

# Merckblatt

## Vermessung von Leitungssystemen mit GPS

Werkleitungen, Grundleitungen und Kanalisationen, Fernleitungen etc.

Im Tiefbau werden die Einmasse von Leitungssystemen zunehmend mit Koordinaten ausgeführt, z. B. bei Grundleitungen und Kanalisationen, bei Wasser- und Gasleitungen und den entsprechenden Grabarbeiten. Dies bedingt eine andere Art der Vermessung und der Planaufbereitung durch die Ingenieure und Planer und dient einer genaueren und einfacheren Positionsbestimmung der Fixpunkte. Eine engere Zusammenarbeit mit dem Geometer ist hier allerdings unabdingbar.

### Grundlagen

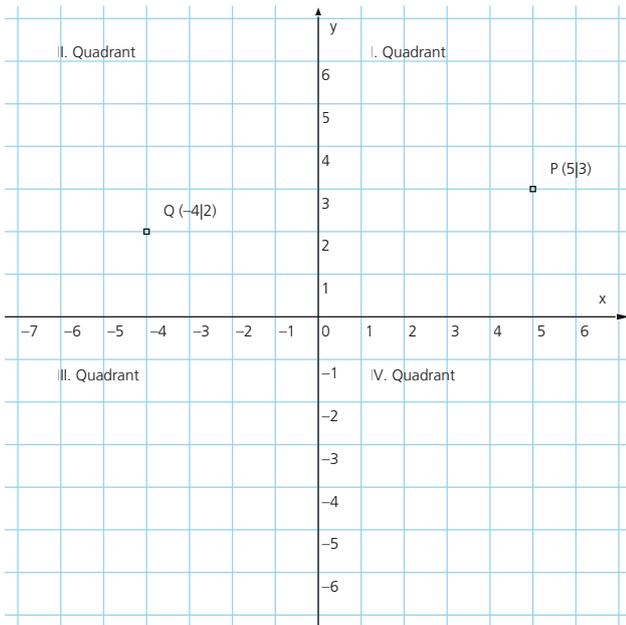
Koordinatensysteme sind Hilfsmittel der Mathematik zur Bezeichnung von Positionen im Raum.

Sie werden in vielen Wissenschaften und in der Technik verwendet. So auch im Alltag und bei der Arbeit.

Die Längen- und Breitengrade bilden ein geografisches Koordinatensystem der Erde, das heute auch satellitengestützt genaue Messungen erlaubt.

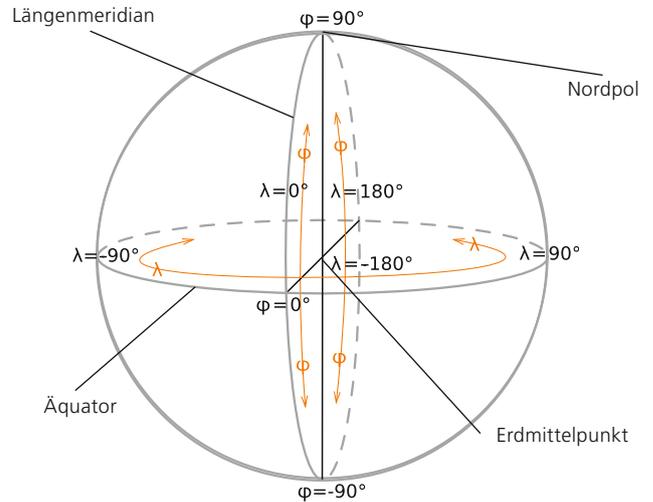


So wird auch die **Lage von Hydranten** durch ein von Koordinatensystemen ausgehendes Hinweisschild gekennzeichnet (zweidimensionale kartesische Koordinaten). Unter den vielen verschiedenen Koordinatensystemen ist das globale UTM-System (Universal Transverse Mercator) zunehmend das meistverwendete.



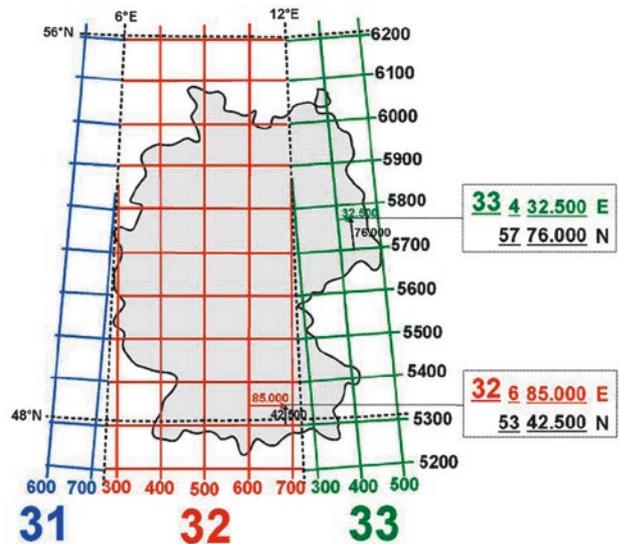
Es teilt die Erdoberfläche (von 80° Süd bis 84° Nord) streifenförmig in 6° breite vertikale Zonen auf. Diese werden einzeln mit der jeweils getätigten transversalen Mercator-Projektion verrechnet und mit einem kartesischen Koordinatensystem überzogen. Dieses von den US-Streitkräften 1947 entwickelte System wird zunehmend in allen Ländern zur Vermessung eingesetzt und ersetzt das ähnliche Gauss-Krüger-Koordinatensystem. Die X- und Y-Werte werden in Metern angegeben.

Beispiel:  
 Paradeplatz, Zürich  
 Geografische Koordinaten WGS 84  
 49°29'13.6" N (Nord) / 08°27'58.6" S (Süd)  
 System UTM  
 461344 Ostwert / 5481745 Nordwert



Alle Koordinatensysteme sind mit Online-Rechnern umrechenbar. Moderne Karten haben meist das globale Kartendatum WGS 84 (World Geodetic System 1984 Ellipsoid). Es wurde 1984 definiert und ist das zurzeit aktuelle Bezugssystem.

Die **Outdoor-Navigation** kann dann mit verschiedenen Methoden erfolgen. Eine am Empfängergerät abgelesene Koordinate kann als File im GPX-Format heruntergeladen werden. Die Daten befinden sich dann auf dem PC. Der umgekehrte Weg ist ebenfalls möglich: Der Koordinatenwert kann auf den Empfänger hochgeladen und dort zur Weitergabe und Punktbestimmung im Feld genutzt werden.





Vermessung mit GPS-Empfänger



Theodolit (Winkelmessgerät)

So können heute Werte in Exceltabellen eingefügt und dem Geometer oder Einmesser zur Verfügung gestellt werden. Die Einmasse sind genau und schnell erfasst.

#### Beispiel:

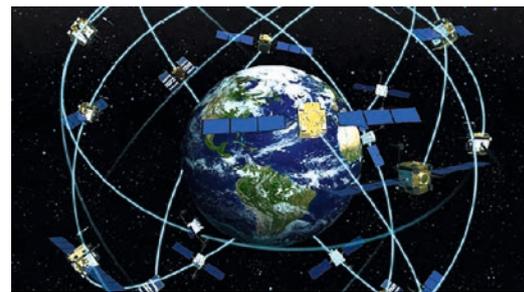
##### Koordinaten Kanalisation Abzweiger

A1 S = 438.10	A2 S = 437.18
Y = 580'661.707	Y = 580'689.102
X = 201'784.302	X = 201'789.988

Das verwendete Messinstrument, der sogenannte **Theodolit**, ist ein Winkelmessinstrument mit Zielfernrohr. Es dient dem hochgenauen Einmass ab dem Koordinaten-Nullpunkt im Feld.

In der Praxis wird das Einmass mit dem sogenannten **GPS** (Global Positioning System) vollzogen, einem System aus Satelliten, welches das US-Verteidigungsministerium 1970 entwickelt hat. Mit passenden Empfängern können aktuelle Positionen als 3D-Koordinaten, die Geschwindigkeit oder sogar die Zeit bestimmt werden. Dazu muss der Empfänger die Signale von mindestens 4 Satelliten empfangen können. Das Signal eines Satelliten enthält unter anderem Informationen zu seiner Position und seiner Uhrzeit. Aus der Differenz zwischen der Satellitenzeit und dem Zeitpunkt, als das Signal empfangen wurde, berechnet der Empfänger seine Distanz zum Satelliten. Im Idealfall – wenn die Empfängeruhr absolut synchron mit der Weltzeit (UTC) ist – kann die 3D-Position (X,Y und Z oder Länge, Breite und Höhe) kreisförmig als wahre Position bestimmt werden. Da jedoch die Empfängeruhr nie absolut synchron mit der UTC ist, bedarf es eines vierten Satelliten, um alle vier Grössen (X, Y, Z und die Zeit T) zu bestimmen.

Mit professionellen Geräten können Genauigkeiten im Zentimeterbereich erreicht werden. Ungenauigkeiten können durch Signalreflexionen, Signalzeitverzögerungen in der Atmosphäre (Iono- und Troposphäre), ungünstige Anordnungen von Satelliten, Satellitenuhr- und Umlaufbahnfehler sowie Rundungsfehler in der Positionsrechnung entstehen.



## Anwendung

In der **Haustechnik** halten diese Koordinatensysteme zunehmend Einzug beim Einmass von Werkleitungen und Kanalisationen. Der Geometer gibt die «Nullpunkt»-Koordinaten als Bezugs- und Ausgangspunkt für das Einmass im Feld an. Die Datenangaben werden über GPS bezogen. Dabei können die Empfänger auf das verwendete System eingestellt werden (UTM oder WGS 84).

Bei der Planerstellung durch den Fachplaner sind die Koordinaten der Fixpunkte, Formstücke etc. tabellarisch zu erfassen und einzutragen.

Dies bedingt eine nähere Zusammenarbeit mit dem Geometer und die Arbeit mit denselben Planungsgrundlagen im DWG-Austausch (DWG = Dateiformat von AutoCAD-Dateien).

### Beispiel: Datentabelle für Kanalisationssysteme

S1–S20 sind die entsprechenden Kanalanschlüsse.

Andere Fixpunkte sind gemäss der aufgeführten Legende (Beispiele) zu bezeichnen.

Kanalanschluss	Y-Koordinate	X-Koordinate	Sohle 2	Legende
S1	580'690.119	201'763.369	439.82	S = Kanalanschluss WAS
S2	580'690.138	201'762.148	439.83	E = Entlüftungsanschluss
S3	580'690.672	201'761.475	439.80	BA = Bodenablauf
S4	580'688.901	201'759.590	439.82	A = Abzweiger
S5	580'694.244	201'762.575	439.75	WAR = Kanalanschluss WAR
S6	580'696.031	201'760.896	439.70	Rinne = Rinnenanschluss
S7	580'691.076	201'756.417	439.79	SE = Strasseneinlauf
S8	580'693.191	210'756.125	439.75	ES = Einstiegsschacht
S9	580'694.217	201'758.180	439.71	SS = Schlamm-sammler
S10	580'694.675	201'756.426	439.70	PS = Pumpenschacht
S11	580'694.460	201'754.933	439.71	VS = Versickerungsschacht
S12	580'696.559	201'755.948	439.68	VST = Versickerungsstrang
S13	580'699.089	201'754.769	439.58	SAS = Sammelschacht
S14	580'698.453	201'753.342	439.58	KB = 8"-Bohrung mit Pumpe
S15	580'698.254	201'751.789	439.17	WAS = Schmutzabwasser
S16	580'697.644	201'751.080	439.18	
S20	580'690.170	201'791.823	438.90	

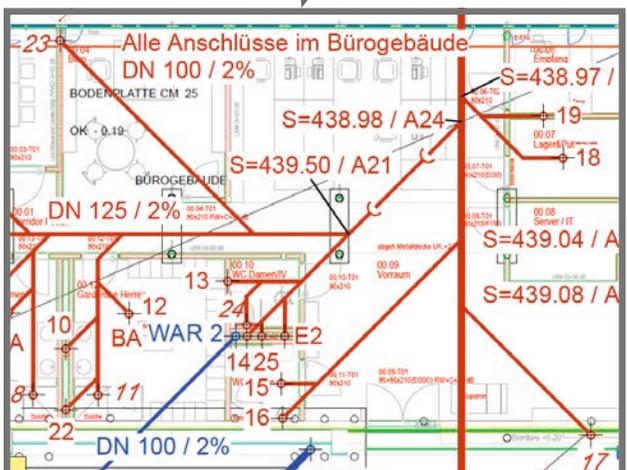
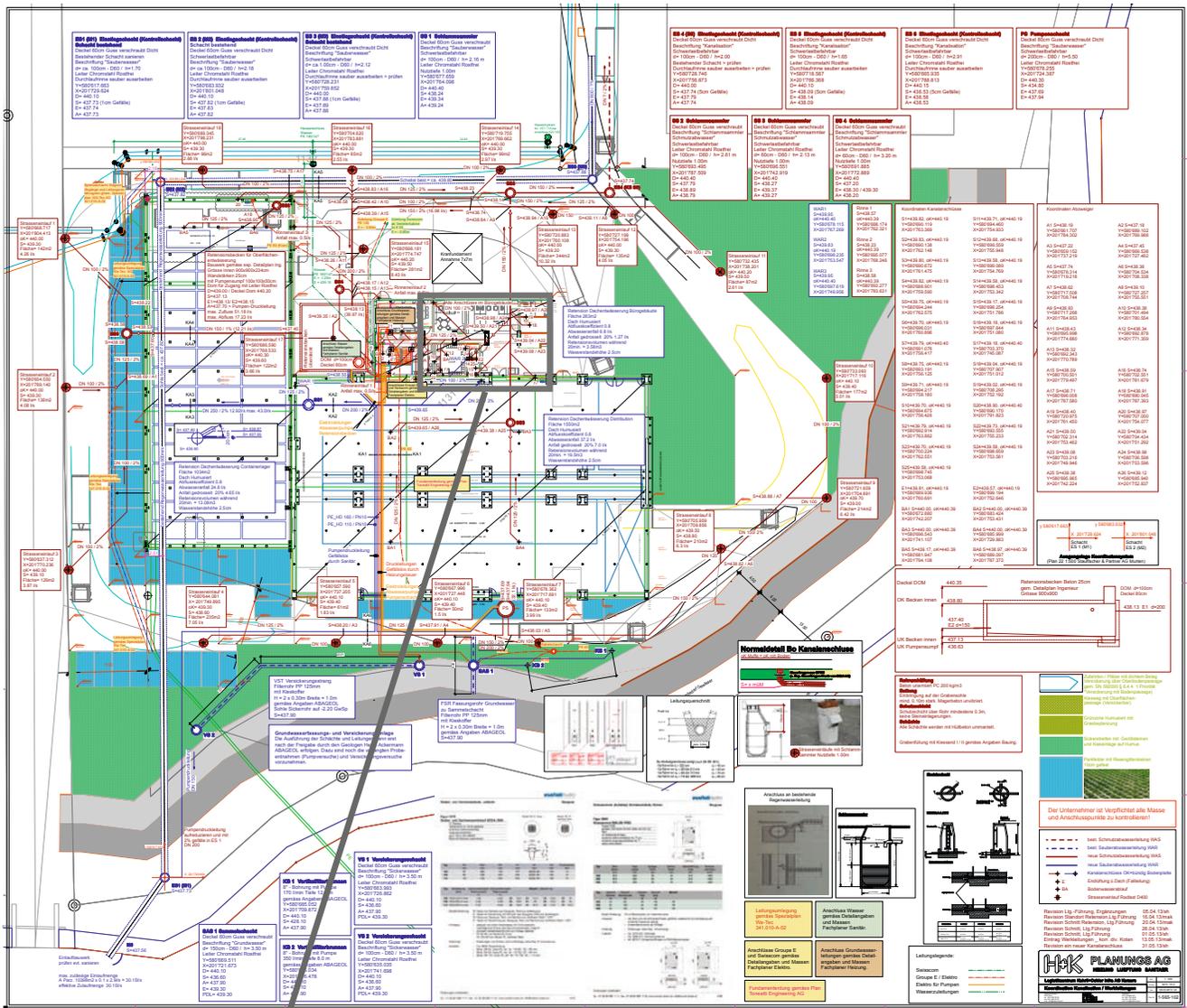
#### Vorgehen Planer

- Festlegen des Datensystems mit dem Geometer
- Übernahme des Einmass-Nullpunktes vom Geometer in den Situationsplan
- Bezeichnen aller für den Bau notwendigen Leitungspunkte auf dem Leitungsplan
- Bestimmen dieser Punkte ab dem Nullpunkt mit den Koordinatenangaben
- Erstellen der Exceltabelle mit allen Bezugspunkten und den zugehörigen Koordinaten
- Der Einfachheit halber sollen die Höhenkoten in derselben Tabelle aufgeführt werden
- Die Tabelle ist im Ausführungsplan aufzuführen und elektronisch abzugeben

#### Vorgehen Installateur/Rohrleitungsbauer

- Festlegen des Nullpunktes mit dem Geometer auf der Baustelle
- Übernahme der Koordinaten ab der Excelliste in das entsprechende Programm
- Einlesen in das Messinstrument
- Einmass und Festlegen der Graben- und Leitungspunkte auf dem Bau
- Erstellen des Rohrleitungsbaus

### Beispiel: Ausführungsplan Leitungssysteme mit Koordinatenvermessung



- Im Plan enthalten sind:
- Grundleitungen (Kanalisation unter der Bodenplatte)
  - Schmutz- und Sauberwasserkanalisationen
  - Pumpendruckleitungen
  - Grundwasserdruckleitungen

Alle Schächte, Einläufe, Anschlüsse und Formstücke sind mit dem vorerwähnten Nummernsystem nach Ziffer und Typ gekennzeichnet.  
Die Position ist dann in der Koordinatenliste ablesbar.

### Devisierung

Das System des Einmasses der Leitungssysteme über GPS ist in den Ausschreibungen anzugeben. Es empfiehlt sich, dafür eine separate Position vorzusehen.

### Textvorschlag:

Pos. 100.009 Einmass der Leitungssysteme mittels GPS und Winkelmessgerät.  
Die Daten sind ab der vom Planer zur Verfügung gestellten Exceltabelle zu übernehmen und in das Programm und den Theodoliten einzulesen.  
Die Besprechungen über die Schnittstellen und das Vorgehen mit dem Geometer und dem Tiefbauspezialisten sind vollumfänglich in die Kosten einzurechnen.

### Schnittstellen

Das planerische Vorgehen und die Bereinigung der Schnittstellen sind im Vorfeld des Planungsbeginns zu besprechen und festzulegen.

Die Projektleitung und die betroffenen Unternehmer sind davon in Kenntnis zu setzen.

### Checkliste

- Entscheid Einmass über GPS mit Projektleitung absprechen
- Absprache Systemwahl mit allfälligen anderen Planern und Ingenieuren
- Programm- und Systemfestlegung, Vorgaben zur Sicherstellung der elektronischen Verarbeitung
- Anfordern der gültigen Situationspläne
- Anfordern des gültigen Nullpunktes
- Projektplanung unter Berücksichtigung aller Werkleitungen und Leitungssysteme
- Planerische Nullpunktfestlegung mit Überprüfung durch die Projektleitung
- Festlegen des Nummerierungssystems mit Zusatzangaben (z. B. gemäss dem vorstehenden Vorschlag)
- Eintrag der Fixpunktnummern
- Erstellen der Koordinatentabelle auf Excel und Ausführungsplan
- Abgabe der Unterlagen auf Papier und elektronisch an die Unternehmer
- Allfällig korrigierte Fixpunkte und Leitungsführungen sind auf den Revisionsplänen minutiös nachzutragen

### Weitere Informationen

- SIA-Norm 405 «Geodaten zu Ver- und Entsorgungsleitungen» vom 01.05.2012
- SIA-Merkblatt 2015 «Objekt- und Darstellungskataloge» / SIA-Merkblatt 2016 «Datenmodelle» / SIA-Merkblatt 2045 «Geodienste»
- Bundesgesetz über Geoinformation (GeoIG) vom 05.10.2007 (Stand 01.10.2009)
- Kantonale Geoinformationsgesetze inkl. deren Verordnungen

### Auskünfte

Für Auskünfte steht Ihnen der Leiter Fachbereich Sanitär | Wasser | Gas von suissetec gerne zur Verfügung:  
Tel. 043 244 73 38  
Fax 043 244 73 78

### Autoren

Dieses Merkblatt wurde durch die Technische Kommission Sanitär | Wasser | Gas erarbeitet.