

# TPS und GPS kombinieren SmartStation und SmartPole Leistungsstarke GNSS-Systeme



- when it has to be **right**

**Leica**  
Geosystems

# Inhaltsverzeichnis

	Seite		Seite
1. TPS Totalstationen und RTK GPS - perfekt kombiniert	1	8. GNSS-Positionierung	27
1.1 GNSS	1	8.1 Navigationslösung	27
2. SmartAntenna, SmartStation, SmartPole	2	8.2 Differentielles GPS (DGPS)	28
2.1 SmartAntenna	2	8.3 RTK, differentielle Phase	28
2.2 SmartStation	2	8.4 SmartCheck für absolute RTK-Zuverlässigkeit	29
2.3 SmartPole	3	8.5 Die Reichweite von RTK	29
2.4 SmartStation und SmartPole - die Unterschiede	4	9. Vor dem Einsatz von SmartStation und/oder SmartPole	30
2.5 Modulare Hardware	4	9.1 Referenzstationen	30
3. Eine kurze Anmerkung zu RTK	5	9.2 Kommunikationsverbindung	30
4. Beispiele für die Messung mit der SmartStation	6	9.3 Koordinatensystem	31
4.1 Topographische Geländeaufnahme	7	9.4 Konfigurationssatz	32
4.2 Leitungsdokumentation im städtischen Gebiet	9	10. Was muss der Anwender über RTK wissen?	33
4.3 Absteckung auf Grossbaustellen	11	10.1 Anzahl der Satelliten	33
5. SmartStation: Drei Methoden zur Orientierung	13	10.2 Hindernisse	34
5.1 Orientierung zu einem bekannten Anschlusspunkt (Bek. Anschluss)	13	10.3 Mehrwegeeffekt	36
5.2 Orientierung zu einem unbekanntem Anschlusspunkt (Setze Azimut)	15	10.4 Reichweite und Genauigkeit von RTK	36
5.3 Orientierung zu einem oder mehreren bekannten Punkten mit Höhenübertragung (Ori & Hö Übertr.)	17	10.5 Standard-Referenzstationen und Referenzstationsnetze	37
6. SmartStation: Post-Processing statt RTK	19	10.5.1 Standard-Referenzstationen	37
7. Beispiele für die Messung mit dem SmartPole	20	10.5.2 Referenzstationsnetze	37
7.1 SmartPole: Stationierung, Orientierung und Höhe	22	10.5.3 SmartStation und SmartPole	37
7.2 Grundstücks- und Detailvermessung	23	10.6 Kommunikation zwischen Referenzstation und SmartStation / SmartPole	38
7.3 Absteckung	25	10.6.1 Funkmodem	38
		10.6.2 Mobilfunk - Telefon	38
		10.6.3 Internet	38
		10.7 Die Anzeige des Positionstyps und der Koordinatenqualität	39
		11. SmartStation und SmartPole -neue Wege in der Vermessung	40

# 1. TPS Totalstationen und RTK GPS - perfekt kombiniert

Zum Arbeiten mit herkömmlichen Totalstationen benötigt man bekannte Anschlusspunkte zur Polygonierung oder Freien Stationierung. Mit Hilfe eines Prismas können Hausecken und unzugängliche Punkte reflektorlos erfasst werden.

Ein RTK GPS-Empfänger kann seine Position innerhalb weniger Sekunden, unter Verwendung von Korrekturdaten einer Referenzstation, die 50 km oder weiter entfernt sein kann, cm-genau bestimmen.

RTK GPS-Rover sind schnell und effizient einsetzbar, aber sie benötigen freie Sicht zum Himmel, um die Satellitensignale empfangen zu können.

**SmartStation und SmartPole kombinieren die TPS-Messung mit cm-genauem RTK GPS und vereinen die besonderen Vorteile beider Systeme.**

SmartStation und SmartPole sind unterschiedliche Systeme und werden auf verschiedene Weise verwendet.

Dieser Leitfaden beschreibt wie man mit SmartStation und SmartPole Punkte misst und absteckt.

Auch das RTK wird auf leicht verständliche Weise für Anwender erklärt, die bislang nicht mit GPS gearbeitet haben.

## 1.1 GNSS

Die SmartAntenna ist ein GNSS(Global Navigation Satellite System)-Empfänger und wird für die SmartStation und den SmartPole verwendet. Zum GNSS gehören das amerikanische GPS, das russische GLONASS und andere Satellitensysteme wie EGNOS und WAAS.

GPS ist das Hauptsystem. In diesem Leitfaden wird der Begriff GPS verwendet.



*SmartStation*



*SmartPole*

## 2. SmartAntenna, SmartStation, SmartPole

### 2.1 SmartAntenna

Die SmartAntenna ist ein kleiner, leichter, kompakter Zweifrequenz-GNSS-Satellitenempfänger. Die SmartAntenna wird für die SmartStation und den SmartPole eingesetzt. Es gibt zwei unterschiedliche Versionen: Eine unterstützt nur den Empfang von GPS, die andere unterstützt den Empfang von GPS- und GLONASS-Satelliten.

### 2.2 SmartStation

Die SmartStation besteht aus einer TPS1200 Totalstation und einer SmartAntenna. Alle Steuerbefehle, Anzeigen, Funktionen, der Betrieb und die Berechnungen von GPS erfolgen am Tachymeter. TPS und GPS sind perfekt in dieser Einheit integriert.

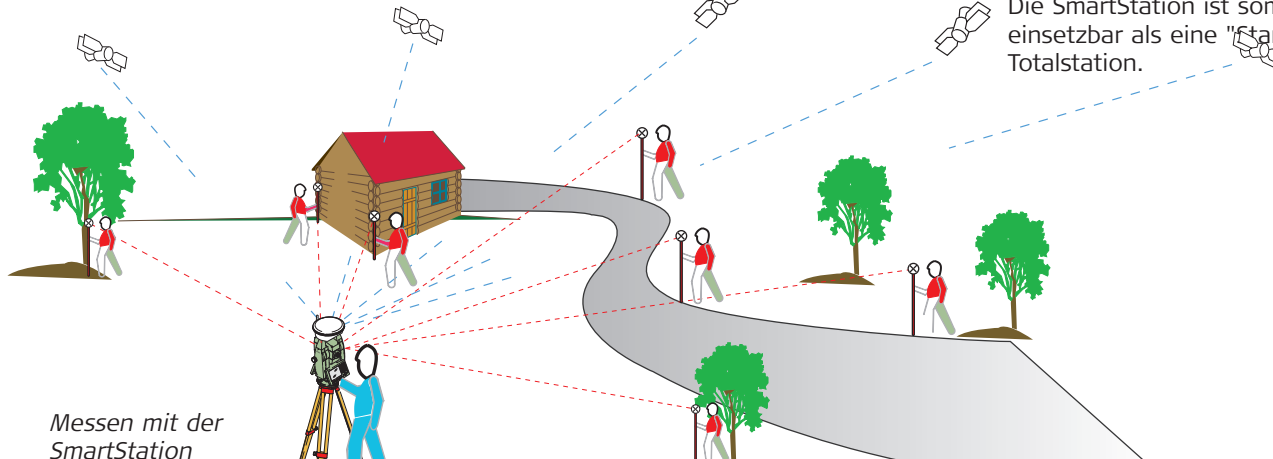
Mit der SmartStation brauchen Sie keine Anschlusspunkte und die Positionierung über Anschlusspunkte ist hinfällig.

Lange Polygonzüge und Freie Stationierungen zur Positionsbestimmung erübrigen sich.

Mit einer SmartStation gehen Sie einfach wie folgt vor:

- Aufstellen an einem beliebigen Ort
- Bestimmen der Position mit RTK GPS, cm-genau in wenigen Sekunden
- Aufmass und Absteckung mit der Totalstation

Die SmartStation ist somit viel flexibler einsetzbar als eine "standard"-Totalstation.



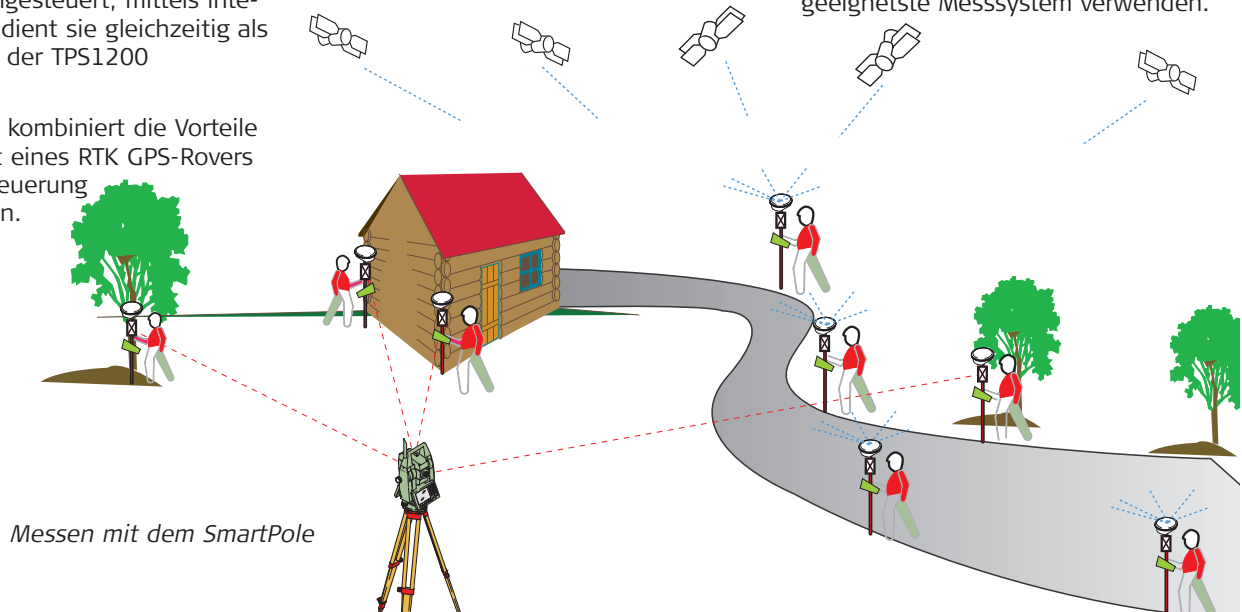
## 2.3 SmartPole

Der SmartPole besteht aus einem neuen, leichtgewichtigen Lotstab, an dem die SmartAntenna, ein präzises 360°-Prisma und die RX1250T Bedieneinheit angebracht sind. Mit der RX1250T wird die SmartAntenna über Bluetooth® angesteuert, mittels integriertem Funk dient sie gleichzeitig als Fernsteuerung der TPS1200 Totalstation.

Der SmartPole kombiniert die Vorteile und Flexibilität eines RTK GPS-Rovers mit der Fernsteuerung der Totalstation.

Mit dem SmartPole können Sie Anschlusspunkte mit RTK beliebig wählen und diese gleichzeitig mit der Totalstation messen, um die Standpunktkoordinaten mittels Freier Stationierung zu ermitteln.

Sie können Punkte mit RTK GPS und/oder der Totalstation im Ein-Mann-Betrieb messen und abstecken. Abhängig vom Gelände, der Bebauung und anderen topografischen Begebenheiten können Sie das geeignetste Messsystem verwenden.



Messen mit dem SmartPole

## 2.4 SmartStation und SmartPole - die Unterschiede

Obwohl SmartStation und SmartPole die Möglichkeit zur Messung mit RTK GPS und einer Totalstation vereinen, sind die Einsatzmethoden der beiden Systeme völlig verschieden.

Mit der **SmartStation** wird die gesamte Messung an der Totalstation durchgeführt. Die SmartStation eignet sich deshalb auch für nicht motorisierte TPS1200 Totalstationen.

Mit dem **SmartPole** hingegen wird die Messung direkt am Lotstab ausgeführt. Da die Totalstation von der RX1250T aus fernbedient wird, eignet sich dieses System bestens für den Ein-Mann-Betrieb. Es können Winkel- und Streckenmessungen und/oder RTK GPS-Messungen durchgeführt werden.

Der SmartPole ist ideal für motorisierte Totalstationen und bietet absolute Flexibilität.

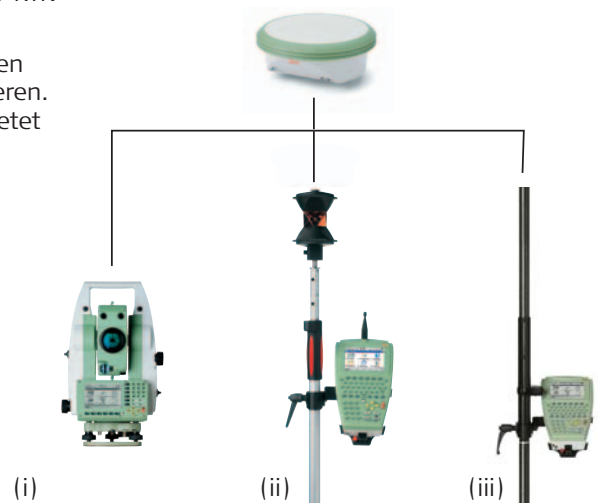
Welches System Sie auch verwenden, Sie sparen erheblich Zeit, arbeiten effizienter, reduzieren Kosten und erhöhen Ihren Gewinn.

## 2.5 Modulare Hardware

Wahlweise kann die SmartAntenna für folgende Aufstellungsvarianten verwendet werden:

- (i) auf der TPS1200 Totalstation für die SmartStation
- (ii) auf dem Lotstab mit 360°-Prisma und RX120(T) für den SmartPole
- (iii) auf dem Lotstab mit einer RX1250 als unabhängiger RTK GPS Rover, SmartRover

Sie können diese Komponenten beliebig miteinander kombinieren. Die gemeinsame Hardware bietet höchste Flexibilität.



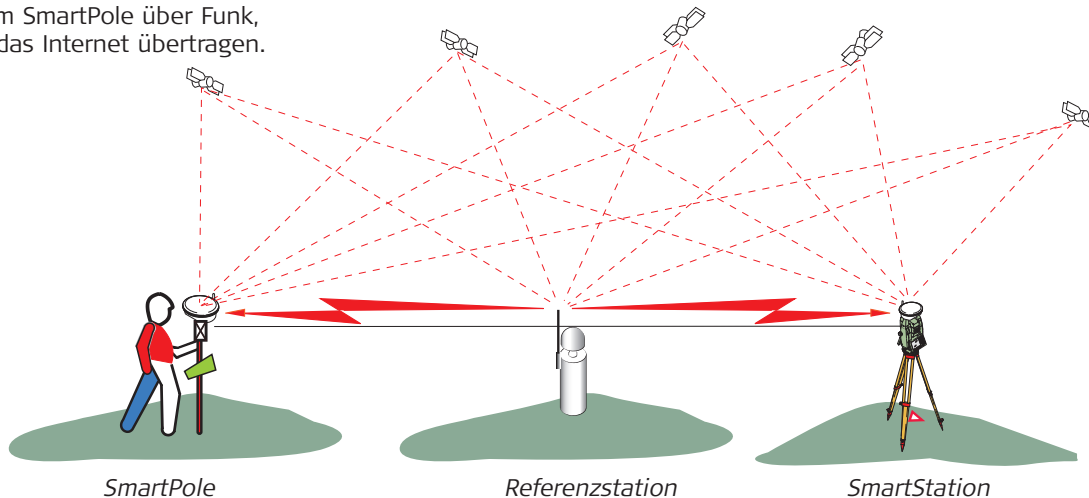
### 3. Eine kurze Anmerkung zu RTK

Um mit der SmartStation und dem SmartPole eine Position mit RTK ermitteln zu können, muss die SmartAntenna Signale von Satelliten und zusätzlich Korrekturdaten von einem Referenzempfänger empfangen, der über einem bekanntem Punkt steht.

Die Korrekturdaten werden von der Referenzstation zur SmartStation und/oder zum SmartPole über Funk, Handy oder das Internet übertragen.

Als Referenz steht meistens eine öffentliche GPS-Referenzstation zur Verfügung, welche die Daten an alle mobilen GPS-Empfänger in der Umgebung übermittelt. Es kann aber auch mit einem eigenen Referenzempfänger gearbeitet werden, der über einem bekanntem Punkt steht und mit der SmartStation oder dem SmartPole kommuniziert.

RTK steht für „Real Time Kinematic“. RTK-Messungen sind heute sehr schnell und zuverlässig. Mit RTK bestimmen SmartStation und SmartPole die Position normalerweise innerhalb weniger Sekunden cm-genau.



## 4. Beispiele für die Messung mit der SmartStation

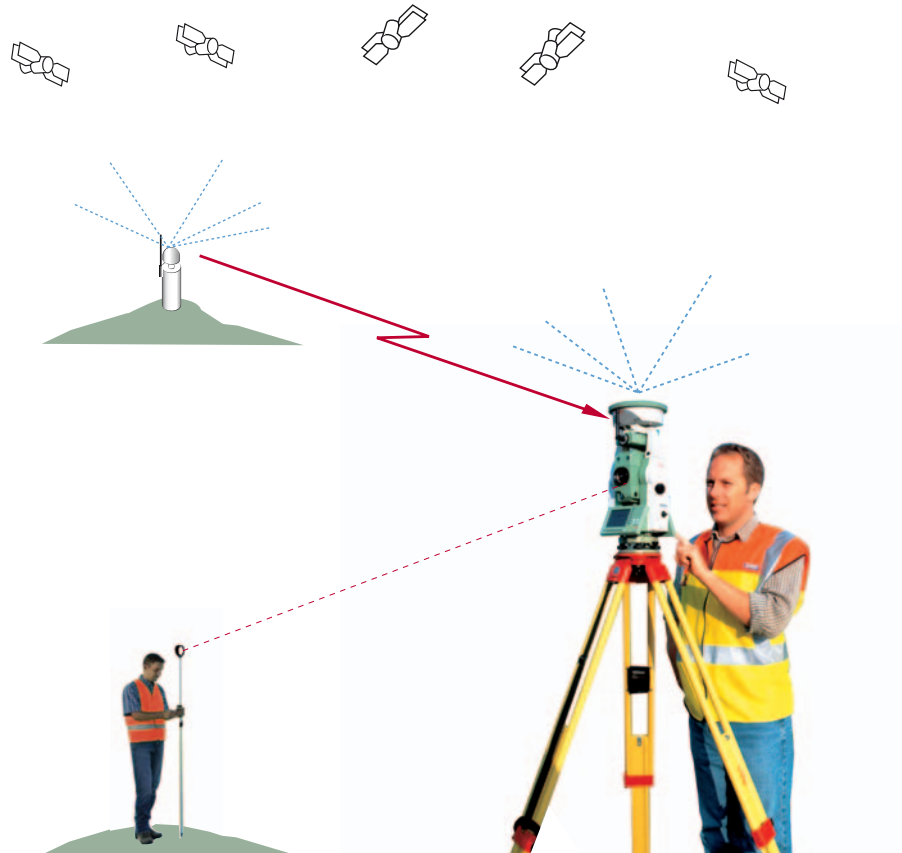
Bei einer SmartStation wird die SmartAntenna auf die TPS1200 Totalstation aufgesetzt. Der Anwender kann damit alle Messungen ausführen.

Da die Position der SmartStation mit RTK GPS bestimmt wird, sind keine Anschlusspunkte nötig. Sie stellen die SmartStation an einer geeigneten Stelle auf. Zur Orientierung stehen Ihnen mehrere Methoden zur Verfügung.

Bedingt durch den Stativaufbau ist der RTK GPS-Empfang stabiler als bei einem RTK Lotstock-Aufbau. Diese Stabilität unterstützt die RTK-Berechnung und erhöht die Reichweite zur Referenzstation.

Mit RTK bestimmt die SmartStation die Standpunktkoordinaten normalerweise innerhalb weniger Sekunden cm-genau, bei einer Entfernung von 50 km oder mehr zur Referenzstation.

Die folgenden Beispiele zeigen den Einsatz der SmartStation und die Vorteile gegenüber einer „Standard“-Totalstation.





## 4.1 Topographische Geländeaufnahme

### Aufgabe

Sie sollen eine Geländeaufnahme in einem wenig erschlossenem Gebiet durchführen. Wegen der Bäume, der Vegetation und der Arbeitsweise ist eine Totalstation für diese Aufgabe der Detailvermessung besser geeignet als ein RTK GPS-Rover.

Leider sind im Messgebiet keine Anschlusspunkte zur Stationierung der Totalstation vorhanden oder zerstört. In 40 km Entfernung befindet sich eine GPS-Referenzstation die Korrekturdaten an RTK GPS-Rover übermittelt.

### Arbeitsweise mit einer „Standard“-Totalstation

Sie bestimmen mehrere Anschlusspunkte im Messgebiet mit einer Standard-GPS-Ausrüstung und übertragen die Koordinaten auf die Totalstation. Sie stellen die Totalstation über einem der Kontrollpunkte auf und orientieren das Instrument zu einem anderen bekannten Punkt. Anschliessend führen Sie die Detailmessung durch.

Die Punkte müssen dabei zwei Mal besetzt werden, einmal mit GPS und dann mit der Totalstation. Es sind zwei Ausrüstungen erforderlich und eventuell zwei Mess-Teams.

### Arbeitsweise mit der SmartStation

Sie stellen die SmartStation an einer geeigneten Stelle mit freier Sicht zum Himmel auf.

Auf dem ersten Standpunkt P1 bestimmen Sie die Position mit RTK. Sie orientieren sich zu einem zweiten - noch unbekanntem - Punkt P2, der später auch als Standpunkt genutzt wird, messen die Detailpunkte von P1 aus.

Anschliessend setzen Sie die SmartStation auf P2 und bestimmen erneut die Position mit RTK.

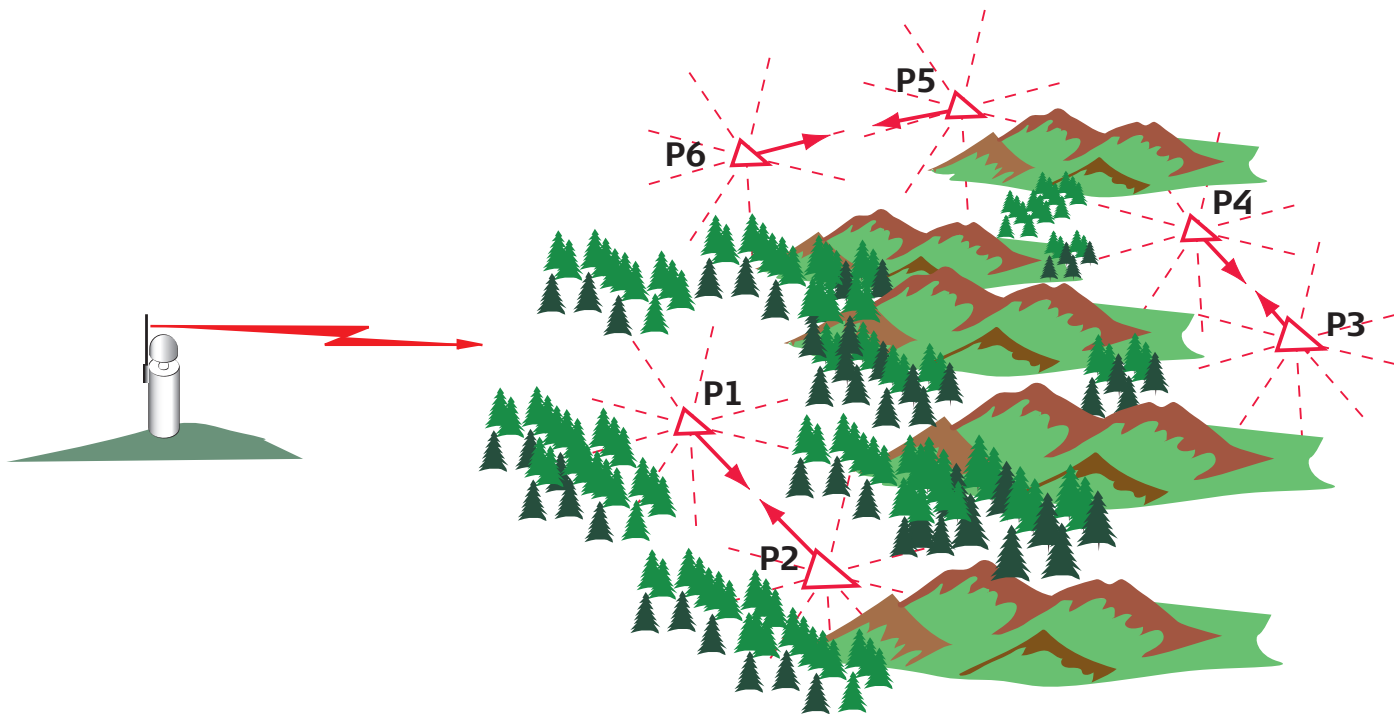
**Da nun der Richtungswinkel P1-P2 bekannt ist, berechnet die SmartStation nun automatisch alle Detailpunkte der ersten Aufstellung (P1) neu, nach der tatsächlichen Orientierung.**

Sie orientieren die Totalstation zu P1 und beginnen mit dem Detailaufmass am Standpunkt P2.

Mit dieser Methode führen Sie weitere Messungen aus.

### Die Vorteile

- Es ist keine Polygonierung erforderlich
- Erforderliche Standpunkte können, wo benötigt, mit RTK bestimmt werden
- Punkte müssen nur einmal besetzt werden
- Zur Messung genügt eine SmartStation-Ausrüstung
- Es wird nur ein Mess-Team benötigt
- Die Neuberechnung führt die SmartStation automatisch aus
- Konstant hohe Genauigkeit
- Die Messung kann in kurzer Zeit ausgeführt werden



## 4.2 Leitungsdokumentation im städtischen Gebiet

### **Aufgabe**

Sie sollen die Koordinaten von Schächten, Abdeckungen, Hydranten, Verteilerkästen usw. der Wasserversorgung, Gas- und Elektrizitätsanlagen ermitteln. Hohe Gebäude und Bäume entlang der Strassen erschweren den Einsatz eines GPS-Rovers. Da sich viele der zu vermessenden Objekte nahe an Gebäuden oder unter Bäumen befinden, können diese nur mit einer Totalstation bestimmt werden. Die Stadt betreibt ein öffentliches GPS-Referenznetzwerk.

### **Arbeitsweise mit einer „Standard“-Totalstation**

Es sind Anschlusspunkte vorhanden, aber wegen regen Verkehrs, parkender Fahrzeuge und anderer Hindernisse ist es schwierig dort die Totalstation aufzubauen und sich zwischen den Punkten zu orientieren. Wenn eine „Standard“-Totalstation verwendet wird, ist es nötig, Polygonzüge in einer sehr schwierigen Umgebung zu messen. Dies setzt eine umfassende Vorplanung und Improvisation beim Messen voraus. Umständliche und langwierige Messung sind die Folge.

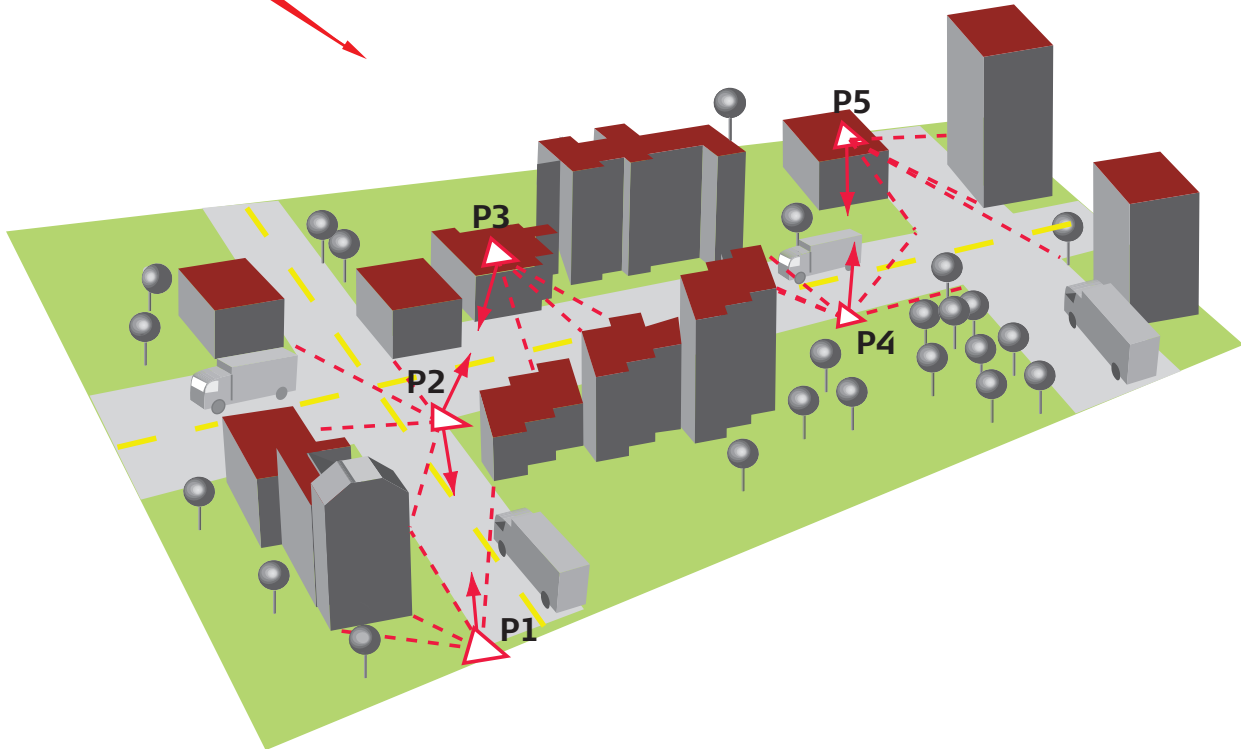
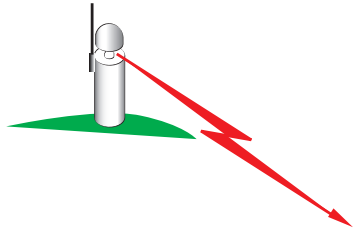
### **Arbeitsweise mit der SmartStation**

Sie bauen die SmartStation dort auf, wo ein GPS-Empfang möglich ist, z. B. Strassenkreuzungen, Freiflächen oder auch Flachdächer. Sie bilden Paare oder Gruppen mit SmartStation-Standpunkten (z.B. P1-P2, P2-P3 und P4-P5, siehe Grafik Seite 10) wie im vorigen Beispiel beschrieben. Sie messen Winkel und Strecken zu den Objektpunkten.

**Die SmartStation berechnet die endgültigen Koordinaten der Detailpunkte automatisch, auch wenn die korrekte Orientierung des Hz-Winkels erst nach der Messung bestimmt werden kann.**

### **Die Vorteile**

- Es werden keine Anschlusspunkte benötigt
- Keine umständlichen Polygonzüge
- Standpunkte werden mit RTK GPS bestimmt
- Automatische Neuberechnung aller Detailpunkte
- Konstant hohe Genauigkeit
- Schnelle und flexible Messausführung
- Einfach und zeitsparend



## 4.3 Absteckung auf Grossbaustellen

### Aufgabe

Für die Absteckung müssen eine grosse Anzahl an Messpunkten gesetzt und viele Objekte eingemessen werden. Es bestehen Anschlusspunkte, die jedoch oft zerstört oder durch Baumaterial und Baufahrzeuge unzugänglich sind.

Eine GPS-Referenzstation ist vorhanden. Aufgrund von Abschattungen und der Bauart ist eine Absteckung mit RTK häufig nicht möglich.

### Arbeitsweise mit einer „Standard“-Totalstation

Die Absteckung mit einer Totalstation ist möglich, aber schwierig und zeitintensiv. Polygonzüge müssen um die Baustelle gelegt werden, um die Hindernisse zu umgehen. Es müssen auch Hilfspunkte für die Absteckung gesetzt werden. Der Arbeitsablauf muss ständig geprüft werden. Ausrüstung und Material müssen aus dem Weg geräumt werden. Dadurch werden die Vermessung und der Baubetrieb behindert.

### Arbeitsweise mit der SmartStation

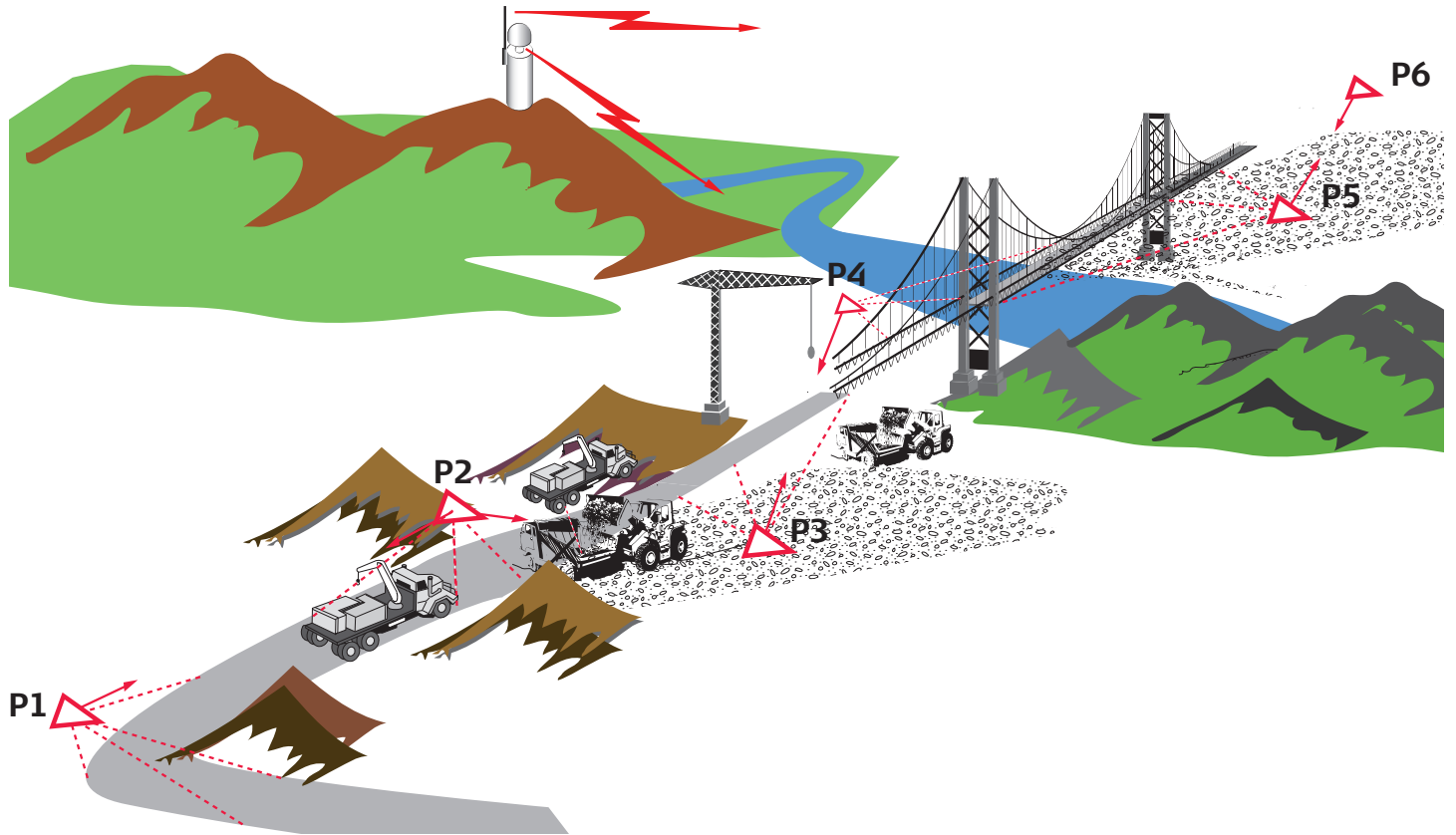
Es sind keine Anschlusspunkte erforderlich. Stellen Sie die SmartStation an einer günstigen Stelle auf. Bestimmen Sie die Position mit RTK.

Sie wählen einen Punkt P1 und bestimmen die Koordinaten mit RTK. Sie stellen einen zweiten Punkt P2 auf und verwenden Punkt P1 als Orientierung. Jetzt stecken Sie vom Punkt P2 aus ab.

Arbeiten Sie auf diese Weise weiter, indem Sie Punktepaare oder Punktgruppen bilden. Da die Positionen mit RTK bestimmt werden, müssen die Punktgruppen untereinander nicht durch Messungen von der Totalstation verbunden sein.

### Die Vorteile

- Beliebige Standpunktwahl
- Keine Anschlusspunkte erforderlich
- Keine Polygonierung
- RTK bestimmt die Positionen
- Geringe Zwänge/Einschränkungen
- Schnellere Absteckung
- Schnellerer Baubetrieb
- Konstant hohe Genauigkeit



## 5. SmartStation: Drei Methoden zur Orientierung

GPS berechnet die Koordinaten und die Höhe der SmartStation-Standpunkte. Der Horizontalwinkel muss durch das Anzielen eines oder mehrerer Anschlusspunkte gesetzt werden. Für eine optimale Orientierung soll der Punkt (oder die Punkte) möglichst weit vom Standpunkt entfernt sein, um eine entsprechende Genauigkeit zu erreichen. Es gibt drei Methoden zur Orientierung:

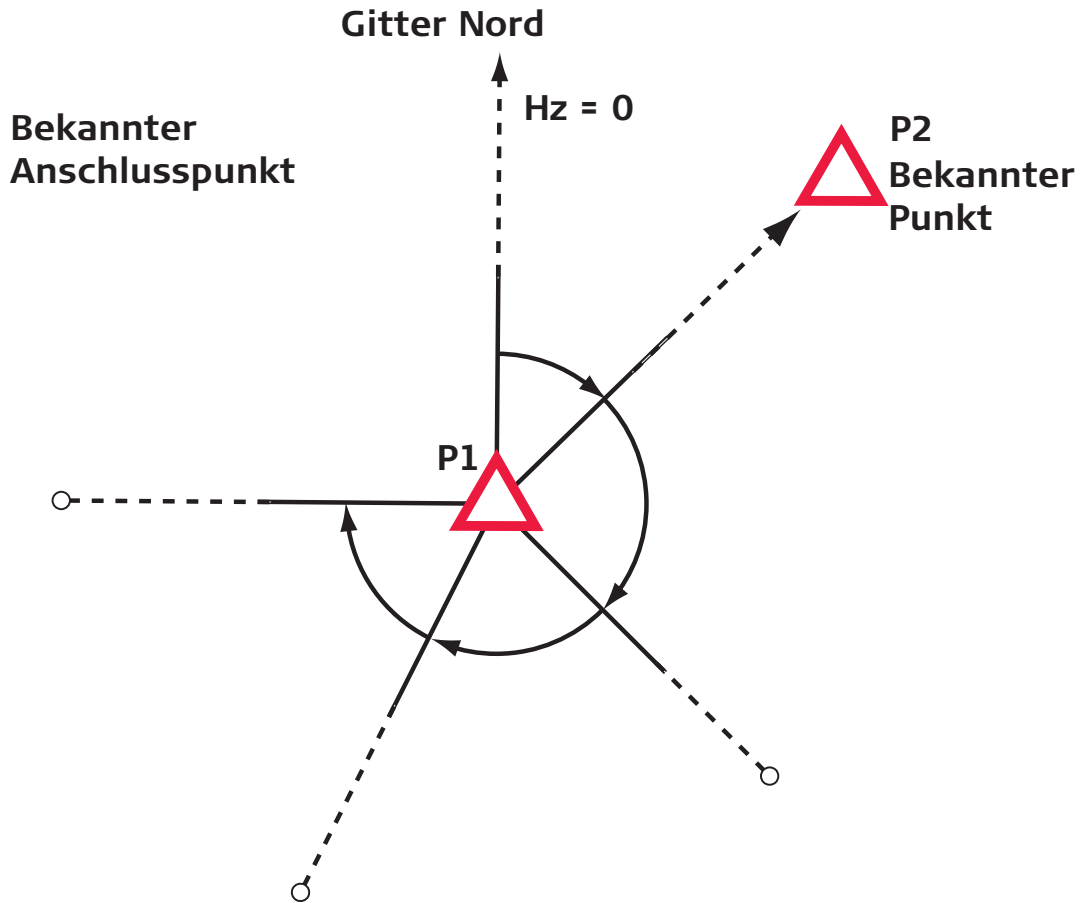


### 5.1 Orientierung zu einem bekannten Anschlusspunkt (Bek. Anschluss)

Wählen Sie als ersten Standpunkt einen beliebigen Punkt P1 mit Sichtverbindung zum Punkt P2, dessen Koordinaten bekannt sind. Die Standpunktkoordinaten des unbekanntes Punktes P1 bestimmen Sie mit GPS. Anschliessend orientieren Sie die SmartStation zum bekannten Punkt P2, dessen Koordinaten am Instrument gespeichert sind. Die SmartStation berechnet den Richtungswinkel P1-P2 und setzt den Horizontalkreis entsprechend. Jetzt können Sie mit der Winkel- und Streckenmessung oder der Absteckung beginnen.

P2 kann ein Fernziel oder ein Anschlusspunkt sein, dessen Koordinaten im Speicher der SmartStation hinterlegt sind. P2 kann auch ein Punkt sein, dessen Koordinaten mit der SmartStation mittels GPS vorher bestimmt wurden.

Bei Anwendung dieser Methode werden die Lagekoordinaten (O, N) und die Höhe (H) mittels RTK bestimmt.





## 5.2 Orientierung zu einem unbekanntem Anschlusspunkt (Setze Azimut)

Bei dieser Methode erfolgt die Orientierung zu einem Punkt, dessen Koordinaten später bestimmt werden.

Sie stellen die SmartStation auf einem Punkt P1 auf und bestimmen die Position mit RTK. Sie zielen einen zweiten Punkt P2 an, die Koordinaten von Punkt P2 sind zu diesem Zeitpunkt noch nicht bestimmt.

Nun können Sie bereits Punkte von P1 aus messen. Beachten Sie jedoch, dass die Richtung von P1 nach P2 noch nicht bekannt ist, die Horizontalkreisablesungen (Richtungen) und deshalb die Koordinaten der gemessenen Punkte noch nicht die endgültigen sind.

Nachdem Sie alle Detailpunkte von P1 aus gemessen haben, wechseln Sie zum Standpunkt P2.

Stellen Sie die SmartStation auf P2 auf und bestimmen Sie die Position mit RTK.

Die SmartStation führt folgende Schritte automatisch durch:

- Berechnung der Richtung von P1 nach P2 und von P2 nach P1.
- Anbringen der korrekten Richtung von P1 nach P2 an alle Messungen, die von P1 ausgeführt worden sind und Neuberechnung der richtigen Koordinaten.

Sie orientieren zu P1. Die Ablesung des Horizontalkreises wird von der SmartStation korrekt gesetzt. Sie können nun die Detailpunkte von P2 aus messen.

Sie müssen den Punkt P2 nicht unmittelbar nach P1 besetzen und bestimmen. Die Koordinaten von P2 können Sie zu jeder Zeit bestimmen (oder eingeben). Sobald die Koordinaten von P2 bestimmt (oder eingegeben) wurden, wird die SmartStation die Koordinaten aller von P1 aus gemessenen Punkte neu berechnen.

**Der Vorteil dieser Methode ist, dass es nicht notwendig ist, Anschlusspunkte vor dem Beginn der Messung zu bestimmen. Sie stellen die SmartStation an einer geeigneten Stelle auf und beginnen mit der Arbeit.**

**Sie legen die Standorte der Anschlusspunkte so fest, dass Sie von diesen alle Detailpunkte erfassen können.**

Bei dieser Methode werden die Lagekoordinaten (O, N) und die Höhe (H) durch RTK bestimmt.

Beachten Sie, dass diese Methode nicht für die Absteckung geeignet ist. Dafür ist eine der beiden anderen Methoden (5.1 oder 5.3) zu verwenden. Für die Absteckung muss mindestens ein Punkt zur Orientierung vorhanden sein.



## 5.3 Orientierung zu einem oder mehreren bekannten Punkten mit Höhenübertragung (Ori & Hö Übertr.)

Diese Methode ist ähnlich wie in 5.1 beschrieben, bietet jedoch folgende zusätzliche Optionen:

- Die Orientierung kann zu einem oder mehreren Punkten durchgeführt werden (maximal 10 Punkte)
- Die Höhe des Standpunktes kann von einem oder mehreren der Anschlusspunkte abgeleitet werden (Höhenübertragung von Anschlusspunkten)
- Es kann die durch RTK bestimmte Höhe übernommen werden.

Sie stellen die SmartStation auf P1 auf und bestimmen die Position mit RTK. Sie können nun einen oder mehrere Anschlusspunkte (bis zu 10) anzielen. Diese können folgende Eigenschaften haben:

- Lagekoordinaten (O, N) und Höhe (H)
- Nur Lagekoordinaten (O, N)
- Nur Höhe (H)

Wenn ein Anschlusspunkt nur eine Höhe besitzt (z. B. ein Höhenbolzen), muss die Strecke gemessen werden.

Nach dem Betätigen der Taste RECHN (Berechnung) führt die SmartStation folgendes aus:

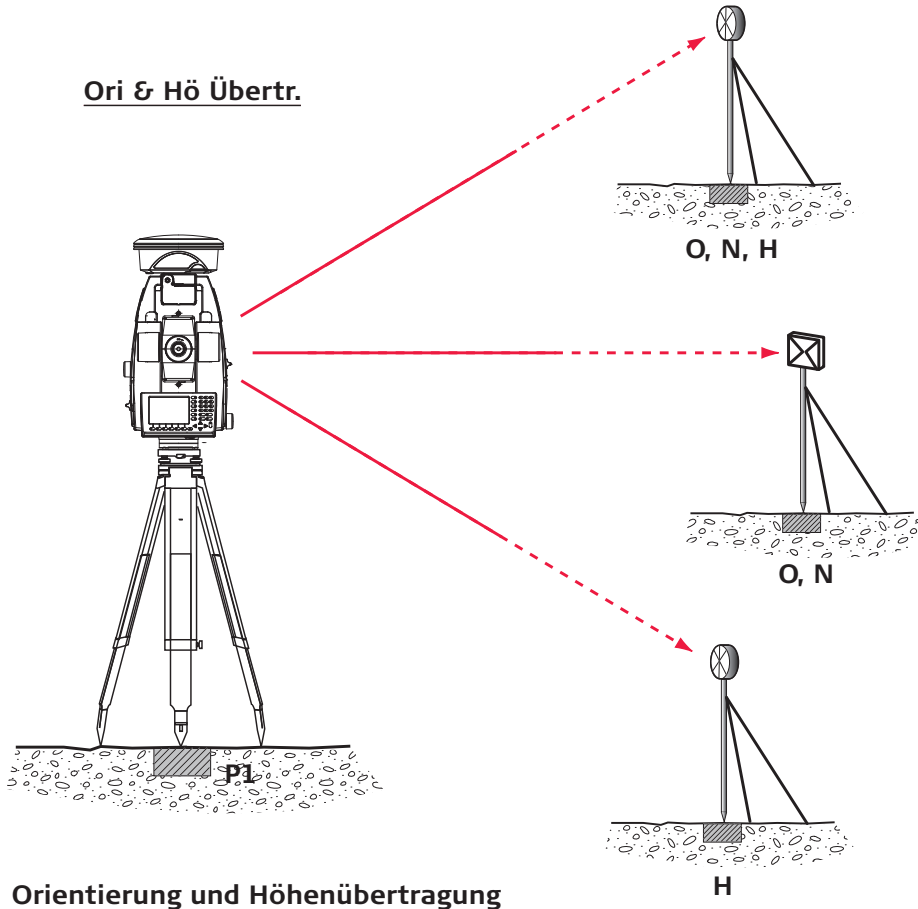
- Setzen des Horizontalkreises basierend auf der Orientierung zu allen diesen Punkten
- Berechnung der Standpunkthöhe von P1 aus den Höhen der Anschlusspunkte

Bei dieser Methode werden die Lagekoordinaten (O, N) durch RTK bestimmt. Sie können die berechnete Höhe (H) aus den Anschlusspunkten oder die durch RTK ermittelte Höhe übernehmen. Diese Methode der Orientierung bietet Ihnen viele Möglichkeiten und absolute Flexibilität.

Sie können nun mit der SmartStation Winkel und Strecken messen, Punkte aufmessen und abstecken.

Wenn sich die Höhen auf eine bestimmte Höhe für dieses Messgebiet beziehen sollen, z.B. für Bewässerung, Kanalisation, Wasserbau, Bauwesen oder Ingenieurvermessung, kann es vorteilhaft sein, die Höhe zu übernehmen, die durch die Anschlusspunkte berechnet wurde.

Ori & Hö Übertr.



**Orientierung und Höhenübertragung**

## 6. SmartStation: Post-Processing statt RTK

Es kann vorkommen, dass in entlegenen Gebieten keine GPS-Referenzstationen zur Übermittlung von Korrekturdaten zur Verfügung stehen. Für diesen Fall kann zur Berechnung der Standpunktkoordinaten der SmartStation das Post-Processing eingesetzt werden.

Sie führen die Messung wie im Abschnitt 4 beschrieben aus. Anstatt mit RTK zeichnen Sie die von der SmartStation/SmartAntenna empfangenen Satellitendaten (Rohdaten) auf.

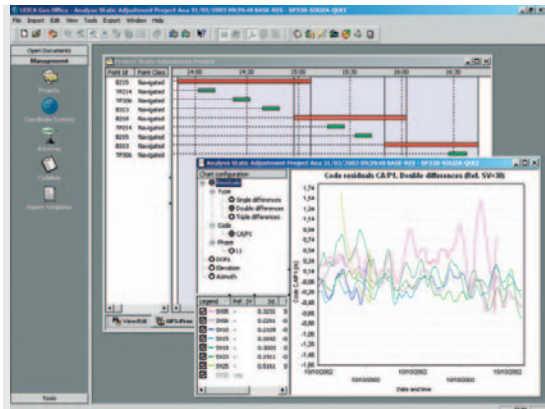
Mit der Bürosoftware Leica Geo Office können Sie über das Internet die Daten von verfügbaren Referenzstationen herunterladen.

Anschließend bestimmen Sie in Leica Geo Office die Standpunktkoordinaten der SmartStation, in dem Sie die Basislinien der Standpunkte zu den Referenzstationen berechnen.

Leica Geo Office berechnet dann alle Koordinaten der Detailpunkte neu, die mit der SmartStation gemessen wurden.

Um sicher zu gehen, dass die Berechnung der Standpunktkoordinaten der SmartStation in cm-Genauigkeit erfolgt - d.h. dass die Mehrdeutigkeiten im Post-Processing gelöst werden - ist es wichtig, die Standpunkte möglichst lange zu besetzen.

Es ist ratsam, die SmartStation-Standpunkte zu vermarken. Sie können dann den Standpunkt, falls notwendig, erneut zum Aufzeichnen weiterer Rohdaten besetzen.



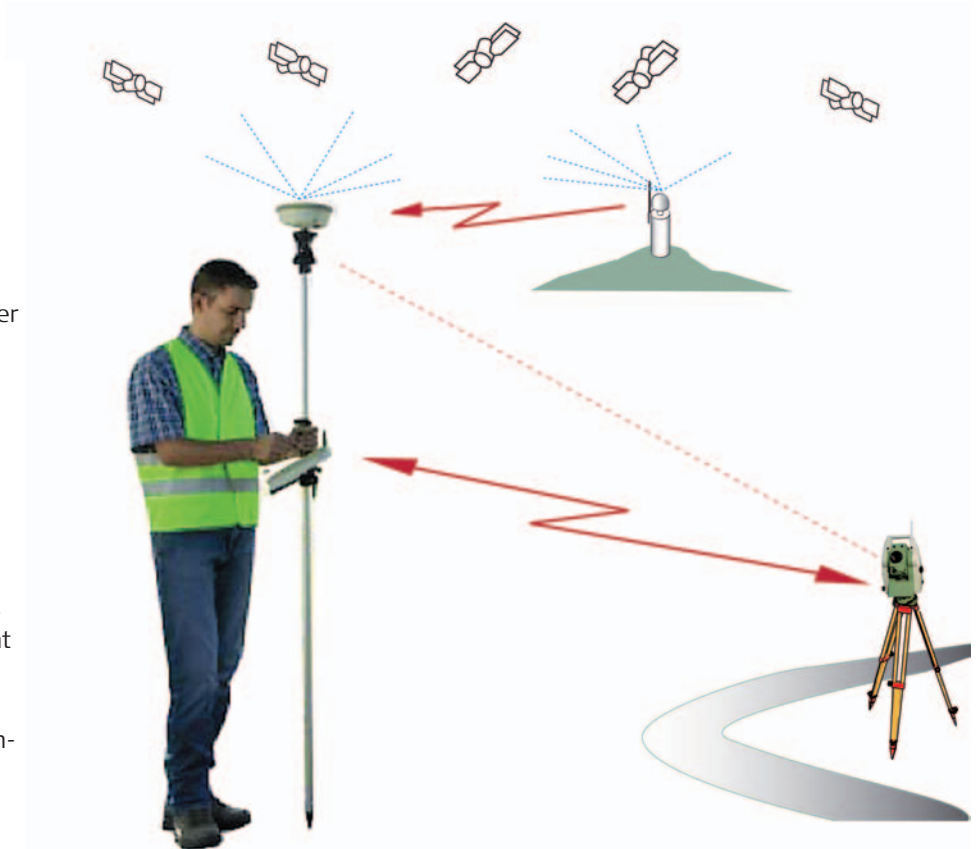
# 7. Beispiele für die Messung mit dem SmartPole

Obwohl SmartStation und SmartPole die Möglichkeit zur Messung mit RTK GPS und einer Totalstation vereinen, sind die Einsatzmethoden der beiden Systeme völlig verschieden.

Mit dem SmartPole wird die gesamte Messung am Lotstab ausgeführt. Der Anwender kann dabei - je nach örtlicher Begebenheit - stets zwischen der Messung mit RTK GPS oder der Totalstation wählen. Die Totalstation wird fernbedient.

Der SmartPole besteht aus einem neuen, leichtgewichtigen Lotstab, an dem die SmartAntenna, ein präzises 360°-Prisma und die RX1250T/RX1250Tc Bedieneinheit angebracht sind. Mit der RX1250T wird die SmartAntenna über Bluetooth® angesteuert, mittels integriertem Funk dient sie gleichzeitig als Fernsteuerung der TPS1200 Totalstation.

SmartPole ist ein komplettes Ein-Mann-Vermessungssystem und unterstützt die Messung von RTK GPS mit der Messung einer motorisierten



Totalstation. Die Software für GPS und TPS einschliesslich der Anwendungsprogramme befinden sich in der RX1250T/ RX1250Tc Bedieneinheit.

Zur Messung mit dem SmartPole sind keine Anschlusspunkte erforderlich. Sie bauen die Totalstation an einer günstigen Stelle auf und können mit dem SmartPole sofort mit der Messung beginnen. Sie können RTK GPS- oder tachymetrische Messungen durchführen. Abhängig von den zu messenden Punkten können Sie die für Sie bequemere Methode wählen.

**Während der Messung mit SmartPole sind jederzeit Messungen mit RTK GPS und der Totalstation möglich. In der**

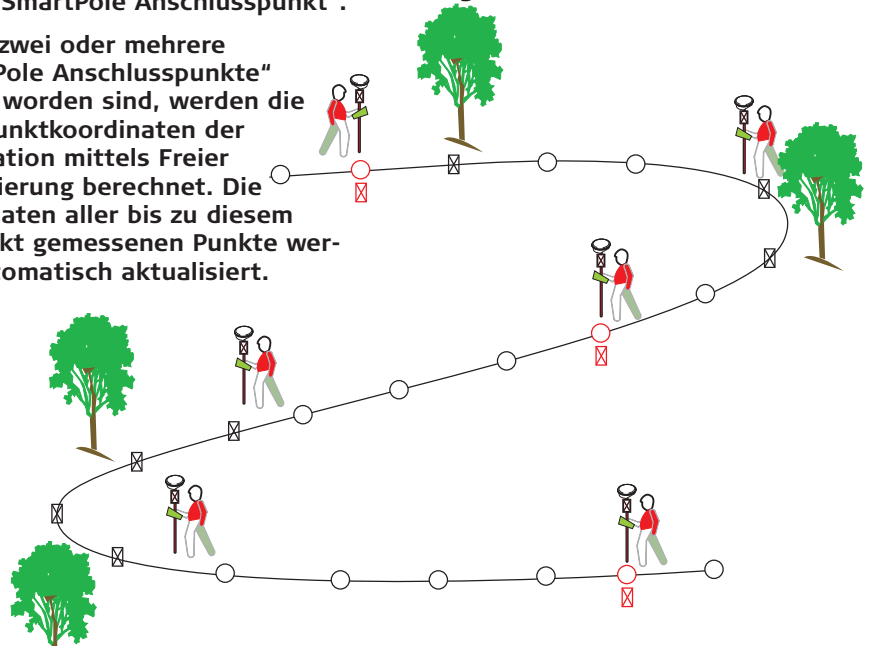
**Ruheposition des Lotstabs können Koordinaten mit RTK gemessen und Winkel- und Streckenmessungen zum 360°-Reflektor durchgeführt werden. Ein Punkt, der mit RTK und der Totalstation gemessen wird, heisst „SmartPole Anschlusspunkt“.**

**Sobald zwei oder mehrere „SmartPole Anschlusspunkte“ erfasst worden sind, werden die Standpunktkoordinaten der Totalstation mittels Freier Stationierung berechnet. Die Koordinaten aller bis zu diesem Zeitpunkt gemessenen Punkte werden automatisch aktualisiert.**

Mit dem SmartPole lassen sich alle Messungen durchführen und er bietet absolute Flexibilität.

Die Kapitel 7.2 und 7.3 enthalten Beispielmessungen mit dem SmartPole und zeigen die Vorteile auf.

- mit RTK gemessener Punkt
- ⊠ mit TPS gemessener Punkt
- ⊠ „SmartPole Anschlusspunkt“



## 7.1 SmartPole: Stationierung, Orientierung und Höhe

Die Koordinaten und Orientierung der Totalstation werden durch Winkel- und Streckenmessungen zu mindestens zwei „SmartPole Anschlusspunkten“ bestimmt. Halten Sie während der Messung mit RTK und der Totalstation den Lotstab ruhig und vertikal.

Die Messung mehrerer „SmartPole Anschlusspunkte“ erhöht die Genauigkeit der Standpunktkoordinaten der Totalstation. Die „SmartPole Anschlusspunkte“ sollten gleichmässig verteilt und genügend weit von der Totalstation entfernt sein.

Die Lagekoordinaten (O, N) der Totalstation basieren auf RTK-Messungen, d.h. auf RTK-Koordinaten, die der SmartPole liefert.

Auch die Höhenkoordinate (H) der Totalstation basiert auf RTK.

Die Berechnung der Freien Stationierung gibt Ihnen die Möglichkeit, die Höhen (H) der Totalstation unabhängig von einem bestimmten Bezugspunkt zu ermitteln (z.B. Höhenbolzen). Dies kann vorteilhaft sein, wenn sich die Höhen auf eine bestimmte örtliche Höhe beziehen müssen.



## 7.2 Grundstücks- und Detailvermessung

### **Aufgabe**

Sie müssen eine Grundstücks- und Detailvermessung einschliesslich der Grenzpunkte durchführen. Die Gebäudeecken und Grenzpunkte in der Nähe von Hecken und Bäumen können bequem mit der Totalstation erfasst werden. Ist ein Teil des Messgebietes abschattungsfrei, können die Punkte leichter und schneller mit RTK gemessen werden.

### **Arbeitsweise mit einer „Standard“-Totalstation**

Sie müssen um das Messgebiet polygonieren, um die Anschlusspunkte mit einzubinden. Die Grenz- und Detailpunkte erfassen Sie von den Polygon-Standpunkten. Eine Polygonierung ist umständlich und zeitraubend, weil Sie mehrere Hilfspunkte setzen müssen.

### **Arbeitsweise mit einem „Standard“-RTK-Rover**

Ist das Gelände offen, können die Grenz- und Detailpunkte direkt mit RTK gemessen werden. Das Erfassen von

Gebäudeecken und Punkten in der Nähe von Büschen und unter Bäumen mit GPS ist sehr schwierig oder ganz unmöglich. Sie können zwar mit Offset-Methoden unzugängliche Punkte messen, das ist jedoch mühsam und die Ergebnisse lassen oft zu wünschen übrig.

### **Arbeitsweise mit dem SmartPole**

Sie bauen die Totalstation an einer Stelle auf, von der Sie Sicht zu den Grenz- und Detailpunkten haben. Sie beginnen mit der Messung.

Haben Sie einen guten Satellitenempfang, messen Sie direkt am Lotstab mit RTK die Grenz- und Detailpunkte. Dort, wo kein Empfang möglich ist, lösen Sie die Messung mit der Totalstation auf das 360°-Prisma aus.

**Wo immer es zweckmässig und möglich ist, erfassen Sie „SmartPole Anschlusspunkte“ mit RTK und der Totalstation. Sobald Sie zwei oder mehrere „SmartPole**

**Anschlusspunkte“ gemessen haben,**

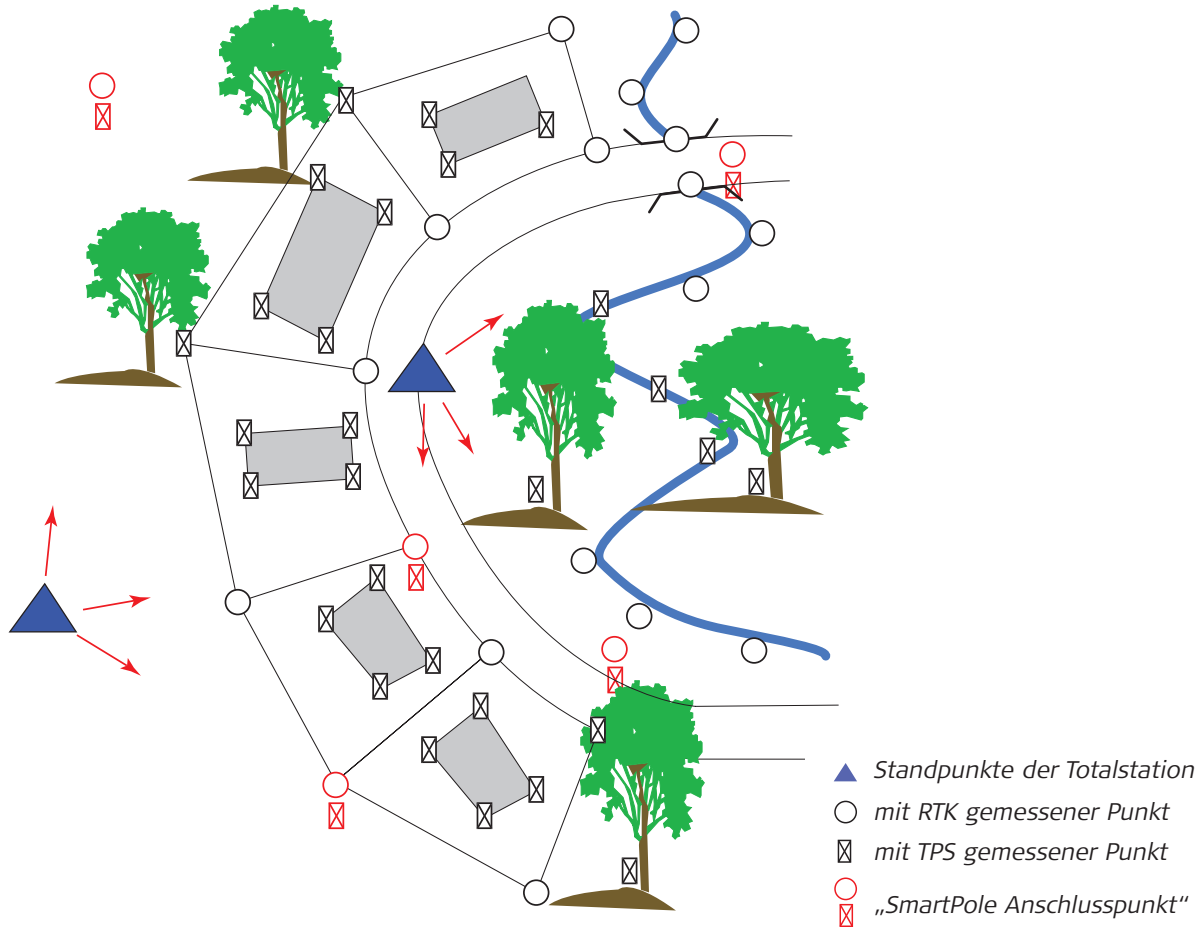
**werden die Standpunktkoordinaten der Totalstation berechnet, die Orientierung aktualisiert und die Koordinaten aller bis dahin gemessenen Punkte neu berechnet.**

**Zusätzliche „SmartPole Anschlusspunkte“ können jederzeit erfasst werden. Die Koordinaten werden dann wieder aktualisiert.**

Führen Sie auf diese Weise die Messung fort. Abhängig von der örtlichen Begebenheit messen Sie die Punkte mit RTK oder der Totalstation. Wenn nötig, wechseln Sie den Standort der Totalstation.

### **Die Vorteile**

- Ein-Mann-Vermessung
- Perfekte Kombination von TPS und GPS
- Einfacher Wechsel zwischen TPS und GPS
- Automatische Neuberechnung
- Zeitsparend
- Konstant hohe Genauigkeit
- Keine Anschlusspunkte erforderlich
- Keine Polygonierung



## 7.3 Absteckung

Das Abstecken mit dem SmartPole wird ähnlich wie das Aufmass ausgeführt, Sie können jederzeit zwischen den beiden Systemen - TPS und GPS - wechseln. Sie müssen lediglich beachten, dass Sie zunächst die Koordinaten des Standpunktes und die Orientierung bestimmen.

### **Absteckung einer Strassenkreuzung**

Eine grosse Strassenkreuzung wird umgeplant. Die Strassen sollen verbreitert, die Trassierung erneuert und Zu- und Ausfahrten ergänzt werden. In der Nähe einiger Strassen befinden sich hohe Gebäude und Bäume. Sobald mit den Arbeiten begonnen wird, versperren Baumaschinen, Baufahrzeuge, Ausrüstungen und Einbaumaterial weitestgehend den Zugang zur Baustelle. Von einer Referenzstation können RTK-Korrekturdaten empfangen werden.

### **Klassische Arbeitsweise**

Mit der Totalstation wird ein Polygonzug gemessen, damit Anschlusspunkte und ein temporäres Festpunktfeld für die Absteckung im

Messgebiet zur Verfügung stehen. Durch die Bauarbeiten werden Fahrzeuge, Materialien, und damit auch die Hindernisse ständig bewegt. Die Standpunkte müssen häufig gewechselt werden, die Absteckarbeiten werden behindert.

### **Arbeitsweise mit dem SmartPole**

Sie stellen die Totalstation dort auf, wo Sie die Baustelle einsehen und Punkte abstecken können. Sie bestimmen mindestens zwei „SmartPole Anschlusspunkte“ (pro Punkt eine GPS- und TPS-Messung), damit die Standpunkt-Koordinaten berechnet und die Orientierung aktualisiert werden.

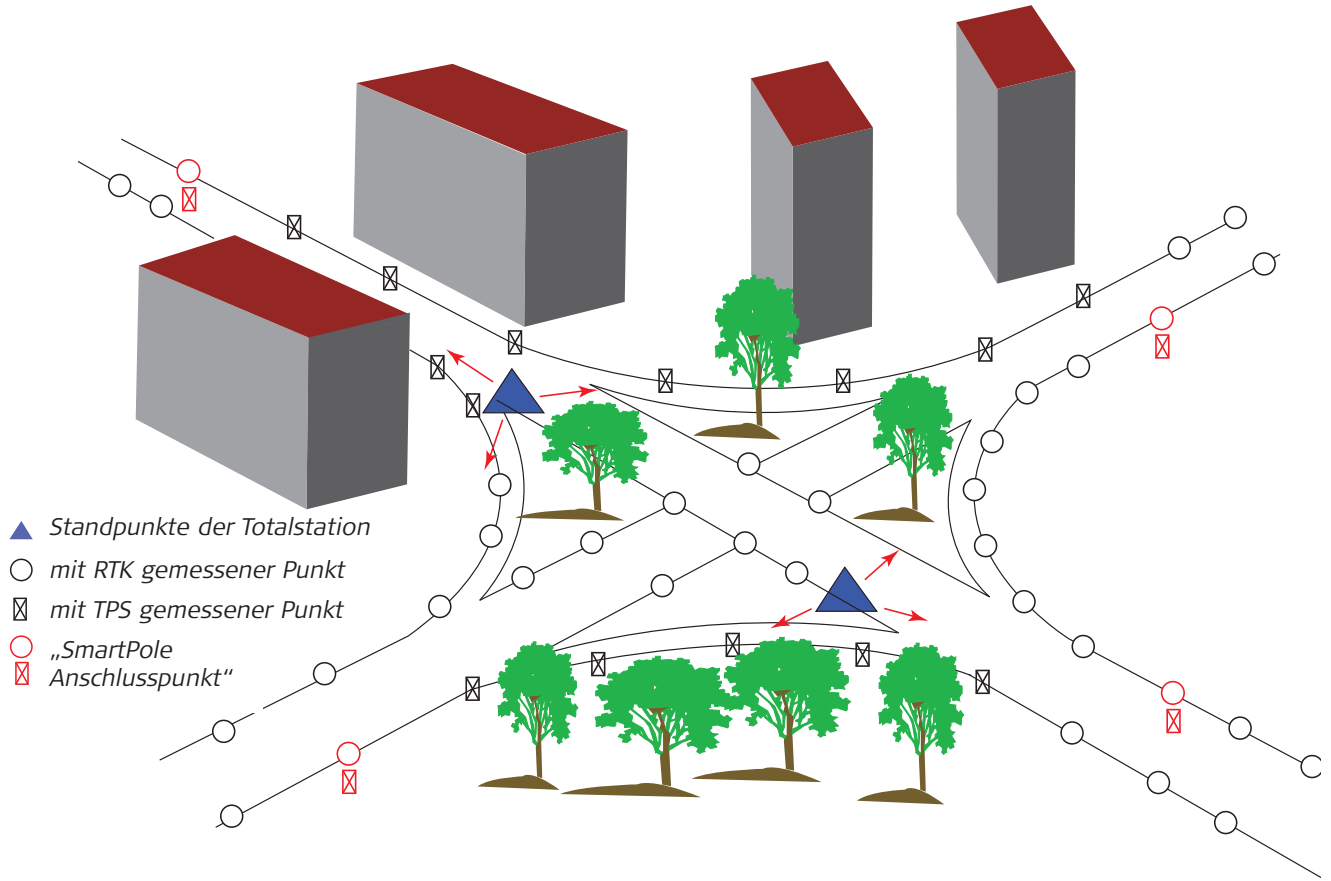
Jetzt können Sie bereits mit der Absteckung beginnen. Verwenden Sie die Totalstation, wenn eine Messung mit RTK GPS nicht möglich ist und umgekehrt.

Wo nötig, wechseln Sie den Standpunkt der Totalstation, bestimmen erneut mindestens zwei „SmartPole Anschlusspunkte“, damit die

Standpunkt-Koordinaten berechnet und die Orientierung aktualisiert werden. Nach der Stationierung und Orientierung können Sie weitere Punkte abstecken.

### **Die Vorteile**

- Sehr flexibel
- Einfacher Wechsel zwischen GPS und TPS
- Perfekte Kombination von TPS und GPS
- Ein-Mann-Vermessung
- Automatische Standpunktberechnung und Orientierung
- Zeitsparend
- Konstant hohe Genauigkeit
- Keine Verzögerung durch Hindernisse
- Schnellere Absteckung



# 8. GNSS-Positionierung

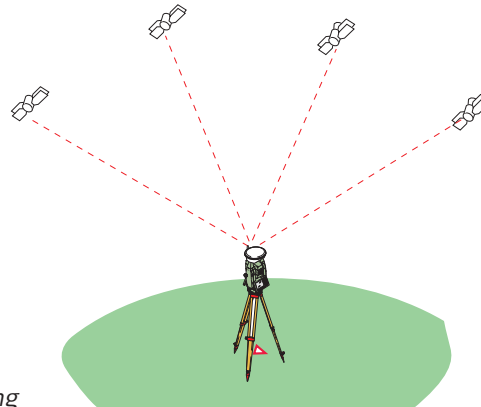
GNSS ist die Abkürzung für Global Navigation Satellite System.

Jeder Satellit überträgt zwei Frequenzen, L1 und L2. Die Signale dienen als Trägerwellen, auf denen Codes aufmoduliert sind.

Zu den GNSS-Satelliten gehören die US GPS-Satelliten, die russischen GLONASS-Satelliten sowie einzelne regionale satelliten-gestützte Augmentierungssysteme wie EGNOS und WAAS.

## 8.1 Navigationslösung

Wenn ein GNSS-Empfänger, unabhängig vom Typ, Signale von 4 oder mehr Satelliten empfängt, berechnet er eine Position und zeigt diese an. Dies ist als Navigationslösung bekannt. Unsicherheiten in den Satelliten-Umlaufbahnen, Signalstörungen beim Durchdringen der Ionosphäre und der Troposphäre, sowie andere Fehlereinflüsse begrenzen die Genauigkeit der Navigationslösung auf etwa 5m.



*Navigationslösung*

## 8.2 Differentielles GPS (DGPS)

Die Fehlereinflüsse, die zuvor erwähnt wurden, können reduziert und die Genauigkeit gesteigert werden, wenn Messungen der Satellitensignale gleichzeitig zwischen zwei GPS Empfängern durchgeführt und dabei die Fehler differenziert (von einander abgezogen) werden. Einer der beiden Empfänger wird auf einem bekannten Punkt aufgestellt und wird Referenz genannt. Der andere Empfänger wird auf einem unbekanntem Punkt aufgestellt und wird Rover genannt. Der Rover erhält seine Position relativ zur Position der Referenz.

Wenn nur Code-Messungen verwendet werden, liegt die Positionsgenauigkeit zwischen 0,30 m und 1 m. Dies wird DGPS oder differentielle Codemessung genannt.

Werden Code- und Phasenmessungen verwendet, beträgt die Positionsgenauigkeit 0,01m bis 0,05 m. Dann spricht man von differentiieller Phasenmessung.

### 8.3 RTK, Differentielle Phase

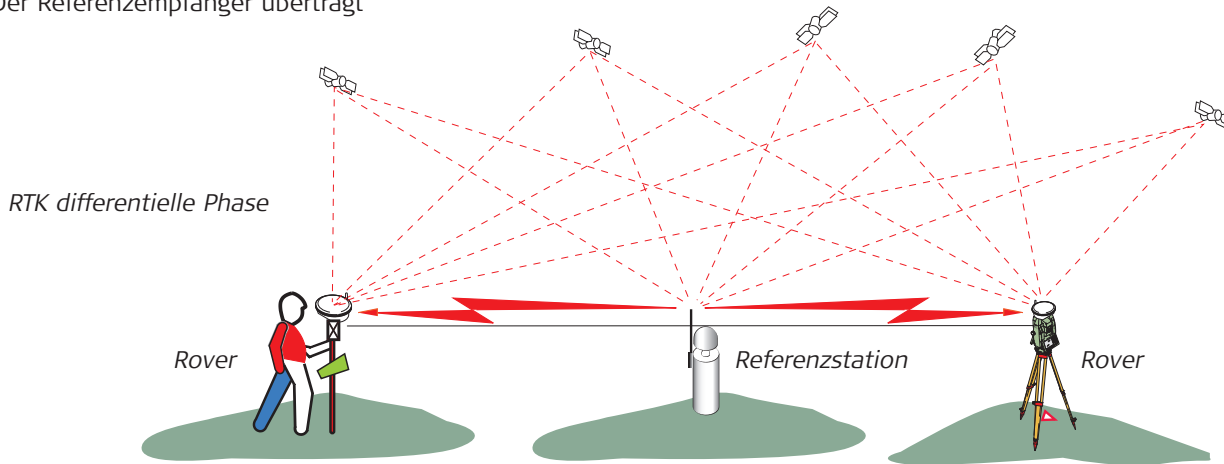
In der Vermessung werden Zweifrequenz-Empfänger eingesetzt. Der Einsatz von zwei Frequenzen trägt dazu bei, Fehlereinflüsse aufgrund von Signalstörungen in der Ionosphäre zu minimieren.

Zweifrequenz-Empfänger verarbeiten neben den Codemessungen auch Phasenmessungen auf beiden Frequenzen (L1 und L2). Der Referenzempfänger überträgt

seine Phasen- und Codemessungen an den Rover.

Der Rover nutzt die Phasen- und Codemessungen von der Referenz gemeinsam mit seinen eigenen Phasen- und Codemessungen und berechnet seine Position relativ zur Position des Referenzempfängers.

Mit L1 und L2 Phasen- und Codemessungen von mindestens 5 Satelliten kann ein RTK-Rover seine Position (differentielle Phase) mit einer Genauigkeit von etwa 1cm bis 5cm berechnen.



## 8.4 SmartCheck für absolute RTK-Zuverlässigkeit

SmartCheck ist eine von Leica Geosystems entwickelte RTK-Technik, die auch für die SmartStation und den SmartPole eingesetzt wird.

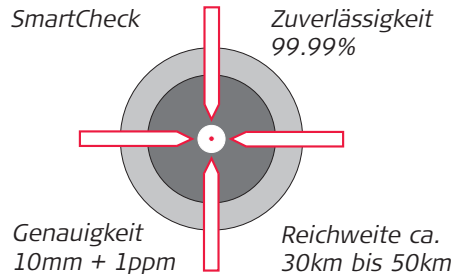
SmartCheck berechnet mindestens zwei unabhängige RTK-Lösungen, bevor die Position angezeigt wird. Die Koordinaten werden dann fortlaufend überprüft, solange SmartStation-/SmartPole-Empfänger die erforderlichen Code- und Phasen-Daten von der SmartAntenna und der Referenzstation empfangen.

SmartCheck berechnet fortlaufend unabhängige Positionslösungen, um sicherzustellen, dass die ausgegebenen Koordinaten korrekt sind. Dieser Prozess bietet eine bestmögliche RTK-Zuverlässigkeit von 99,99%, auch bei einer Entfernung von 30km bis 50km zur Referenzstation.

SmartCheck benötigt nur wenige Sekunden zur Berechnung der RTK-Position. Die Lagegenauigkeit beträgt 10mm + 1ppm, die Höhen Genauigkeit 20mm + 1ppm.

## 8.5 Die Reichweite von RTK

Die maximale Reichweite, bis zu der ein RTK-Rover cm-genaue Positionen berechnet, hängt von den Fehlereinflüssen der Ionosphäre, der Troposphäre und den Satellitenbahnen ab. Abhängig von den vorherrschenden atmosphärischen Bedingungen, kann die Reichweite für RTK zwischen 30km und 50km oder mehr betragen.



RTK ist äusserst zuverlässig, Fehlmessungen sind sehr unwahrscheinlich. Trotzdem sollte der Anwender prüfen:

- Ob Sichthindernisse Satellitensignale blockieren, oder ob die Entfernung zur Referenz zu gross ist für die derzeit herrschenden Bedingungen. Dann könnte es passieren, dass ein RTK-Rover nur eine DGPS-Position (Code) berechnen kann und keine RTK-Position(Phase).
- Ob der Referenz-Empfänger die Messung unterbrochen hat oder die Funkverbindung zwischen Referenz und dem Rover nicht mehr funktioniert. Dann empfängt der Rover keine Daten von der Referenz und berechnet nur eine Navigationslösung.

SmartStation und SmartPole verfügen über unterschiedliche Symbole für die Genauigkeit und eine Koordinaten-Qualitätsanzeige. Sie zeigen den Typ der Positionierung und die erreichte Genauigkeit an.

# 9. Vor dem Einsatz von SmartStation und/oder SmartPole

SmartStation/SmartPole werden für Sie wahrscheinlich vorkonfiguriert, so dass Sie unmittelbar mit RTK-Messungen beginnen können.

Dies wird entweder von Ihrem Leica Ansprechpartner oder durch den Technischen Support in Ihrer Firma durchgeführt.

Wenn Ihre Ausrüstung noch nicht für den RTK-Betrieb konfiguriert worden ist, sind die folgenden Punkte zu berücksichtigen:

- Referenzstationen
- Kommunikationsverbindung
- Koordinatensystem
- Konfigurationssatz

*GNSS-Referenzstation  
Florenz, Italien*

## 9.1 Referenzstationen

Referenzstationen können ihre Daten über verschiedenen Wege und in verschiedenen Formaten übermitteln. SmartStation/SmartPole müssen entsprechend konfiguriert werden, damit Daten im übertragenen Format empfangen werden können.

Abhängig davon, wie die Daten gesendet werden, können die folgenden Eingaben notwendig sein:

- Identifikationsnummer der Referenzstation
- Empfängertyp an der Referenzstation
- Antennentyp an der Referenzstation



## 9.2 Kommunikationsverbindung

Die Daten von der Referenzstation zur SmartStation/zum SmartPole können per Funk, Telefon oder Internet übertragen werden.

Dazu müssen SmartStation/SmartPole mit einem passenden Kommunikationsgerät ausgerüstet werden und entsprechend konfiguriert werden. Es müssen einige Parameter eingestellt werden.





## 9.3 Koordinatensystem

GPS-Koordinaten werden grundsätzlich im WGS84-System gemessen. Dieses ist ein dreidimensionales kartesisches Koordinatensystem. WGS84-Koordinaten werden mit X, Y, Z angegeben, oder Breite, Länge und Höhe (über dem WGS84 Ellipsoid).

In der Vermessung verwendet man Gitterkoordinaten: Ost, Nord und Höhe (über dem Bezugshorizont).

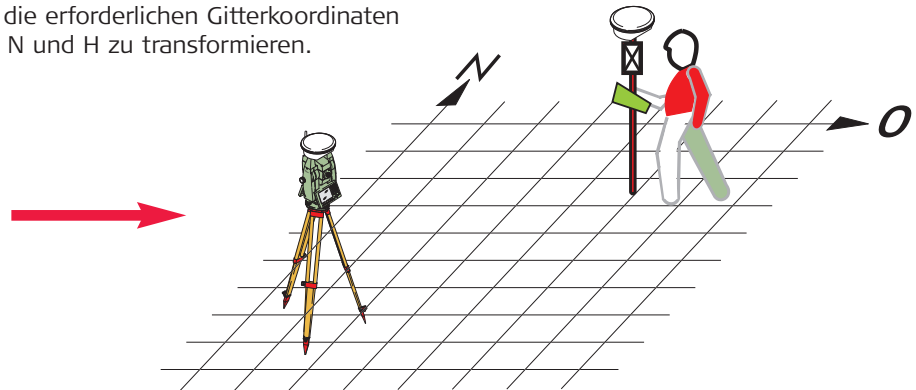
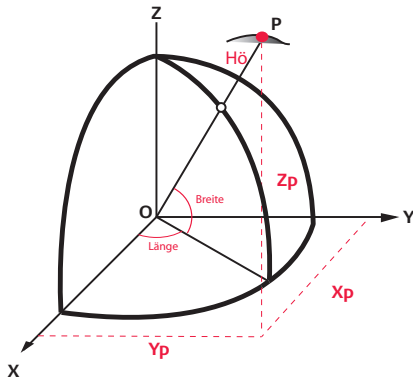
SmartStation und SmartPole verwenden zur Bestimmung der Position RTK GPS. Für das in der Vermessung übli-

che Koordinatensystem müssen die WGS84-Koordinaten in ein Gittersystem überführt werden.

Ihr Technischer Support, oder Ihr persönlicher Ansprechpartner bei Leica Geosystems, werden wahrscheinlich bereits im Speicher der SmartStation/ des SmartPole ein Koordinatensystem oder sogar ein länderspezifisches Koordinatensystem für Ihr Messgebiet abgelegt haben. Diese Instrumente nutzen die Koordinatensysteme, um mit RTK gemessene WGS84-Koordinaten sofort in die erforderlichen Gitterkoordinaten O, N und H zu transformieren.

Liegt das erforderliche Koordinatensystem nicht vor, müssen Sie es bestimmen und eingeben. Wenn Sie in einem neuen Gebiet mit einem anderen Gittersystem messen, müssen Sie für dieses Gebiet erneut ein Koordinatensystem bestimmen und eingeben.

Eine ausführliche Beschreibung dazu finden Sie im Technischen Referenzhandbuch der System 1200 Serie.



## 9.4 Konfigurationssatz

SmartStation und SmartPole werden weltweit von vielen Menschen in unterschiedlichen Anwendungsbereichen eingesetzt. Um alle diese Anforderungen zu erfüllen, sind SmartStation und SmartPole mit vielen Funktionen, Optionen, Berechnungsroutinen und Anwendungsprogrammen ausgestattet.

SmartStation und SmartPole lassen sich exakt auf die Bedürfnisse des Anwenders einstellen.

Ihr Technischer Support oder Ihr persönlicher Leica Ansprechpartner haben einen sogenannten Konfigurationssatz bereits für Sie angelegt, der die korrekten Einstellungen für Referenzstationen (9.1) und die Kommunikationsverbindung (9.2), die Sie verwenden, enthält.

Der Konfigurationssatz kann exakt auf Ihre Arbeitsweise eingestellt werden. Ebenso lassen sich die von Ihnen gewünschten Daten in der Anzeige festlegen.

Ändern sich Ihre Bedürfnisse, haben Sie neue Aufgaben, oder Sie messen in einem neuen Gebiet mit einer anderen Referenzstation, können Sie den Konfigurationssatz abändern oder einen neuen erstellen.

Ein ausführliche Beschreibung dazu finden Sie im Technischen Referenzhandbuch der System 1200 Serie.

# 10. Was muss der Anwender über RTK wissen?

## 10.1 Anzahl der Satelliten

Aufgrund seiner leichten Anwendbarkeit, Vielseitigkeit, Genauigkeit und hohen Zuverlässigkeit hat sich RTK in der Vermessung zum Standard entwickelt.

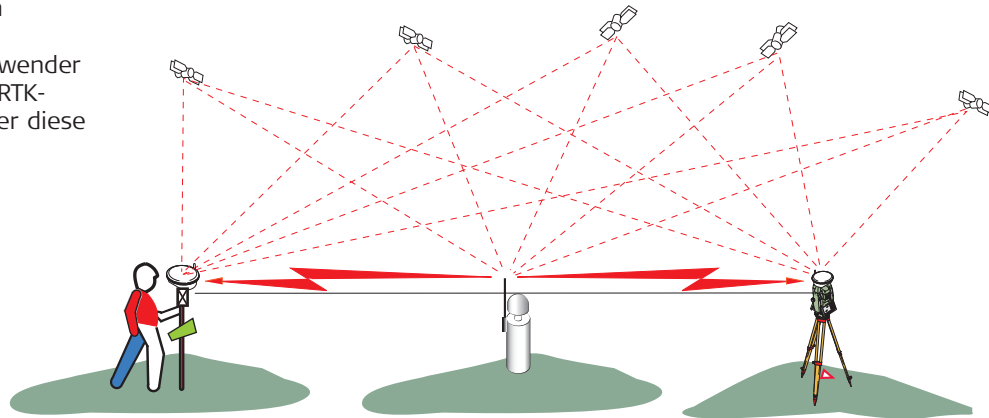
Angenommen Sie befinden sich in einem abschattungsfreien Gelände und haben eine zuverlässige Funkverbindung zu einer Referenzstation, ermitteln Sie mit der SmartStation oder dem SmartPole eine Koordinate mittels RTK binnen weniger Sekunden.

Auch wenn RTK sehr einfach anzuwenden ist, sollte der SmartStation-/SmartPole-Anwender (und jeder Anwender eines RTK-Rovers) ein Grundwissen über diese Technik haben.

Damit die SmartStation/der SmartPole eine RTK-Position berechnen kann, müssen folgende Voraussetzungen erfüllt sein:

- SmartStation oder SmartPole müssen mindestens 5 Satelliten empfangen
- Die verwendete Referenzstation muss ebenfalls mindestens 5 Satelliten empfangen
- Die Referenzstation muss die Daten an die SmartStation/ den SmartPole übertragen

Die Statusanzeige am Display zeigt die Anzahl der Satelliten über dem Elevationswinkel und die Anzahl der empfangenen Satelliten. Als Elevationswinkel werden normalerweise  $10^\circ$  im Konfigurationssatz festgelegt. Bei der gegenwärtigen Konstellation mit 30 GNSS-Satelliten sind bei normalen Bedingungen und guter Sicht zum Himmel meistens mehr als 5 Satelliten verfügbar.



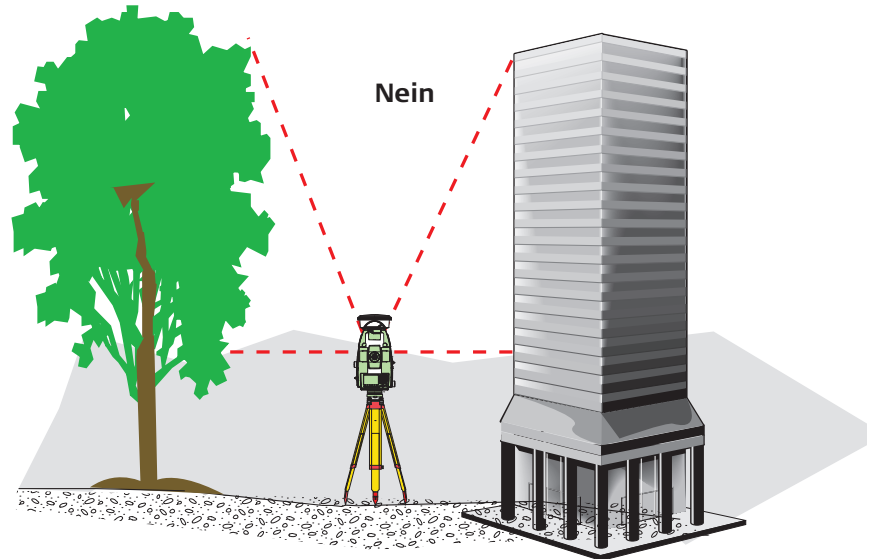
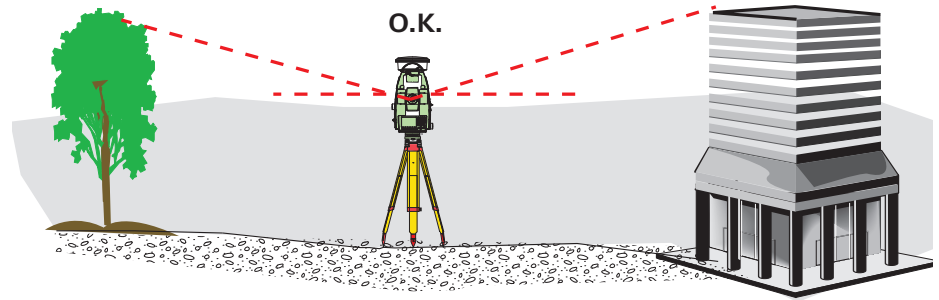
## 10.2 Hindernisse

Gebäude, höhere Bäume mit dichtem Laub und andere Hindernisse können die Signale eines oder mehrerer Satelliten blockieren. Obwohl die Signale weniger dichte Bäume durchdringen können, wird die Signalstärke reduziert.

Setzen Sie SmartStation/SmartPole immer dort ein, wo Sie freie Sicht zum Himmel und möglichst wenig Abschattung haben.

Wenn Sie direkt oder in der Nähe von Bäumen oder städtischen Gebieten messen, lassen sich diese Hindernisse nicht immer vermeiden.

Mit Ihrer Erfahrung können Sie sicher selbst beurteilen, wo Sie das Instrument aufstellen und genug Satelliten für eine RTK-Position empfangen können.

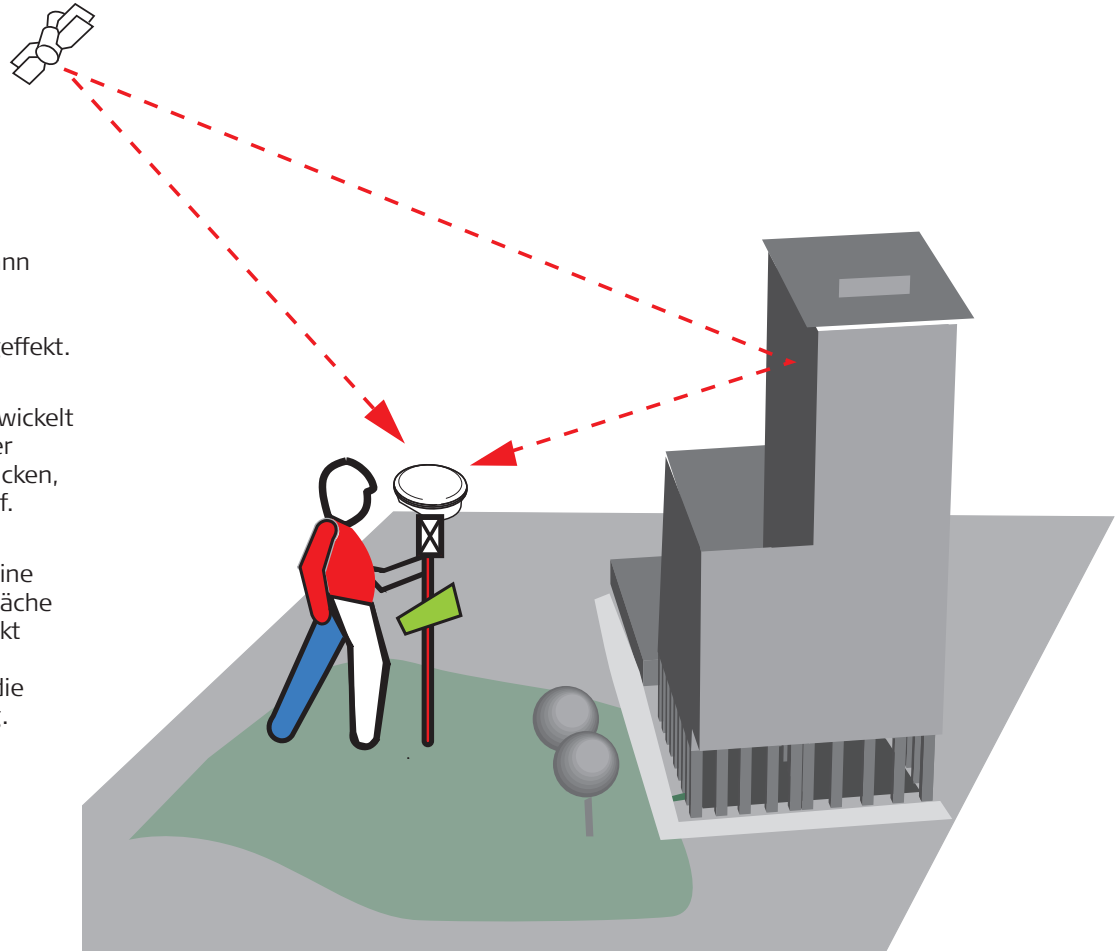


## 10.3 Mehrwegeeffekt

Falls die SmartStation oder der SmartPole zu nahe an hohen Gebäuden, LKWs oder anderen Fahrzeugen positioniert wird, kann die SmartAntenna direkte und reflektierte Signale empfangen. Dies nennt man einen Mehrwegeeffekt.

Da die SmartAntenna und die Berechnungsalgorithmen so entwickelt wurden, den Einfluss reflektierter Signale bestmöglich zu unterdrücken, treten Mehrwegeeffekte kaum auf.

Beachten Sie jedoch, falls ein Gebäude oder anderes Objekt eine sehr glatte reflektierende Oberfläche aufweist, kann ein Mehrwegeeffekt auftreten. In diesem Fall brauchen RTK-Rover länger für die Berechnung der Positionslösung.



## 10.4 Reichweite und Genauigkeit von RTK

Verschiedene Fehlereinflüsse, besonders im Zusammenhang mit Ionosphäre, Troposphäre und Satellitenbahnen, haben Auswirkung auf die Satellitensignale.

Befindet sich der Rover nahe an der Referenzstation, treten diese Fehler für den Rover und die Referenz gleichermaßen auf, und werden weitestgehend durch die differentielle RTK-Technik eliminiert. Je grösser die Distanz zwischen Rover und Referenzstation, desto mehr differieren die Fehler und desto schwieriger wird es diese zu eliminieren. Mit zunehmender Distanz wird also ein Limit erreicht, bei der RTK keine cm-genaue Position mehr berechnen kann.

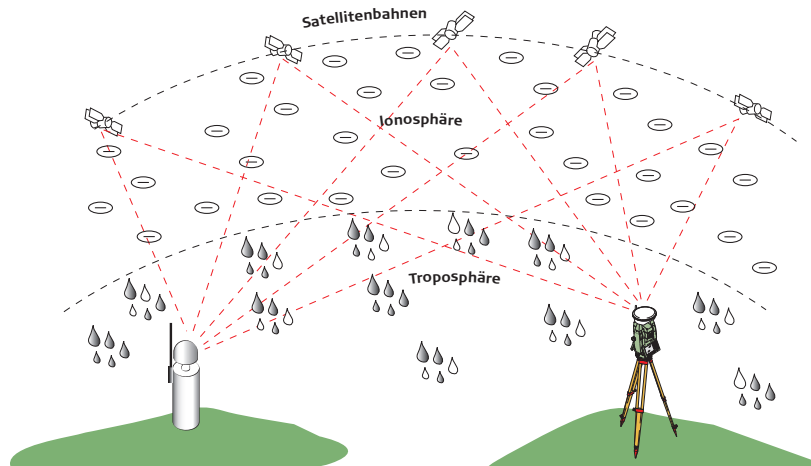
Da die Troposphäre und die Ionosphäre regional, abhängig von der Tageszeit, Jahreszeit und von Jahr zu Jahr beträchtlich voneinander abweichen, ist es nicht möglich eine exakte maximale Reichweite anzugeben. Die RTK-Reichweite wird nachts, wenn es kühl ist, oft etwas grösser sein als tagsüber bei sengender Hitze. In mittleren Breiten ist die RTK-Reichweite grösser als in niedrigen und hohen Breiten.

Die RTK-Reichweite für einen RTK-Rover in der Bewegung in mittleren Breiten bei günstigen Bedingungen beträgt normalerweise 30km. Die Genauigkeit wird im Allgemeinen mit  $10\text{mm} + 1\text{ppm}$  angegeben. Ein SmartPole wird gewöhnlich im bewegten Modus eingesetzt.

Da die SmartStation statisch (auf einem Stativ) verwendet wird, gibt es

keine Auswirkung auf die Daten aufgrund von Bewegungen.

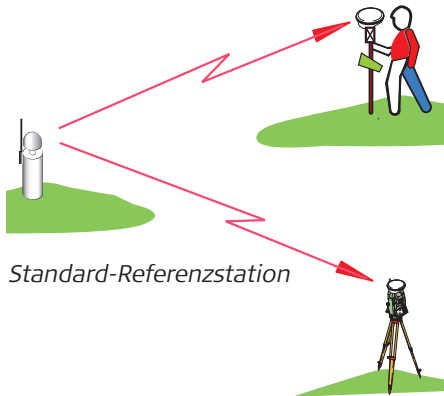
Die RTK-Algorithmen der SmartStation sind für statische Messungen optimiert und berechnen unter günstigen Bedingungen in mittleren Breiten Positionslösungen bis zu 50km Entfernung von der Referenzstation. Die angegebene Lagegenauigkeit von  $10\text{mm} + 1\text{ppm}$  bleibt erhalten.



## 10.5 Standard-Referenzstationen und Referenzstationsnetze

### 10.5.1 Standard-Referenzstationen

Eine Standard-GPS-Referenzstation überträgt die Daten direkt an die SmartStation, den SmartPole und andere GPS-Rover. Die unter 10.4 angegebene RTK-Reichweite und Genauigkeit gilt für Standard-Referenzstationen.



### 10.5.2 Referenzstationsnetze

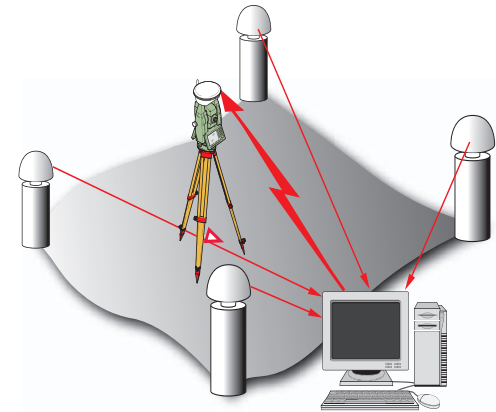
Wenn sich RTK in einer perfekten Umgebung anwenden liesse, gäbe es keine ppm-Komponente für die Genauigkeit und keine Reichweiteinschränkung. Dem ist jedoch nicht so, und viele der entscheidenden Faktoren sind ständigen Änderungen unterworfen. Verschiedene Einflüsse führen zu streckenabhängigen Fehlern und schränken die Reichweite ein, bis zu der ein Rover eine RTK-Positionslösung berechnen kann.

Kombiniert man Referenzstationen in einem Netz und analysiert fortlaufend die Daten, ist es möglich streckenabhängige Fehler zu modellieren und Korrekturen zu berechnen.

Messdaten und Korrektur-Parameter können an GPS-Rover übermittelt werden. Die Rover können damit RTK-Positionslösungen mit höherer Reichweite und besserer Genauigkeit berechnen.

### 10.5.3 SmartStation und SmartPole

SmartStation und SmartPole empfangen Daten von Standard-Referenzstationen und Referenzstationsnetzen. Die entsprechenden Einstellungen müssen im Konfigurationsatz vorgenommen werden.



Referenzstationsnetz

## 10.6 Kommunikation zwischen Referenzstation und SmartStation/SmartPole

Referenzstationen übertragen Daten zum RTK GPS-Rover. Zur Übertragung können Funkmodems, Mobiltelefone oder das Internet eingesetzt werden.

Damit die Daten empfangen werden können, muss die SmartStation/der SmartPole mit dem entsprechenden Kommunikationsgerät ausgerüstet sein. Dazu müssen im Konfigurationssatz einige Einstellungen angepasst werden.

### 10.6.1 Funkmodems

Vorteile:

- Keine laufenden Kosten (Gebühren)
- Beliebig viele RTK-Rover können Daten empfangen

Nachteile:

- Die Reichweite, bis zu der ein Rover, eine SmartStation oder ein SmartPole betrieben werden können, ist kürzer als beim Einsatz eines Mobiltelefons
- Signalstörungen bei bestimmten Frequenzen können ebenfalls zu schlechtem Empfang führen

### 10.6.2 Mobilfunk – Telefon

Vorteile:

- Zuverlässige Verbindung
- Keine Interferenzen
- Geringer Empfangsverlust durch Hindernisse
- Wenige Einschränkungen an die Reichweite, bei der eine zuverlässige Kommunikation möglich ist

Nachteile:

- Der Einsatz eines Rovers, d.h. SmartStation und SmartPole verursacht Telefongebühren

### 10.6.3 Internet

Das Internet wird immer häufiger zur Übermittlung von Korrekturdaten der Referenzstation an den RTK-Rover verwendet.

Vorteile:

- Die Gebühren sind niedriger als beim Mobilfunk
- Wenige Einschränkungen an die Reichweite, bis zu der eine zuverlässige Kommunikation möglich ist

Nachteile:

- Die Zuverlässigkeit der Verbindung ist nicht immer so hoch wie mit Mobiltelefonen





## 10.7 Die Anzeige des Positionstyps und der Koordinatenqualität

RTK ist äusserst zuverlässig. Fehlmessungen sind sehr unwahrscheinlich, vorausgesetzt, SmartStation/SmartPole sind richtig konfiguriert, werden in abschattungsfreiem Gelände eingesetzt und empfangen Daten von der Referenzstation. Unterschiedliche Symbole zeigen den Positionstyp und die Koordinatenqualität (KQ) an.



**RTK-Position**  
**KQ Anzeige -**  
**ca 0.01m bis 0.05m**

Wenn 5 oder mehr Satelliten empfangen werden, und die Distanz zur Referenzstation bei den vorherrschenden atmosphärischen Bedingungen nicht zu gross ist, berechnet SmartStation/SmartPole eine RTK-Position. **Das ist der Normalfall.**

Die beiden Häkchen zeigen an, dass SmartCheck unabhängige Positionslösungen berechnet, um sicherzustellen, dass die angezeigte RTK-Position korrekt ist (siehe 8.4.).




**DGPS Differentielle Code-Position**  
**KQ Anzeige -**  
**ca 0.3m bis 2m**

Wenn nur 4 Satelliten empfangen werden, oder wenn die Distanz zur Referenz bei den vorherrschenden atmosphärischen Bedingungen zu gross ist, berechnet SmartStation/SmartPole eine differentielle Code-Position.



**Navigationslösung**  
**KQ Anzeige -**  
**ca 3m bis 20m**

Wenn keine Verbindung zwischen der Referenzstation und SmartStation/SmartPole vorliegt, bewegt sich oder blinkt der Kommunikationspfeil  in der Anzeige nicht.

Da keine Daten von der Referenz empfangen werden, kann nur eine Navigationslösung berechnet werden.

Ein maximaler Wert für die Koordinatenqualität (KQ) kann im Konfigurationssatz festgelegt werden. Wird dieser Wert überschritten, wird beim Speichern (SPEIC) der Koordinate eine Warnmeldung ausgegeben.

**Wenn Sie einen maximalen Wert von 0.05m als KQ setzen, können Sie sicher sein, dass nur cm-genaue RTK-Positionen akzeptiert und gespeichert werden.**

# 11. SmartStation und SmartPole - neue Wege in der Vermessung

SmartStation und SmartPole sind revolutionäre Vermessungssysteme, die jeweils das Leica GPS1200 RTK-Messsystem und die TPS1200 Totalstation vereinen.

SmartStation und SmartPole sind verschiedene Systeme und werden unterschiedlich eingesetzt.

**SmartStation** verwendet RTK GPS zur Bestimmung der Standpunktkoordinaten der Totalstation. Das Aufmass und die Absteckung werden direkt an der Totalstation ausgeführt.



**SmartPole** ist ein GPS1200 RTK-Rover, mit dem auch eine TPS1200 Totalstation ferngesteuert werden kann. Mit dem SmartPole können, abhängig vom Gelände, Punkte mit RTK GPS und/oder der Totalstation im Ein-Mann-Betrieb gemessen und abgesteckt werden.



Da RTK die Anschlusspunkte für die SmartStation und den SmartPole liefert, brauchen keine Anschlusspunkte aufgesucht oder Polygonierungen durchgeführt werden.

Mit SmartStation und SmartPole können Sie direkt mit Ihrer Messung beginnen.

SmartStation und SmartPole bieten Ihnen Vorteile beim täglichen Einsatz:

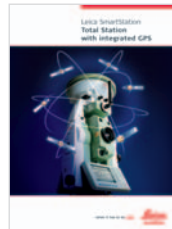
- Schnelles Aufmessen und Abstecken
- Weniger Aufstellungen
- Für alle Messungen einsetzbar
- Beide Systeme sind zeitsparend
- Sie erhöhen Produktivität und Gewinn
- RTK gewährleistet konstant hohe Genauigkeit im gesamten Messgebiet



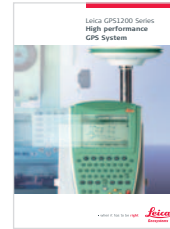
**Leica SmartPole**  
Produktbroschüre



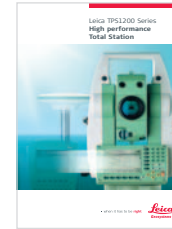
**Leica SmartWorx**  
Produktbroschüre



**Leica SmartStation**  
Produktbroschüre



**Leica GPS1200**  
Produktbroschüre



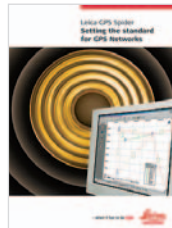
**Leica TPS1200**  
Produktbroschüre



**Leica System1200 Software**  
Produktbroschüre



**Leica GRX1200**  
Produktbroschüre



**Leica GPS Spider**  
Produktbroschüre

Abbildungen, Beschreibungen und technische Daten sind unverbindlich.  
Änderungen vorbehalten. Gedruckt in der Schweiz.  
Copyright Leica Geosystems AG, Heerbrugg, Schweiz, 2007.  
757678de - III.07 - RVA