Norbert Fuhrmann, Köln

Baulagenetze

Netze für Bestandsaufnahmen und Absteckungen von Bauvorhaben

Anlage eines Lagenetzes

Ein Lagenetz als vermessungstechnische Grundlage und baubegleitende Maßnahme richtet sich grundsätzlich nach der Art der Aufgaben und den Zwängen, die sich aus der Örtlichkeit ergeben. Die Aufgabenstellungen reichen von der Bestandserfassung, Absteckungs- und Bauwerksüberwachungsvermessungen bis hin zu den Deformationsmessungen. Netze für Tunnelbauten haben ganz andere Kriterien als die für Staumauern – nur um einmal die Extreme herauszugreifen. In diesem Beitrag werden nur Netze für Hochbauten im mittleren Größenbereich betrachtet; er soll zugleich einen Erfahrungsextrakt darstellen.

Bei Bauprojekten ist es häufig, dass in zeitlich aufeinander folgenden Bauabschnitten oder aber an verschiedenen, örtlich weit entfernt liegenden Stellen zugleich gearbeitet wird. Die Konzeption und Realisierung eines Grundlagenetzes und eine spätere Einpassung der Achsen müssen aber im Ganzen gesehen und angegangen werden. Gleichzeitig ist das Netz so anzulegen, dass problemlos Netzerweiterungen erfolgen können.

Ein Lagenetz besteht aus mindestens vier gut verteilten und vermarkten Punkten. Wird bei vier Punkten ein Punkt zerstört, kann man das Netz nach geometrischer Überprüfung der restlichen Punkte wiederherstellen. Gehen zwei Punkte verloren, ist eine gesicherte vermessungstechnische Wiederherstellung des Netzes nicht gewährleistet. Daraus folgt: Eine minimale Punktanzahl in kleinen Lagenetzen birgt Risiken!

Heutige Bauvorhaben werden immer häufiger in Verbindung mit bestehenden Gebäuden durchgeführt, sei es durch Umbau, Sanierung oder Erweiterungen verbunden mit Abrissen. So muss die Netzanlage gemeinsam einer Bestandsaufnahme (Grundstücksplan für reine Planungszwecke insbesondere in Baulücken mit Zwangsbedingungen) genügen, aber ebenso den späteren Absteckungen – dann unter anderen Sichtbedingungen. Gerade nach Abbrucharbeiten von Gebäuden und vor den eigentlichen Baumaßnahmen kann ein Netz wegen der freien Sicht optimal angelegt werden. Diese günstige Situation wird nicht immer genutzt!

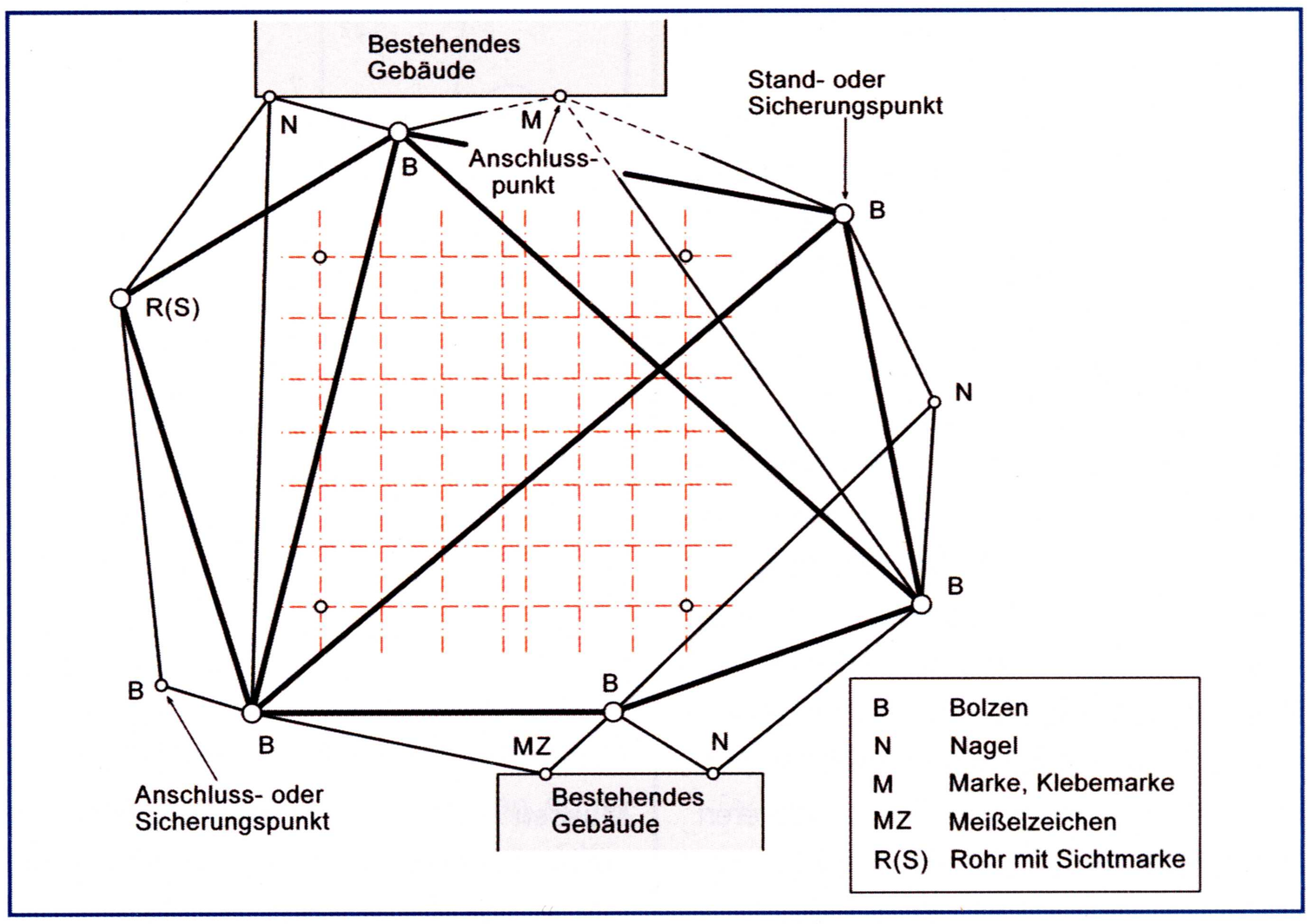


Bild 1: Anlage und Konfiguration eines Netzes

Natürlich muss man auf eine geometrisch günstige Netzkonfiguration achten (Bild 1). Sollte dies im Bereich des Objekts z. B. bei zu kurzen Anschlussseiten und bei lang gestreckten Anlagen nicht möglich sein, ist eine seitliche Erweiterung nach außen mit zusätzlichen Punkten erforderlich, um zum Schutz vor Verbiegungen eine bessere Stabilisierung des Netzes zu erreichen (Bild 2).

Ein Lagenetz um bestehende Objekte ist wenn durchführbar zu schließen, um Kontrollen und durch Überbestimmungen eine Verteilung von Messabweichungen zu ermöglichen. Allerdings ist ein reines Ringpolygon zu vermeiden; hier sind – wiederum wenn durchführbar – diagonale Verbindungen zu messen. Ist dies bei der Netzanlage z. B. wegen noch abzureißender Altbauten nicht möglich, muss eine Überprüfung der Querverbindungen mindestens bei der Absteckung erfolgen.

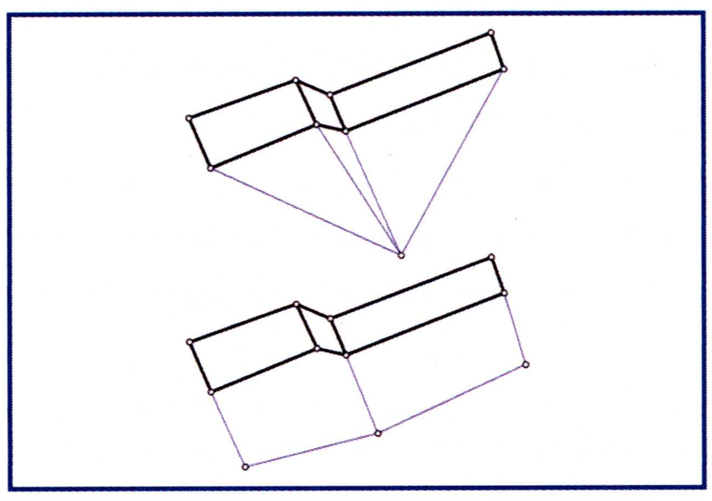


Bild 2: Mögliche seitliche Stützungen eines Netzes

Muss bei einer Bestandsaufnahme mit Richtungen oder Vorwärtsschnitten gearbeitet werden, so ist von vornherein bei der Netzanlage auf eine für günstige Schnittbildungen geeignete Standpunktwahl zu achten. Standpunkte für reine Vorwärtsschnitte müssen vermarkt sein, um eventuelle spätere Richtungsüberprüfungen durchführen zu können.

Ein Anschluss des Netzes an die Aufnahmepunkte des Katasters (AP-Feld) oder zumindest an die anliegenden Grenzpunkte ist immer anzustreben.

Auswahl und Vermarkung der Netzpunkte

Die Netz- oder Festpunkte sind lagemäßig so auszusuchen und zu vermarken, dass sie von vornherein eine lange Lebensdauer erwarten dürfen. Auch nach Fertigstellung des Bauwerks muss eine Gebrauchsfähigkeit des Netzes gegeben sein. Die Punkte müssen gut zugänglich und sichtbar sein. Kriterien dazu sind nach einer sorgfältigen Erkundung des Geländes die Güte des Untergrundes bei Vermarkungen sowie deren Materialeigenschaften. Ferner sind Sichtbehinderungen durch Verkehr und Bewuchs, die Einflüsse des Baufortschrittes, Abbruch von Gebäuden, zu erwartende Bodenbewegungen usw. zu berücksichtigen.

So ist deren Lage – insbesondere von Sicherungspunkten – in Absprache mit der Bauleitung und anhand der Planungsunterlagen auszuwählen. Die Baustelleneinrichtung kann auch die Zugänglichkeit der Punkte beeinflussen. Die Lage von Baucontainern und Bauzäunen, Lagerhaltungen, Bauverkehrswege sollten möglichst schon frühzeitig bei der Netzanlage berücksichtigt werden. Bei größeren Bauvorhaben existieren Baustelleneinrichtungspläne, die bereits vor der Grobabsteckung angefordert und in Abstimmung mit der Bauleitung beachtet werden sollten. Gegebenenfalls sind Teilnahmen an Baubesprechungen zweckmäßig.

Auch ist bei der Anlage von Sicherungs- und Anschlusspunkten darauf zu achten, dass diese bei entsprechendem Baufortschritt auch von höheren Geschossen aus angemessen werden können (eventuell auch Hochpunkte ohne oder mit fest montierten Prismen). Gerade bei noch freien Sichten ist dies messtechnisch einfacher zu realisieren.

Bei der Einrichtung der Standpunkte ist auf möglichst viele gegenseitige Sichten zu achten. Der Zielstrahl darf zur Vermeidung von Refraktionseinwirkungen (Seitenrefraktion) nicht näher als 1 m an Gebäudeecken oder Masten verlaufen. In der Nähe von Gleisanlagen muss ein Sicherheitsabstand der Punkte von mindestens 3 m von der Gleisachse eingehalten werden [1].

Man wähle keine dauerhaften Stand- oder Sicherungspunkte in unmittelbarer Nähe einer zukünftigen Baugrube, weil diese Punkte einer späteren, durch den Seitendruck der Erdmassen auf die Spundwände hervorgerufenen Bodenbewegung unterliegen werden (Bild 3). Bei Anschlüssen über Baugruben hinweg kann es hier zu Streckenverkürzungen bis 3 cm kommen[1].

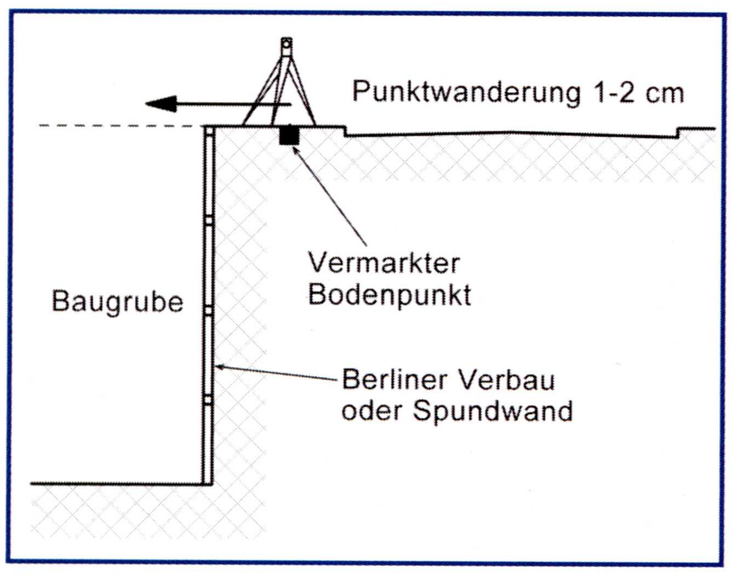


Bild 3: Punktwanderung

[1] Kontrollmessungen in festen zeitlichen Abständen – beispielsweise monatlich – an Verbauwänden wegen deren möglicher Bewegungen können gefordert werden [2].

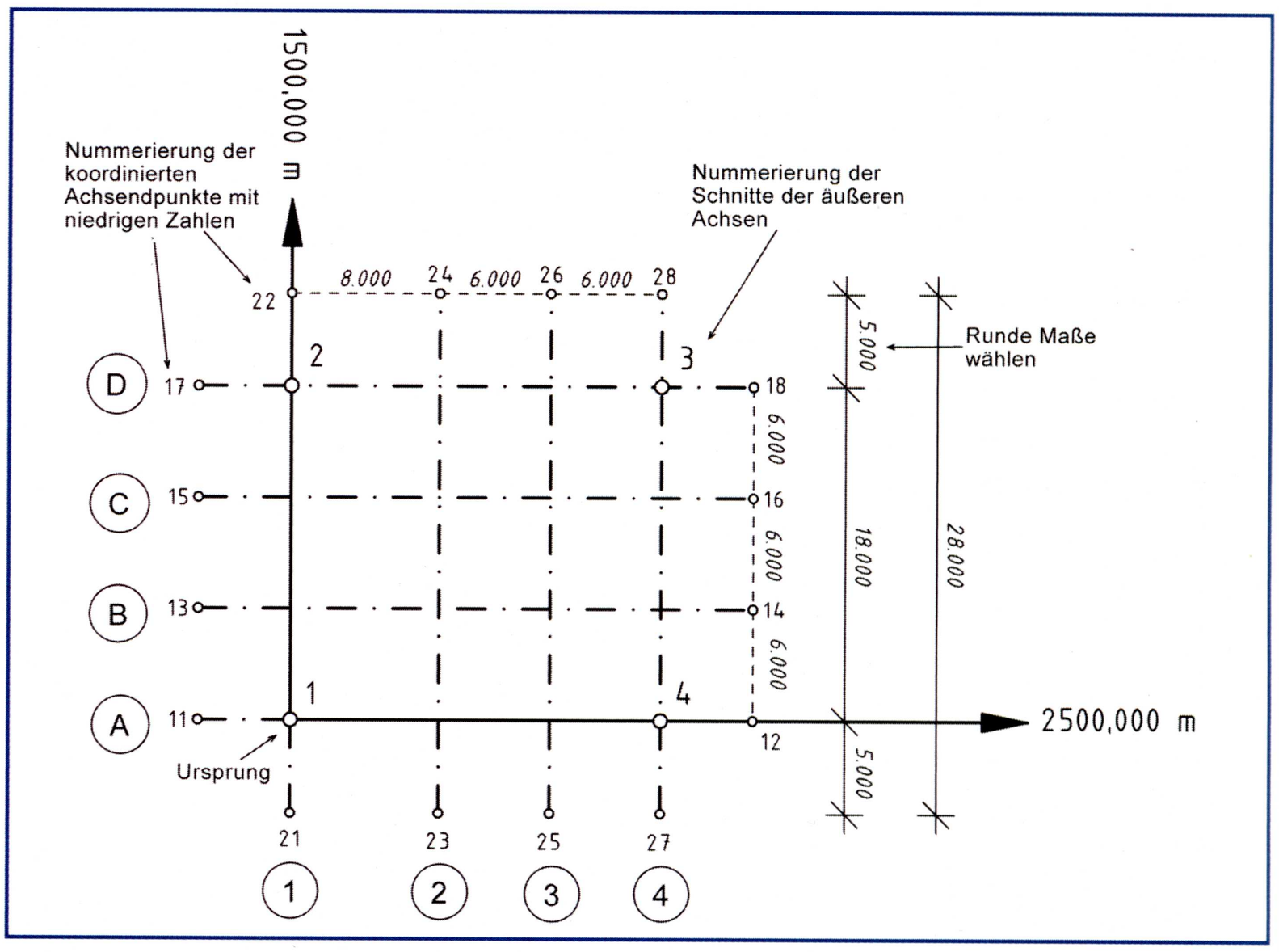


Bild 4: Aufbau eines lokalen Achssystems

Müssen später Absteckungsarbeiten wegen der erforderlichen Sichtverhältnisse vom Baugrubenrand durchgeführt werden, haben diese durch eine freie Stationierung zu erfolgen – und dies unter Verwendung von Anschlusspunkten, die sich nicht in der Baugrubennähe befinden.

Sicherungspunkte wurden früher in die Nähe der Aufnahmepunkte gelegt, um diese bei einem Wegfall durch kurze Anschlussmaße wiederherstellen zu können (lokale Sicherungspunkte). Dies wird heutzutage nur noch begrenzt nötig sein[2]. Durch die große Reichweite der Totalstationen und deren Genauigkeit hat sich dies gewandelt. Koordinierbare Sicherungspunkte sind so anzulegen, dass sie neben der dauerhaften Vermarkung wirklich in ihrer Gebrauchsfähigkeit gesteigert und vor Wegfall, Zustellung oder Zerstörung sicherer werden, leicht zugänglich und möglichst aus vielen Richtungen sichtbar bzw. anmessbar sind. Die Nachbarschaft hat hier ihre Bedeutung verloren. Marken oder Vermarkungen an Gebäuden sind wegen ihrer Bodenfreiheit als Anschluss- und Sicherungspunkte gut geeignet (Bild 1 und [3]).

Man scheue sich nicht, einige Sicherungspunkte mehr zu setzen, obwohl es vielleicht im ersten Moment nicht unbedingt notwendig erscheint. Auch wenn zunächst Zeitdruck oder wirtschaftliche Erwägungen solchen weiterführenden Arbeiten entgegenstehen, ist in Abhängigkeit vom Einzelfall jede Gelegenheit dafür zu nutzen. Denn dabei ist zu bedenken, dass man gerade bei einer späteren freien Stationierung, die sich auf nicht vermarkte Standpunkte bezieht, von mehreren Anschlusspunkten abhängig sein wird.

Auch verzichte man nicht auf Einmessungsskizzen, in denen zum Wiederauffinden der Punkte topografische Gegenstände angemessen und Orientierungshilfen angegeben werden. Bei Personalwechsel und dadurch zunächst örtlich Unkundigen sind diese Hilfsmittel nach wie vor von Bedeutung.

Vermarkungen sollten mit Farbe gekennzeichnet werden. Digitale Fotos ermöglichen eine schnelle und sichere Dokumentation und Punktidentifikation.

[2] Dies gilt nicht bei Netzen für Deformationsmessungen oder lang gestreckte Anlagen.

Lagerung, Orientierung und Anschlüsse von Netzen und Achssystemen

Die Berechnung eines Netzes sollte grundsätzlich durch eine zwangsfreie, flächenhafte Ausgleichung (z. B. mit dem Programm KAFKA) erfolgen. Linienhafte Berechnungen von Polygonzügen mit anschließender Netzverdichtung gehören der Vergangenheit an; die Ergebnisse einer Ausgleichung in einem Guss sind zuverlässiger und aussagekräftiger.

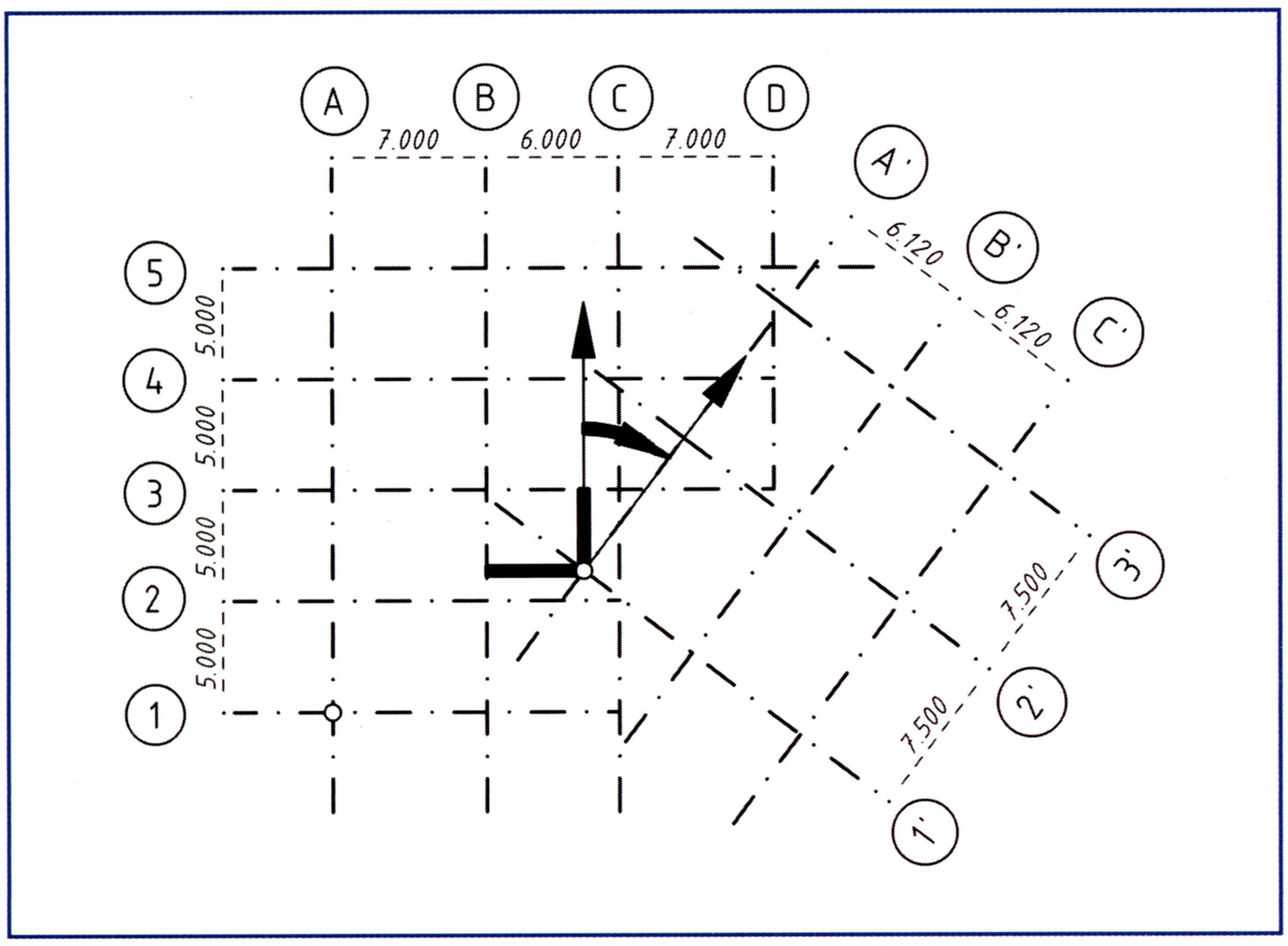


Bild 5: Verknüpfung von Achssystemen durch Achsabstände und Drehwinkel

Es ist zweckmäßig, das Koordinatensystem möglichst von vornherein so zu legen, dass es parallel zu den Hauptachsen liegt, weil dann die Abstände der Objektpunkte zu den Achsen direkt aus den Koordinaten entnommen werden können (Benutzerkoordinatensystem, Bilder 4 und 6). Als Ursprung des Koordinatensystems eignet sich der linke, untere Schnittpunkt der äußeren Achsen, dem man verwechslungsfreie, positive Koordinaten zuordnet (z. B. y = 1500,000 m; x = 2500,000 m). Diese gewünschte Lage des Netzes kann durch eine Transformation erreicht werden. Eine andere Möglichkeit besteht darin, die Eingangskoordinaten vor der Vorauswertung einer Ausgleichung approximativ zu verändern, bis die gewünschte Systemlage erreicht wird, was einen messtechnischen Bezug des Achssystems zu den Netzpunkten voraussetzt. Das Letztere hat den Vorteil, dass dann die Ausgleichungsergebnisse und die Koordinatenausgabe direkt im Benutzerkoordinatensystem vorliegen.

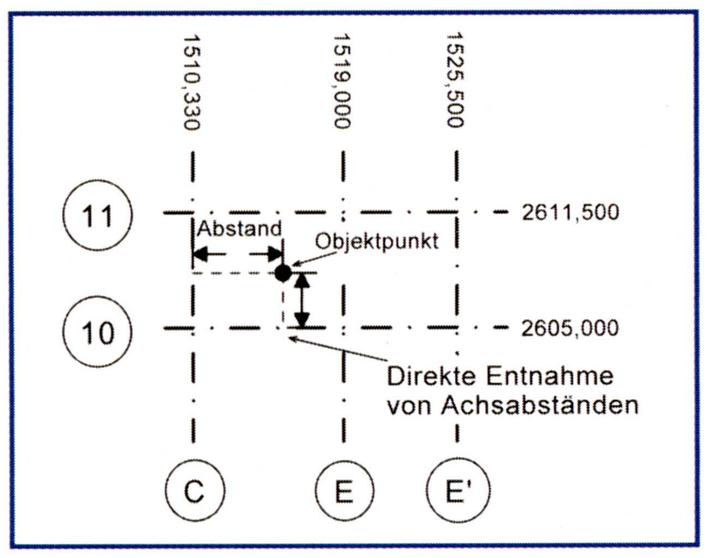


Bild 6: Direkte Entnahme der Achsabstände von Objektpunkten bei achsparallelen Koordinaten

Vielfach werden die Achsen und Umrisse der Neubauvorhaben aus den von Architekten zur Verfügung gestellten DXF-Dateien direkt digital in die Absteckungspläne übertragen. Dabei sind die geometrischen Abhängigkeiten ineinander verschachtelter Achssysteme wegen der direkten Datenübernahme nicht ersichtlich. In den durch CAD erstellten Plänen sind diese Abhängigkeiten oder Verknüpfungen nicht von vorrangiger Bedeutung, weil sie für die Detailarbeit der Architekten nicht erforderlich sind. Sie sind auch nicht immer in den Ausführungsplänen explizit dokumentiert und auf der Baustelle bekannt. Aus Gründen der Sicherheit und Vollständigkeit sollten geometrische Festlegungen der Achssysteme aber untersucht, von den Architekten erfragt und in den Absteckungsrissen dokumentiert werden (Bild 5).

Folgende Alternativen zur Netzlagerung, Orientierung oder für Anschlüsse in Bezug auf Koordinatensysteme sind möglich:

1. Zwangsanschluss der Netz- und Objektpunkte an das amtliche Festpunktfeld. Dies ist für Feinabsteckungen wegen der zu erwartenden Netzspannungen (auch im Netz 77 [Nordrhein-Westfalen]) in den meisten Fällen nicht empfehlenswert.
2. Weiche Lagerung [4] als Sondernetz durch eine dynamische bzw. freie Ausgleichung oder durch eine freie Ausgleichung als lokales Netz mit anschließender Transformation in ein übergeordnetes Netz. Dies erfordert eine klare Unterscheidung in den Koordinatenangaben zwischen den Neupunkten aus der Ausgleichung und z. B. den Punkten aus den amtlichen Koordinatenverzeichnissen. Der Vorteil dieses Verfahrens liegt aber darin, für weniger genaue Aufgabenstellungen beide Systeme als ein Mischsystem verwenden zu können (z. B. für Übersichten mit Grenzdarstellungen, Achs- bzw. Absteckungspunkten und Topografie).
3. Wie unter 2., aber die Lage des Netzes wird über einen gemeinsamen Punkt und einer ausgezeichneten Richtung festgelegt. Dieser seltene Fall wird nur bei speziellen Aufgabenstellungen wie Zwangspunktanschlüssen vorkommen.
4. Lokales Netz durch eine freie Ausgleichung.
5. Lokales Netz durch eine freie Ausgleichung mit achsparalleler Anpassung des Koordinatensystems (z. B. durch Transformation) mit einem bestimmten Ursprung. Dieser kann ein örtlich vermarkter Punkt oder ein beliebig angenommener Punkt (z. B. ein Achsschnittpunkt) sein.

Die Varianten zu 2. und 5. kommen am häufigsten vor. Bei Transformationen ist wegen der notwendigen Erhaltung des Maßstabs eine 3-Parameter-Transformation ohne Restklaffenverteilung durchzuführen. Nach Rechenoperationen bzw. Transformationen müssen in jedem Fall die Achsabstände geprüft werden.

Genauigkeiten

Toleranzbegriffe im Bauwesen werden in der DIN 18202 [5] behandelt. Die Nennmaße kennzeichnen Größe und Lage eines Bauteils oder Bauwerks und sind in den Zeichnungen eingetragen. Es gelten folgende Beziehungen (Bild 7):

- *Istmaß = Nennmaß* (= Sollmaß) + *Maßabweichung*
- *Maßtoleranz = Höchstmaß – Mindestmaß*

Die positive bzw. negative Grenzabweichung bilden die Differenz zwischen dem Sollmaß und dem Höchst- bzw. Mindestmaß.

In der Maßtoleranz sind neben der Messgenauigkeit auch die Herstellungs- (Fertigteile) und Montagegenauigkeit enthalten. Im Allgemeinen billigt man den Vermessungsfachleuten 1/3 dieser Maximaltoleranzen für vermessungstechnisch bedingte Abweichungen zu. Bei größeren

ingenieurtechnischen Vermessungen werden Messgenauigkeiten bzw. größte zulässige Abweichungen vom Auftraggeber vorgegeben.

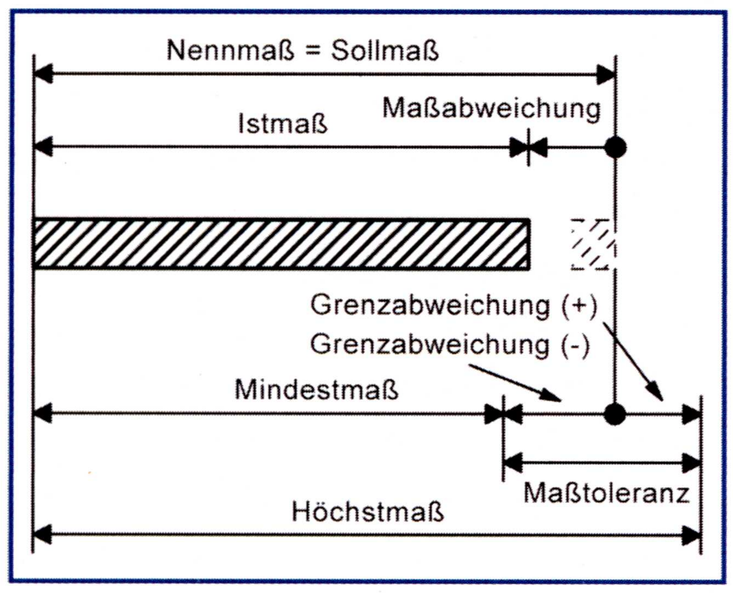


Bild 7: Maßbegriffe

Bei Bauwerken im Hochbau sind in der DIN 18202 für Maße im Grundriss die kleinsten Grenzabweichungen mit ±10 mm bei einem Nennmaß bis 1 m, ±12 mm bei einem Nennmaß bis 3 m usw. und die größte Toleranz mit Grenzabweichungen von ±30 mm bei einem Nennmaß über 30 m angegeben. Davon jeweils 1/3 ergibt eine vermessungstechnisch zulässige Abweichung bis ±3 oder ±4 bzw. ±10 mm. Man bedenke: Es handelt sich hierbei um Maximalwerte!

Da Absteckungen in der Regel polar erfolgen – also unabhängig von der gegenseitigen Nachbarschaft der abzusteckenden Punkte –, ist von den kleinsten Werten ±3 bis ±4 mm auszugehen. Dabei beachte man aber, dass es sich hierbei um einzelne Objektpunkte handelt, die von abgesteckten Achsen (bauwerksinternes Bezugssystem) und diese wiederum von den Festpunkten des Netzes als äußerem Rahmen abhängig sind. Es wird also bei einem Grundlagenetz für Absteckungen von Standardabweichungen der Haupt-, Stütz- oder Anschlusspunkte überschlägig von 2 mm auszugehen sein. Dies dürfte für die hier angesprochenen Aufgabenstellungen im Hochbau hinreichend sein. Bei höheren Genauigkeitsanforderungen (<1 mm) wären wegen der Zentrierungsprobleme Beobachtungspfeiler erforderlich.

Bestandsaufnahmen

Wird ein Gebäudebestand aufgenommen und diese Aufnahme soll auch als Grundlage für die Schaffung und Festlegung eines Sollachsensystems für spätere bauliche Veränderungen oder Erweiterungen dienen, ist die Vermessung so anzulegen, dass zukünftige Achsen auch nach baulichen Veränderungen in die Örtlichkeit übertragen werden können.

Tabelle 1: Ausgewählte Achsschnittpunkte für Transformationszwecke (zu Bild 4)

Schnittpunkte der Außenachsen		örtliche Koordinaten		Gauß-Krüger-Koordinaten (Lagestatus: Netz xxx)	
		y [m]	x [m]	y	x
Achsen A/1 →	1	1500,000	2500,000	2557382,526	5652705,987
Achsen D/1 →	2	1500,000	2518,000	2557375,030	5652722,352
Achsen D/4 →	3	1520,000	2518,000	2557393,214	5652730,681
Achsen A/4 →	4	1520,000	2500,000	2557400,709	5652714,316

Ausschließliche Aufnahmen von Objektpunkten durch freie Stationierungen und deren Verknüpfungen reichen hier nicht aus. Hiermit wird dann gleichzeitig eine Beweissicherung durchgeführt. Oder anders ausgedrückt: Eine Bestandsaufnahme für Baumaßnahmen setzt immer die Schaffung eines vermarkten Netzes voraus!

Punkte einer Bestandsaufnahme, die für die Rekonstruktion oder Einpassung von Achssystemen verwendet werden, sind stets kontrolliert aufzumessen (Mauerecken, tragende Wände, Pfeiler).

Mitunter sind örtlich von bestehenden Fassaden, Wänden oder Säulenreihen parallele Hilfsachsen festzulegen und dies von vielleicht später nicht mehr zugänglichen Punkten, was nicht vorausschaubar sein muss. Die Wiederherstellung dieser Achsen über die Netzpunkte muss möglich sein!

Am Ende eines Halbsatzes bei Bestandsaufnahmen ist zumindest ein Anschlusspunkt als Kontrolle wieder aufzunehmen, da sich nicht nur bei laufendem Baubetrieb die Orientierung des Teilkreises ändern kann. Das gilt ebenso für die nachstehend behandelten Kontrollbeobachtungen bei Absteckungen.

Absteckungen

Abgesteckt werden in der Regel Richtungen, die durch zwei vermarkte Punkte definiert sind (z. B. Achsen durch Nägel auf Schnurgerüste), oder einzelne Punkte. Örtlich vermarkte Achsschnittpunkte sind weniger von Bedeutung, von einigen Fällen wie bei kreisbogenförmigen Achsen oder reinen rasterförmigen Gebrauchsnetzen abgesehen. Vermarkte Achsschnittpunkte als direkte vermessungstechnische Bezüge sind wegen deren Lage im unmittelbaren Baubereich nur in wenigen Fällen geeignet[3]. Außerdem haben sich durch die Genauigkeit moderner Totalstationen und heutiger Mess- und Rechenverfahren die Arbeitstechniken entscheidend geändert. Von Vermessungsfachleuten werden Punkte polar von beliebig liegenden Stand- oder auch Festpunkten abgesteckt.

Eine Koordinierung von Achsschnittpunkten ist aber wichtig, wenn sie Passpunktaufgaben übernehmen. Dies ist der Fall, falls Pläne unterschiedlicher Fachingenieure in einen vorhandenen CAD-Datenbestand eingepasst oder wenn Teilsysteme aus verschiedenen Plots zusammengefügt werden müssen oder ein Bezug zum amtlichen Netz hergestellt wird. Hier bieten sich zweckmäßig die äußeren Achsschnittpunkte als Passpunkte an. In Absteckungsplänen sollten die Koordinaten der Verknüpfungen angegeben werden, wie es das Beispiel (Tabelle 1 in Verbindung mit dem Bild 4) zeigt.

Wurden Achsen auf Schnurgerüste übertragen oder anderweitig dauerhaft vermarkt (Nägel, Bolzen usw.), sind die zuvor vermarkten Punkte unabhängig aufzunehmen. Diese Aufnahme dient als Kontrolle der Absteckung und muss so schnell wie möglich und dies natürlich vor Ausführung der Baumaßnahme ausgewertet und mit den Sollwerten verglichen werden. Die Abweichungen sind zu dokumentieren. Bei Punkten auf Achsen sind dies die Lotabstände der Ist-Punkte zu den Soll-Achsen. Es dient auch zur Beweissicherung. Nicht selten werden Schnurgerüste verändert und dann notdürftig wieder hergerichtet!

Eine Beweissicherung ist umso wichtiger, wenn am Anfang der Bautätigkeit nur Hauptachsen abgesteckt und an andere Firmen übergeben werden, die darauf aufbauend weitere Achsen abstecken. Diese Hauptachsen haben dann den Charakter eines Basisnetzes und Bezugssystems für Folgearbeiten. Ein Zugang zu den Punkten des Grundlagenetzes besteht in der Regel für die Firmen nicht; sie sind für die Sicherung der übernommenen Punkte selbst verantwortlich.

[3] Eine der wenigen Ausnahmen wäre diese: Bei der Montage vorgefertigter Pfeiler beim Bau von Industriehallen werden Achsschnittpunkte benötigt.

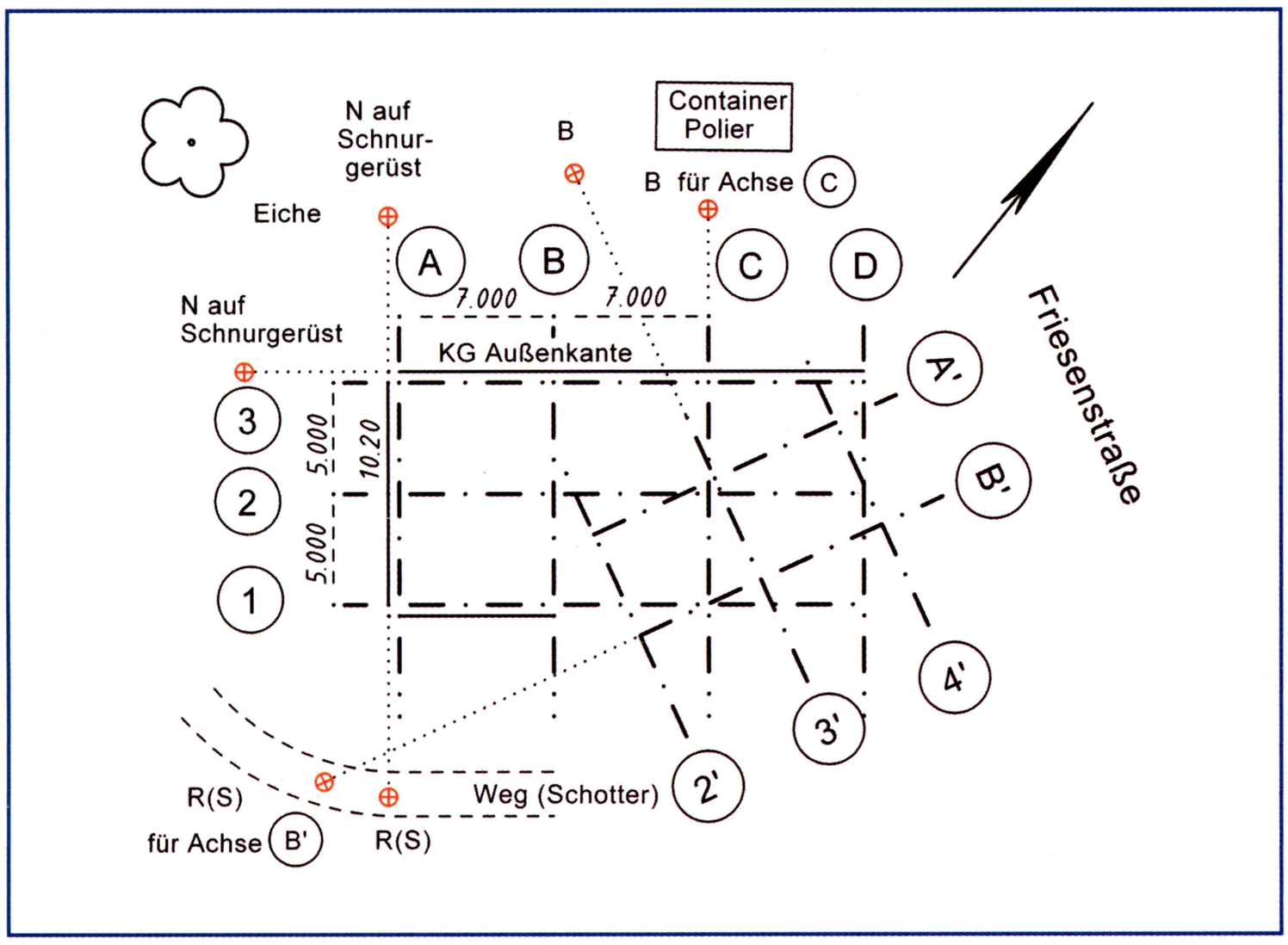


Bild 8: Absteckungsriss (Auszug) → Zuordnung der abgesteckten und vermarkten Punkte zu Achsen oder Gebäudeaußenkanten und Darstellung markanter topografischer Gegenstände zur Orientierung

Unter Beweissicherung ist hier nicht nur allein die Aufnahme eines vorgefundenen Bestandes oder vermarkten Punktfeldes zu sehen, sondern auch die Möglichkeit einer einwandfreien Wiederherstellung der Punkte. Man muss einen Beweis antreten können und das auch örtlich!

Nahe beieinander liegende Objektpunkte sind von einem Standpunkt abzustecken. Man beachte dies besonders unter dem Gesichtspunkt der verschärften Toleranzen im Nahbereich bis 1 m Nennmaß oder der Grenzwerte für Fluchtabweichungen bei Stützen (DIN 18202:2005-10) [5]. Bei sich wiederholenden Absteckungen derselben Punkte sind immer dieselben zu kontrollierenden Anschlusspunkte wegen der gleichartigen Fortpflanzung der Messungsungenauigkeiten zu benutzen.

Da Absteckungen bei größeren Bauvorhaben je nach Baufortschritt zeitlich unterschiedlich erfolgen, sollten aus Kontroll- und Nachbarschaftsgründen auch bereits abgesteckte Achsen oder Objektpunkte mit aufgenommen und überprüft werden.

Gerade bei komplexen Achssystemen mit vielen abzusteckenden Punkten und sehr unterschiedlichen Abständen der markierten Punkte zu den Achsen ist eine saubere örtliche Markierung und Dokumentation (Absteckungsrisse und -protokolle) erforderlich. Welcher Punkt mit welcher Vermarkung gehört zu welcher Achse? Dieses muss aus der Dokumentation klar hervorgehen (Bild 8).

Anschluss an das Kataster

Ist die Lage der Neubauten von Zwangspunkten oder durch Parallelabstände von im Kataster nachgewiesenen Grenzen abhängig, kann die Lage des Achssystems in einer Vielzahl von Fällen auch örtlich festgelegt werden. Die Genauigkeit der Katasterpunkte reicht aber in der Regel für bauliche Absteckungen nicht aus, sodass ein genaueres, lokales Netz eingerichtet werden muss. Auf dieses lokale Netz müssen dann die Grenzpunkte entweder durch direkte Messung oder ermittelte Transformationsparameter bezogen werden (Bild 9).

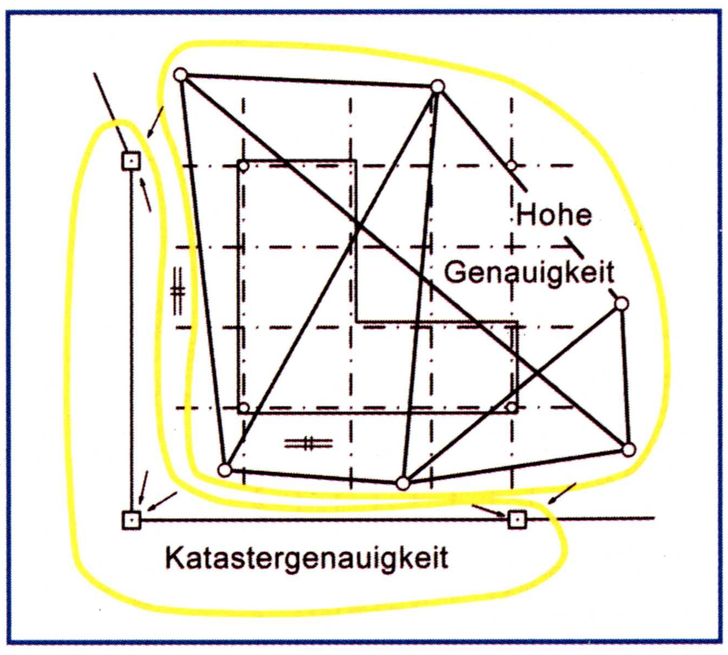


Bild 9: Abhängigkeit zwischen Absteckungsnetz und Kataster (schematische Darstellung)

Sicherungspunkte an externen Stellen bei einer Bestandsaufnahme bzw. Netzanlage bieten Vorteile bei einer Wiederverwendung in einer späteren Katasteraufnahme. Sie sind deshalb zweckmäßig so anzulegen und einzumessen, dass sie als Verknüpfungspunkte für Katasteraufgaben (Teilungs- und Gebäudeeinmessungen) insbesondere in engen Ortslagen und geschlossener Bauweise später verwendbar sind. Sie müssen an das amtliche Festpunktfeld von vornherein angeschlossen werden.

Gerade bei der geschlossenen Bauweise ergeben sich Schwierigkeiten, die heute geforderten Genauigkeiten in der Katasteraufnahme einhalten zu können. Die im Verhältnis zum Kataster genauer aufgenommenen Verknüpfungspunkte bilden dann eine zweckmäßige Hilfe und eine Vereinfachung der Arbeit. Auch hier entscheidet ein vorausschauendes Handeln, das letztendlich im Nachhinein sehr wertvoll sein kann (Bild 10).

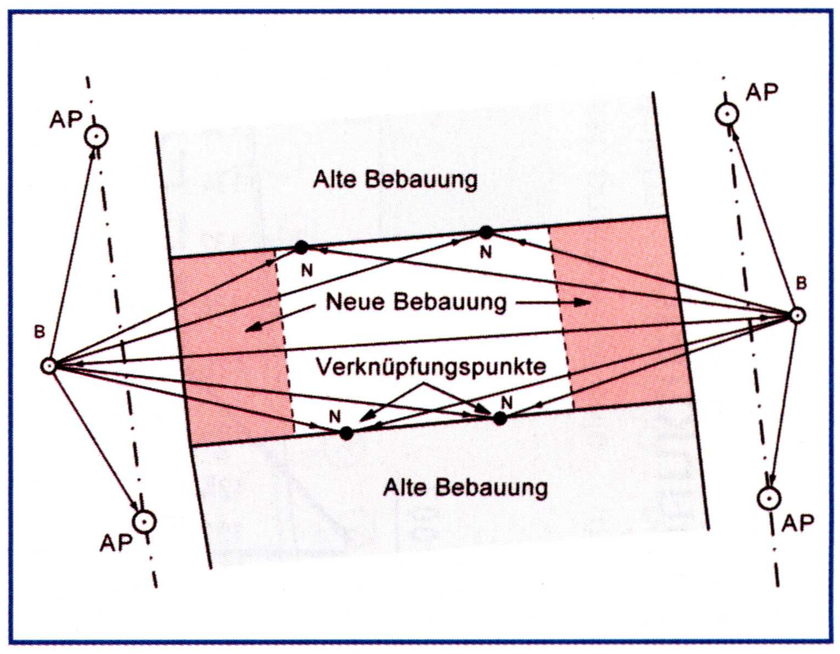


Bild 10: Verknüpfungspunkte auch für die Katasterverwendung

Literatur

[1] Möser u. a.: Handbuch Ingenieurgeodäsie – Grundlagen, 3. Aufl. 2000. Wichmann, Heidelberg

[2] Kaintzyk: Vermessungsarbeiten beim Hochhaus DLZ Stern in Essen, Verm.-Ing. 5/1995, S. 217–222

[3] Fuhrmann, Steindorff: Großräumige Werksnetze durch kombinierte Lagebestimmung und trigonometrische Höhenübertragung über Instrumentenhorizonte, Verm.-Ing. 2/1993, S. 59–62

[4] Niemeier: Ausgleichungsrechnung (S. 215, 234 f., 240 f.), 2002. Walter de Gruyter, Berlin

[5] DIN 18202 Toleranzen im Hochbau – Bauwerke 2005-10

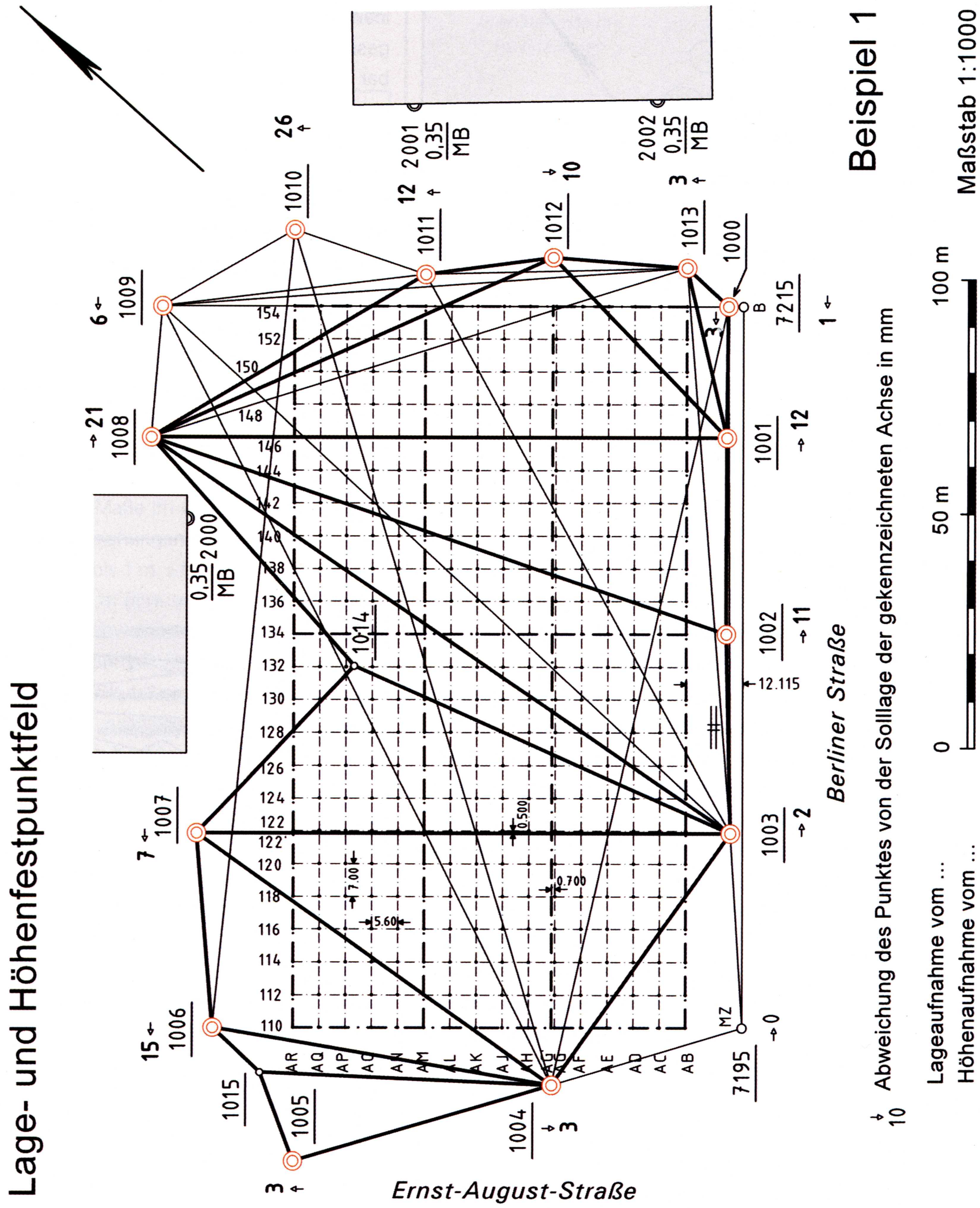
DIN 18710-1 Ingenieurvermessung, Allgemeine Anforderungen 1998-10 (Entwurf)

DIN 18710-3 Ingenieurvermessung, Absteckung 1999-03 (Entwurf)

Autor

Dipl.-Ing. Norbert Fuhrmann
c/o ÖbVI Scharlemann/Elbert/
Austerschmidt/Dieper
Am Malzbüchel 1
50667 Köln

Lage- und Höhenfestpunktfeld



Koordinaten im örtlichen Netz			
	y [m]	x [m]	Höhe [m] über NN
1000	1653,997	2491,127	45,2825
1001	1626,012	2491,409	45,2146
1002	1584,011	2491,473	45,1301
1003	1541,502	2490,506	
1004	1487,818	2528,697	44,2475
1005	1471,456	2584,003	45,0126
1006	1499,985	2601,253	45,1339
1007	1541,493	2604,713	45,0331
1008	1626,021	2614,591	45,1035
1009	1653,994	2612,262	44,8830
1010	1670,379	2584,026	45,3354
1011	1660,838	2556,012	45,2377
1012	1664,502	2528,690	45,2008
1013	1662,267	2500,003	45,2845

	y [m]	x [m]
Schnitt Achse AB/110	1500.000	2500.000
Schnitt Achse AB/154	1654.000	2500.000
Schnitt Achse AR/110	1500.000	2584.000
Schnitt Achse AR/154	1654.000	2584.000

Höhenbezugssystem 100

		[m] über NN
2000	Bezugshöhenpunkt	45.3400
2001	Sicherungspunkt	46.4087
2002	Sicherungspunkt	46.2098

Beispiel 1

Maßstab 1:1000

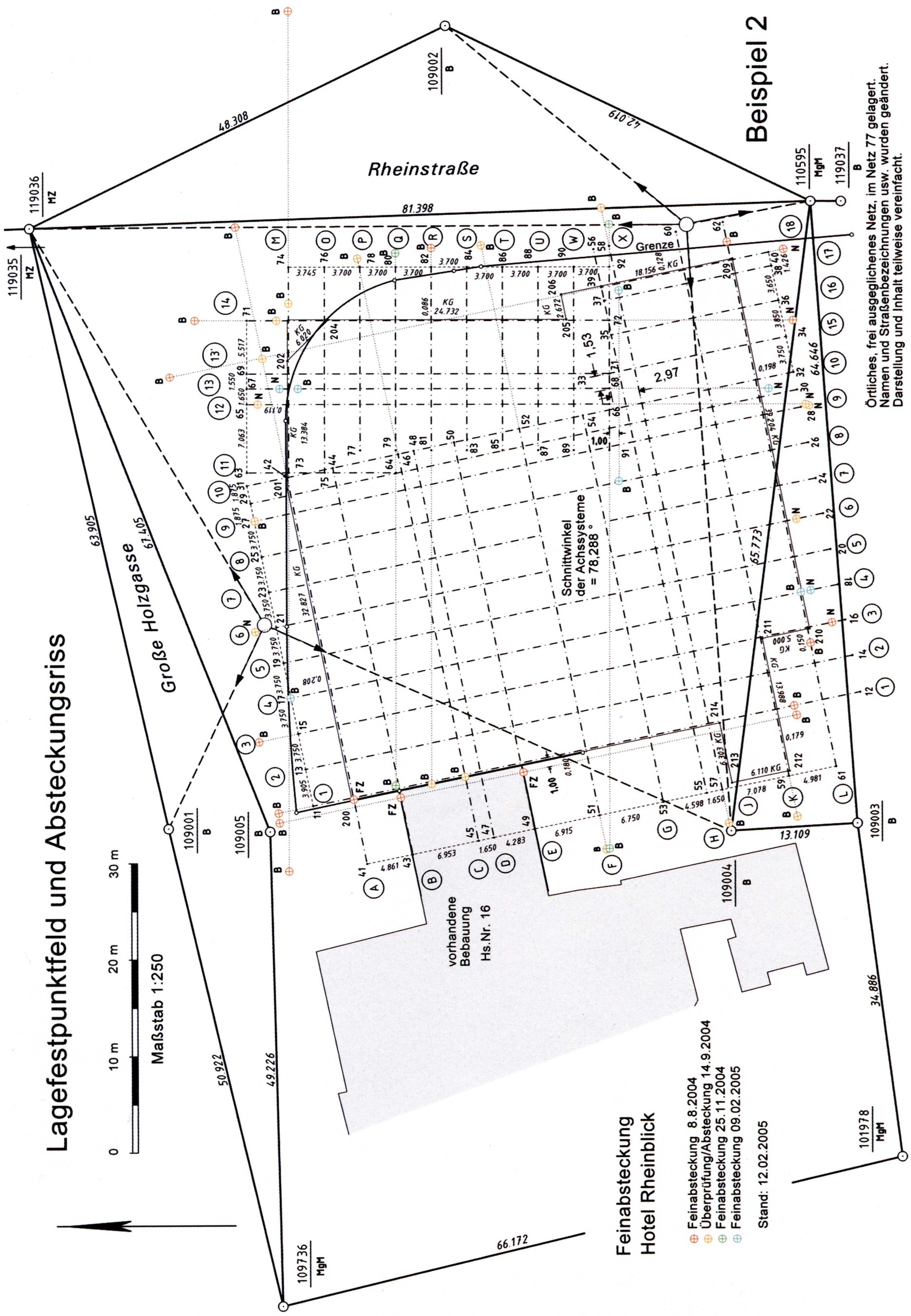
0 50 m 100 m

→ 10 Abweichung des Punktes von der Solllage der gekennzeichneten Achse in mm

Lageaufnahme vom ...
Höhenaufnahme vom ...

Anhang-Beispiel 1:

Bei diesem Beispiel für den Bau eines Druck- und Verlagshauses wurde das Netz erst nach der Grobabsteckung und dem Baugrubenaushub gebildet. Hierbei wurde die Auflage gemacht, die Netzpunkte möglichst auf die Punkte der Grobabsteckung und damit auch in Achsnähe zu legen. Die Punkte sind auf mit Beton verfüllte Betonringe (Durchmesser 1,20 m) vermarkt worden. Das Achssystem wurde in dieses Netz eingepasst; deshalb auch die Angaben der Abweichungen von der Solllage der Achsen. Gemessen wurden durch eine kombinierte Lagebestimmung 4 Vollsätze bei 2 unabhängigen Aufstellungen des Instruments (dicke Linien) bzw. 2 Vollsätze bei einer Aufstellung (dünne Linien). Die Standardabweichung der Netzpunkte beträgt 1 mm.



Anhang-Beispiel 2:

Dieses Beispiel zeigt ein Netz für den Bau eines Hotels. Es besteht aus einem blockumgreifenden, geschlossenen Polygon. Die Diagonalen konnten wegen der noch auf dem Grundstück stehenden Altbauten bei der Herstellung des Netzes nicht gemessen werden. Nach den Abbrucharbeiten war eine Verdichtung des Netzes nicht erforderlich. Eine Netzüberprüfung – praktisch die Messung der Diagonalen – erfolgte über die Elemente der freien Stationierung. Die Standardabweichung der Netzpunkte beträgt 2 mm.