche Nivellementsnetz SNN76 (Höhenstatus 150) eingeführt. Das Höhensystem heißt HN-System, die Höhenangabe lautet: „Meter über Höhennormal“. Der Nullpunkt ist durch den „Kronstädter Pegel“ definiert. Das HN-System ist dem „mittleren Wasserstand“ der Ostsee zugeordnet und heißt deshalb auch „Ostsee-Pegel“. Dieses System wird in vielen osteuropäischen Ländern wie der Slowakei, Tschechien und Ungarn angewendet. Das HN-System liegt je nach geografischer Lage des Höhenpunkts in den neuen Bundesländern zwischen 8 bis 16 cm tiefer als das NN-Höhensystem. In den neuen Bundesländern gab beziehungsweise gibt es für nahezu alle Ni-

vellementsunkte (NivP) beide Höhenangaben, wobei ab 1976 durch das Staatliche Vermessungswesen der DDR fast ausschließlich mit HN-Höhen gearbeitet wurde.

Ab 1985 wurde in den alten Bundesländern teilweise, so beispielsweise in Niedersachsen, Hamburg, Bremen, Rheinland-Pfalz das Höhenbezugssystem DHHN12 durch das Höhensystem DHHN85 (Höhenstatus 140) ersetzt. Die Höhenangabe war wie im DHHN12 „Meter über NN“. Andere Bundesländer wie Bayern, Nordrhein-Westfalen und Hessen blieben beim DHHN12.

Im Zuge der Wiedervereinigung Deutschlands wurde 1992 auch die Vereinigung der amtlichen Höhensysteme vollzogen. Es entstand das für Gesamtdeutschland einheitliche Deutsche Haupthöhennetz 1992

(DHHN92) mit der offiziellen Bezeichnung der Höhenangaben „Meter über NHN“. NHN steht für Normalhöhennull (Höhenstatus 160). Der Nullpunkt (Referenzpegel) ist im System NHN wie im NN-System der Amsterdamer Pegel. Die Pegelhöhe wurde durch langjährige Messungen des mittleren Wasserstands der Nordsee bestimmt.

Am 1. Januar 2000 wurde in der gesamten Bundesrepublik Deutschland auf das „neue“ Höhenbezugssystem DHHN92 umgestellt. Diese Umstellung ist inzwischen durch die jeweiligen Landesvermessungsgesetze abgeschlossen. Der Unterschied zwischen NHN- und NN-Höhe beträgt je nach geografischer Lage des Messpunkts in Deutschland bis zu mehrere Zentimeter und kann positiv oder negativ sein. Hier

Ihre Visionen.
Perfekt realisiert.

CAD-Software für den
Garten- und Landschaftsbau

Vectorworks
LANDSCAPE

WWW.COMPUTERWORKS.DE

stellt sich der Anwender sicher die berechtigte Frage: was interessieren mich cm?

In den neuen Bundesländern geben die Landesämter für Vermessung und Geoinformation meist auch noch HN-Höhen heraus. Dies wird auch in naher Zukunft sinnvoll sein, wenn es sich um Vorhaben im Grenzbereich zu den östlichen Nachbarländern handelt und noch kein einheitliches europäisches Höhensystem angewendet wird.

MÖGLICHE AUSWIRKUNGEN VERSCHIEDENER SYSTEME

Vor allem in den neuen Bundesländern herrschte nach der Wiedervereinigung und dem einsetzenden Bauboom sprichwörtlich ein „Höhenchaos“. Für ein und denselben Höhenfestpunkt existierten Höhenangaben in den alten Systemen NN und HN, später dann auch noch im neuen NHN-System. Die Vermessungsgesetze der neuen Bundesländer regelten bis etwa 2002 nicht die ausschließliche Nutzung eines dieser Systeme. Viele Auftraggeber aus den alten Bundesländern verlangten den gewohnten Anschluss

an das NN-Höhensystem. Die meisten Planungsgrundlagen in den neuen Ländern hatten aber den Höhenbezug zum HN-System. Dies wäre insofern kein Problem, wenn bei Projektarbeiten im demselben Höhensystem gearbeitet wird. Im einfachsten Fall in einem lokalen „Baustellen-Höhen-System“.

Eine Vermischung verschiedener Höhensysteme kann aber fatale Folgen haben. Ein Beispiel: Ein Auftraggeber (AG) aus den alten Bundesländern beauftragte 1991 in den neuen Bundesländern eine regionale GaLa-Bau-Firma mit der Gestaltung der Außenanlagen einer großen Wohnanlage. Der AG hatte für die Abrechnung und Bestandsdokumentation den Höhenanschluss aller Messungen an das Höhensystem NN der alten Bundesländer verlangt. Das Urgelände wurde aus Kostengründen vor Baubeginn nicht aufgemessen, die notwendigen Angaben von einem ansässigen Vermessungsbüro angefordert. Für die Abrechnung der Geländemodellierung wurde vertragsgemäß ein Ist-Aufmaß mit dem geforderten Höhenanschluss an NN durchgeführt. Das Endergebnis wurde vom AG nicht anerkannt und

mit stichprobenhaften Kontrollmessungen belegt. In einem langwierigen Rechtsstreit stellte ein Gutachter fest, dass die verwendeten Aufmaßdaten unterschiedliche Höhenbezüge hatten. Das Urgelände war mit Bezug auf das HN-, das Ist-Aufmaß mit Bezug auf das NN-Höhensystem gemessen worden. Dabei entstand im Gesamtvolumen ein Fehler von mehr als 30000 m³.

Das Vorhandensein verschiedener Bezugssysteme trägt immer ein gewisses Gefährdungspotenzial in sich. Dies wird durch den Umstand verstärkt, dass in den Topografischen Karten Deutschlands der Höhenbezug meist noch immer NN oder HN ist. Es werden zwar Korrekturwerte angegeben, diese liegen aber im Dezimeterbereich. Dies wird sich auch erst in den nächsten Jahren ändern lassen, da die Neuausgabe Topografischer Kartenwerke nicht innerhalb weniger Jahre möglich ist.

EINHEITLICHES HÖHENSYSTEM FÜR EUROPA

Noch unübersehbarer wird die Situation in Europa. Es existiert eine Vielzahl verschiedener Höhensysteme mit unterschiedlichen nationalen Referenzpegeln – wie die nebenstehende Tabelle zeigt. Die Referenzpegel Amsterdam und Kronstadt wurden schon genannt. Andere in Europa angewendete Referenzpegel sind beispielweise Ostende, Genua, Triest, Alicante und Marseille. Die Höhenunterschiede der verschiedenen Höhensysteme zum DHHN92 Deutschlands liegen zwischen – 230 cm bis + 20 cm. Diese können relativ genau angegeben werden, dürfen aber nicht mit den tatsächlichen Höhenunterschieden bestimmter Höhenpunkte verwechselt werden, da diese vom tatsächlichen Ort abhängig sind. Eine Umrechnung der Systeme untereinander ist somit nur sehr ungenau möglich – etwa in Dezimetergenauigkeit. Genauere Informationen hierzu sind beim Bundesamt für Kartografie und Geodäsie (BKG) erhältlich.

Der Wunsch nach einem einheitlichen Höhensystem für Europa besteht schon seit längerem, wie es sich entwickelt, ist jedoch nicht absehbar. Die Bestrebungen gehen hin zu einem für die gesamte Welt einheitlichen 3-D-Koordinatensystem.

TEXT: Prof. Dr. Andreas Pfeufer, Erfurt
BILD: Wendebourg

Höhendifferenzen verschiedener nationaler Höhensysteme zum EVRF2000 und EVRF2007 und deren Pegel

Land	Höhendifferenz zum EVRF2000 in cm	Pegel EVRF2000	Höhendifferenz zum EVRF2007 in cm	Pegel EVRF2007
Norwegen (N)	0	Tredge	- 1	Amsterdam
Schweden (SE)	+ 1	Amsterdam	- 1	Amsterdam
Finnland (FI)	+ 21	Helsinki	- 1	Amsterdam
Großbritannien (GB)	+ 8	Newlyn	+ 5	Newlyn
Dänemark (DK)	+ 1	Erritsø	+ 1	Erritsø
Estland (EE)	+ 13	Kronstadt	+ 19	Kronstadt
Lettland (LV)	+ 11	Kronstadt	+ 15	Kronstadt
Litauen (LT)	+10	Kronstadt	+ 12	Kronstadt
Frankreich (FR)	- 49	Marseille	- 47	Marseille
Belgien (BE)	-231	Ostende	- 232	Ostende
Luxemburg (LU)	+ 1	Amsterdam	+1	Amsterdam
Niederlande (NL)	- 1	Amsterdam	+ 2	Amsterdam
Deutschland (DE)	+ 1	Amsterdam	+ 1	Amsterdam
Polen (PL)	+16	Kronstadt	+ 17	Kronstadt
Österreich (AT)	- 36	Triest	- 34	Triest
Tschechische Rep. (CZ)	+12	Kronstadt	+ 13	Kronstadt
Slowakische Rep. (SK)	+12	Kronstadt	+ 14	Kronstadt
Schweiz (CH)	- 25	Marseille	- 23	Marseille
Ungarn (HU)	+ 14	Kronstadt	+ 16	Kronstadt
Rumänien (RO)	+ 3	Constanța	+ 6	Constanța
Bulgarien (BG)	+ 18	Kronstadt	+ 23	Kronstadt
Slowenien (SI)	- 41	Kronstadt	- 39	Kronstadt
Kroatien (HR)	- 35	Kronstadt	- 31	Kronstadt
Portugal (PT)	- 32	Cascais	- 20	Cascais
Spanien (ES)	- 49	Alicante	- 49	Alicante
Italien (IT)	- 35	Genua	- 30	Genua