

Zeitschrift: Schweizer Ingenieur und Architekt
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 112 (1994)
Heft: 23

Artikel: Bestehende Fundationen - nachträglich verstärkt
Autor: May, Rudolf von
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-78459>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 19.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

nicht gut funktionierendes Drainagesystem war offensichtlich schuld am sechsten Schadenfall.

Die Beulen waren oft über hundert Meter lang und manchmal so tief, dass man zwischen Betonmantel und eingebultem Rohr gehen konnte. Die Reparaturen der schadhaften Panzerungen sind viel schwieriger und aufwendiger als die Erstmontage. Allein der Transport der Ersatzrohre durch die nichthavariente Panzerung wirft grosse Probleme auf (Durchmesser zu klein für Transport ganzer Rohre).

Die anfallenden Sanierungskosten sowie die Verluste infolge Produktionsausfall überstiegen daher in den meisten Fällen bei weitem die vermeintlich gesparten Mehrkosten für eine vernünftige Dimensionierung der eingebulten Stahlpanzerungen.

Schweißer- und Schweissverfahrensprüfung

Es war früher üblich, dass ausgesuchte Schweißer unter idealen Bedingungen (im Schweissprobenlabor) die Schweissproben für die Verfahrensprüfungen herstellten. Die Schweißer, die später am Objekt tätig sein sollten, absolvierten ihre Schweißerprüfung gemäss ir-

gendeiner Norm (VDI-Norm, ASME), die oft mit dem späteren Schweißen am Objekt nicht mehr viel gemeinsam hatte.

Man kann die beiden Prüfungen objekt-orientiert und wesentlich effektiver machen, indem sie teilweise kombiniert werden.

– Die Prüfungen sollten so ablaufen, dass jeder Schweißer, der später am Objekt arbeiten wird, sei es in der Fabrikation oder auf Montage, bei der Prüfung möglichst unter ähnlichen, «echten» Bedingungen arbeitet. Er sollte mit den gleichen Zusatzwerkstoffen (Elektroden, Schweissdraht, Pulver) und mit dem gleichen Grundwerkstoff in der gleichen Lage ebenso dicke Platten schweissen wie später am Objekt. Damit wird auch ein Teil der Verfahrensprüfung erledigt, und eben nicht von den «Star-Schweißern» des Lieferanten.

Meistens werden trotzdem die Rohrbauer vor Fabrikationsbeginn die vorgesehenen Schweissverfahren mit den von ihnen für solche Zwecke besonders trainierten Schweißer ausprobieren.

– Die Schweißer sollten nicht nur vorgängig geprüft, sondern während der Fabrikation und Montage als Erzie-

hungsmassnahme immer wieder kontrolliert werden, damit die Qualität der Arbeit nicht nachlässt (Montagsarbeit). Hierfür eignen sich sogenannte Auslaufplatten, die neben den üblichen zerstörungsfreien Prüfungen für Kerbschlagproben gut geeignet sind.

Im Wirkungsfeld des Schreibenden wurden in den Ausschreibungsdokumenten die Prüfungen schon in den 60er Jahren im obigen Sinne verschärft.

Selbst die KKW-Ingenieure, deren «Qualitäts-Sicherung» als sehr umfassend und vorbildlich eingestuft wird, liessen ihre Schweißer nur vorgängig gemäss Norm prüfen (Beznau, Mühleberg, Gösgen). Man muss ihnen allerdings zugute halten, dass sie mehr oder weniger gezwungen waren, nach ASME-Code zu arbeiten. Aus diesem Grunde mussten manchmal sogar Stähle verarbeitet werden, die wegen des Kohlenstoffgehaltes für Schweizer Verhältnisse fast als unschweissbar galten. Im Druckleitungsbau hat man damals schon längst geeignete Feinkornstähle verarbeitet.

Adresse des Verfasser: S. Jacobsen, dipl. Ing. TUD/SIA, Beratener Ingenieur, Rebbergstrasse 55A, 5430 Wettingen, Tel. 056/261845

Bestehende Fundationen – nachträglich verstärkt

Verschiedene Gründe und Gegebenheiten können eine nachträgliche Verstärkung bzw. Erhöhung der Tragfähigkeit einer Fundation bedingen. Die in den letzten Jahren entwickelten Baumethoden im Tiefbau bieten fachgerechte Lösungen für beinahe jede Problemstellung an. Nachstehend werden die in der Schweiz üblicherweise angewandten Systeme beschrieben.

Hauseigentümer und Bauherren kommen heute insbesondere in städtischen Agglomerationen immer öfter in die Si-

**von RUDOLF VON MAY,
ZÜRICH**

tuation, Fundationen bestehender Gebäude nachträglich verstärken bzw. deren Tragfähigkeit erhöhen zu müssen. Dies hat seine Gründe darin, dass ein grosses Bedürfnis nach Sanierungen besteht, dass nach wie vor immer öfter bei engen Platzverhältnissen und schwieriger Geologie gebaut werden muss und dass durch Umzonungen und

Änderungen von Bauordnungen Umnutzungen möglich werden.

Die in den letzten Jahren entwickelten speziellen Baumethoden im Tiefbau bieten nun eine breite Palette angepasster Systeme an, welche die fachgerechte und kostengünstige Lösung für beinahe jede Problemstellung erlauben. Es wird damit möglich, auch in anspruchsvollen geometrischen und geologischen Verhältnissen die Fundation bestehender Gebäude neuen Nutzungsanforderungen anzupassen und/oder diese nachträglich zu sanieren.

Folgende Gründe und Gegebenheiten können zu einer nachträglichen Fundamentverstärkung führen:

□ Sanierung von Bauwerken, die bei ihrer Erstellung ungenügend fundiert wurden und deshalb meist ungleichmässige Setzungen erleiden, welche nicht oder nur äusserst langsam zum Stillstand gelangen (Erkennungsmerkmale: Strukturelle Risse in Fassade und an Tragkonstruktion, Risse und Aufwölbungen betonierter Kellerböden sowie Abscheren von Ver- und Entsortungsleitungen)

□ Fundamentlasterhöhung infolge Um- und Anbauten:

- Erhöhung Eigengewicht infolge Aufstockung
- Nutzlasthöhung bestehender Gebäudeteile
- partielle Lasterhöhungen infolge Änderungen des Tragsystems

□ Sicherung von Nachbargebäuden bei Erstellung von unmittelbar angrenzenden Neubauten mit mehreren Untergeschossen (Vermeidung von Setzungen beim bestehenden Gebäude infolge Erdlastumlagerung und Absenkung des Grundwasserspiegels im Bauzustande).

1. Nutzlastanforderungen
2. Geologie (werden die Lasten über die Pfahlspitze in eine tiefliegende Tragschicht geführt oder über Reibung abgetragen?)
3. Geometrie (Lichtraumverhältnisse/ Zufahrt- bzw. Zugangsmöglichkeiten)
4. Beurteilung der bestehenden Tragstruktur
5. Wird das Gebäude während der Bauarbeiten bewohnt? (Lärm/Bauzugang/Installationsplatz)
6. Zeitliche Verhältnisse für die Erstellung
7. Werden die Fundamentverstärkungen temporär oder permanent benutzt? (Korrosionsschutz)

Tabelle 1. Kriterien zur Systemevaluation

Die Wahl eines sinnvollen und somit bezüglich Kosten-Nutzen-Verhältnis günstigen Bauverfahrens zur Fundamentverstärkung erfordert neben Ingenieurverständ und guter spezifischer Sachkenntnis vor allem auch genaueste Aufschlüsse über die vorhandene Baustruktur sowie die geologischen Verhältnisse. Bei der Systemevaluation (Tabelle 1) sind Ingenieure aus Planungsbüros oder Spezialunternehmungen behilflich.

Im folgenden sind die heute verfügbaren Systemlösungen generell beschrieben. Die Aufzählung erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit und umfasst die bei uns in der Schweiz üblicherweise angewendeten Systeme (Tabelle 2). Jede Anwendung bedingt zudem eine objektspezifische Überarbeitung bis hin zum Prototyp.

Kleinbohrpfähle

Die Ausführung erfolgt mittels kleinen, hydraulisch betriebenen Bohrgeräten auf Raupen oder Schlitten (Gewicht bis ca. 5 to). Vielfach können die Antriebsaggregate dezentral stationiert werden und verhindern so Lärm und Abgasemissionen im Gebäude.

Kleinbohrgeräte erlauben Nutzlasten bis ca. 50 to, und deren Pfähle können bis ca. 30 m abgetieft werden. Die Bohrmethode ist bezüglich Lärm und Vibration vorteilhaft, kann aber nur neben bestehenden Wänden und Stützen ausgeführt werden, was zu aufwendigen Lastumlagerungen oder zur Erstellung von symmetrisch wirkenden Pfahlpaaren führt. Die eigentlichen Tragglieder des Kleinbohrpfahles werden durch Stahlrohre (bis ca. 220 mm Durchmesser) oder Armierungsstäbe (bis d = 50 mm/im Zentrum der Bohrung angeordnet) gebildet. Der fertige Pfahldurchmesser beträgt bis ca. 300 mm. Klein-

	Kleinbohrpfahl	Presspfahl	Injektionsbohrpfahl	Injektionsrammpfahl	konventionelle Unterfangung
max. Nutzlast	50–60 to/St	max. 50 to/St	ca. 20 to/St	ca. 150 to/St	10–20 to/m ²
Kosten	hoch	mittel	tiefe	mittel	mittel bis hoch
Platzbedarf zur Erstellung	mittel	sehr klein	klein	klein	gross
Anforderung Raumhöhe	mittel	sehr klein	klein	mittel bis klein	mittel
Abstand vom best. Bauwerk	30–40 cm	zentrisch unter best. Bauwerk	0–5 cm	20–40 cm	zentrisch unter best. Bauwerk
Zeitbedarf	gross	mittel	klein	klein	gross
Emissionen	mittel	klein	mittel	gross	mittel
Lasteintrag in best. Gebäude	aufwendig	einfach	aufwendig	aufwendig	einfach
max. Fundationstiefe	bis 30 m	bis 20 m	15 bis 20 m	bis 20 m	sinnvoll bis max. 10 m

Tabelle 2. Systemvergleich nachträglich anwendbarer Fundationsmethoden

bohrpfähle eignen sich vorab für den Einsatz in Gewerbehäusern und Produktionsstätten mit Raumhöhen von mehr als 3,0 m und guter Zufahrtsmöglichkeit. (Bild 1)

Presspfähle

Presspfähle werden mittels hydraulischen Pressen in Form von verschweißten Stahlträgern oder verschraubten Stahlrohren stückweise eingepresst und tragen Nutzlasten bis ca. 50 to in tiefliegende Schichten ab. Als Presswiderlager dient das bestehende Fundament bzw. das Gewicht des vorhandenen Gebäudes. Der Hauptvorteil dieser Fundation liegt darin, dass sie zentrisch unter bestehenden Bauwerksteilen plaziert wird und somit auf kostspielige Krafteinleitungen verzichtet werden kann. Dazu kommt, dass die Erstellung sehr lärmarm und erschütterungsfrei erfolgt und sämtliche Elemente von Hand an ihren Einsatzort getragen werden können. Der Presspfahl wird aus einer sogenannten Pressnische (kleinste «Baugruben») abgeteuft, welche mittels Kleinstbagger oder von Hand erstellt wird und ca. 1 m unter den abzufangenden Bauwerksteil reicht. (Bild 2)

Injektionsbohrpfähle

Diese Gründungsart ist mit dem bereits beschriebenen Kleinbohrpfahl sehr eng verwandt. Er ist jedoch weniger tragfähig (Nutzlast bis ca. 20 to) und kann

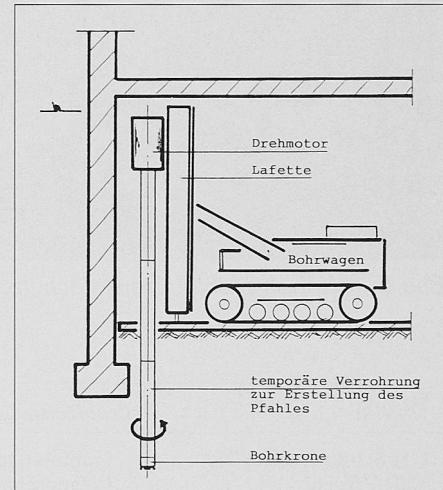


Bild 1. Kleinbohrpfahl

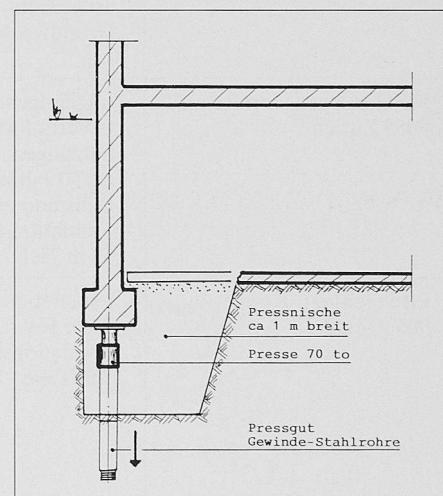


Bild 2. Presspfahl

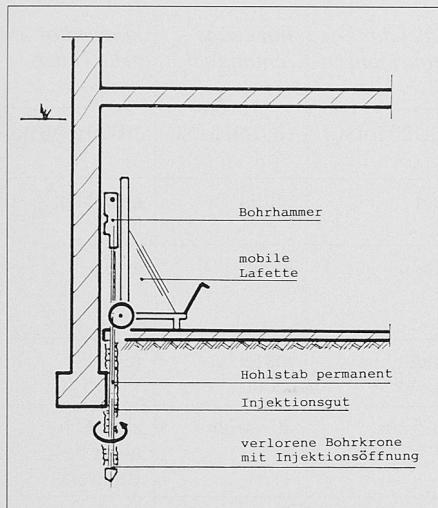


Bild 3. Injektionsbohrpfahl

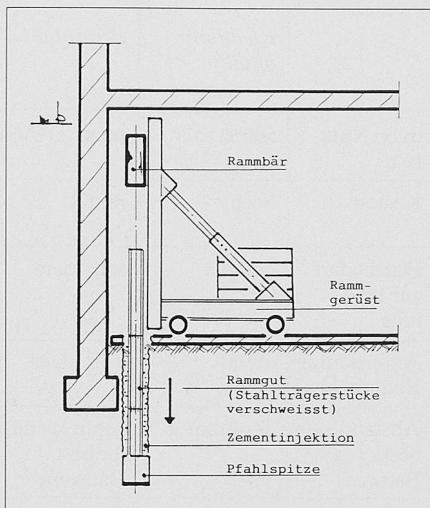


Bild 4. Injektionsrammpfahl

nur bis ca. 15 m abgetieft werden. Die Erstellung ist sehr schonend und verursacht nur wenig Lärm. Das Tragglied wird gebildet durch einen mittels Muffen verlängerbaren Hohlstab (Durchmesser ca. 30 mm) mit grobem Außen gewinde. Mittels einer verlorenen Bohrkrone wird unter Verdrängung des anstehenden Bodenmaterials ein Bohrloch von ca. 70 mm Durchmesser erstellt.

Der zwischen Bohrkrone und Tragglied entstehende Hohlraum wird kontinuierlich während des Bohrvorganges durch eine Austrittsöffnung in der Bohrkrone mittels einem Zement-Wasser-Gemisch gefüllt und mit Druck bei Bedarf auf bis zu 150–250 mm aufgeweitet. Die Zufuhr des Injektionsgutes

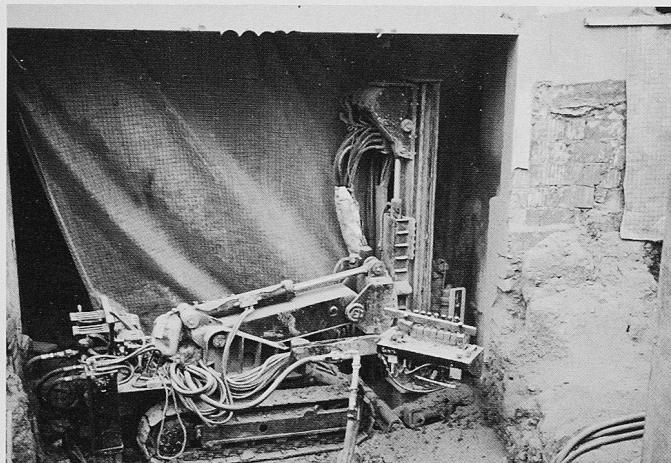


Bild 5. Kleinbohrpfähle, Objekt Schützengasse 21, Zürich



Bild 6. Press- und Injektionsbohrpfähle, Objekt Kirche Teufen

Objekt	Problemstellung	Lösung
GH Schützengasse 21, 8001 Zürich	<ul style="list-style-type: none"> – Umnutzung der best. Liegenschaft: <ul style="list-style-type: none"> • Nutzlasterhöhung • Abänderung Tragsystem • Einbau 2. Untergeschoss – Fundationshorizont in ca. 10 m Tiefe – Grundwasser 	<ul style="list-style-type: none"> – Kleinbohrpfähle 40 to mit verschraubten Stahlrohren im Innern des ausgekernten Gebäudes – Presspfähle 35 to mit verschweißten Stahlprofilen HEM 100 zentrisch unter den bestehenden Fassadenmauern
MFH Birmensdorferstr. 326 8055 Zürich	<ul style="list-style-type: none"> – ungenügende Fundation bewirkt fortwährende Setzungen, welche seit ca. 50 Jahren nicht zum Stillstand gekommen sind – Fundationshorizont in ca. 13 m Tiefe 	<ul style="list-style-type: none"> – ca. 35 St Presspfähle 50 to zentrisch unter den bestehenden Innen- und Fassadenmauern – Sanierung Hauskanalisation und Kellerboden
Grubenmann-Kirche 9053 Teufen	<ul style="list-style-type: none"> – anhaltende Setzungen der Ecke SW – Fundationshorizont in ca. 7 m Tiefe 	<ul style="list-style-type: none"> – Injektionsbohrpfähle 10 to vertikal und geneigt im Bereich leichter Anbauten – Presspfähle 40 to mit verschraubten Stahlrohren zentrisch unter den Hauptmauern des Kirchenschiffes

Tabelle 3. Beispiele kürzlich realisierter Fundamentverstärkungen



Bild 7. Presspfähle, Objekt Birmensdorferstr. 326, Zürich (alle Bilder: Teratech AG)

erfolgt über einen Drehadapter und durch die Hohlbohrung des Traggliedes. Üblicherweise werden die Bohrarbeiten mit einer mobilen oder an Kleinbagger angebauten Lafette ausgeführt. Kleinere Einsätze können mit von Hand geführtem Bohrhammer erledigt werden. (Bild 3)

Injektionsrammpfähle

Dieser gerammte Pfahl ist vergleichsweise kostengünstig und schnell abge-

tieft. Die Ausführung mit leichten Rammgerüsten erlaubt Nutzlasten von bis zu ca. 30 t, ergibt aber naturgemäß etwas Lärm und kleinere Vibrationen. Als Tragglied dient ein leichter Stahlträger (HEB 100-200), welcher mit einem Pfahlschuh ausgerüstet ist und mittels Schweißungen auf die erforderliche Länge aufgesetzt werden kann. Durch Injektionsschläuche wird parallel zur Rammarbeit vom Pfahlfuss aus der entstandene Hohlraum im Erdreich satt ausinjiziert. Als Injektionsgut wird

eine Mischung aus Zement, Wasser und evtl. Sand verwendet. Der Pfahl kann bis ca. 20 cm an bestehende Bauwerkssteile plaziert werden und benötigt deshalb entsprechende Lasteintrittskonstruktionen. (Bild 4)

Adresse des Verfassers: R. von May, Terra-tech AG, Gubelstr. 28, 8050 Zürich

Projektcontrolling im Projektierungsbüro

Im Kleinbetrieb hat normalerweise der Chef den Überblick über die Projekte. Er weiß, welches Projekt in welcher Phase steckt, wo es rund läuft und wo er eingreifen muss. Sobald der Betrieb eine gewisse Größe erreicht hat, muss vermehrt delegiert werden. Der Vorgesetzte kennt auch bei regelmässigen Sitzungen mit den Projektleitern nicht mehr jedes Projekt im Detail. Er ist nicht mehr in der Lage, Leistung, Mitarbeitereinsatz und Honorareingang selber abzuschätzen. Er benötigt ein Berichtssystem, das ihm diese Daten liefert. Ein Controllingsystem kann ihm dabei gute Dienste leisten.

Warum Controlling?

Ein modernes Controlling ist einerseits ein Kontrollinstrument, andererseits ein Steuermittel. Als Kontrollinstrument

VON THOMAS MAURER, BERN

ment ist es rückblickend. Es dient als Mittel zur Beurteilung der Erreichung eines vorgegebenen Ziels. Als Steuermittel ist es zukunftsorientiert. Es liefert Angaben, um ein Ziel vorzugeben und erreichen zu können.

Viele Controllingsysteme sind auf rein finanzielle Aspekte ausgerichtet. Bei der Entwicklung des nachfolgend beschriebenen Systems standen betriebliche Aspekte im Mittelpunkt. Es ist Bestandteil des Bürocontrollings. Als Mittel zur Leistungsbeurteilung der Projektierungsteams ist es rückblickend. Es liefert Leistungsprognosen und Angaben zu Arbeitsvorrat, Einsatzplanung und Honorareingang. Damit ist es zukunftsorientiert. Als Nebeneffekt generiert es zusätzliche Informationen, indem es indirekt Hinweise auf allfällige Probleme im Projektierungsteam gibt oder Schwachstellen in der Teamorganisation offenlegt. Es handelt sich

also um ein Projektcontrolling. Die Daten werden teilweise im Finanzcontrolling weiterverwendet.

Systemziele beim Projektcontrolling

Controlling bedeutet Mehraufwand. Ein erstes Ziel muss es sein, mit möglichst wenig Daten möglichst viel auszusagen (Bild 1). Die Beeinflussbarkeit von Projekten nimmt bekanntlich exponentiell ab mit dem Projektfortschritt. Ein weiteres Ziel ist deshalb, zu einem möglichst frühen Zeitpunkt eine möglichst gute Aussage zu machen. Controlling darf nicht dazu führen, dass die Verantwortung vom Projektleiter an die übergeordnete Stelle weiterdelegiert wird. Vielmehr muss die Einheit von Verantwortung und Kompetenz gewahrt bleiben.

Grundidee

Zu Beginn eines Projektes liegt normalerweise ein Honorarvertrag vor, der die Honorierung approximativ regelt, sowie die wichtigsten Ecktermine, zumindest für Vorprojekt- und Projektphase (Bild 2). Damit wird eine Vertei-

lung des Honorars auf der Zeitachse möglich. Auf Stufe des einzelnen Projektes liegt eine periodenbezogene Leistungsprognose vor. Diese erlaubt dem Projektleiter, den Mitarbeitereinsatz zu planen. Des Weiteren erhält er einen Hinweis über Zeitpunkt und Höhe des künftigen Honorareinganges.

Auf Stufe Büro fliesst die Leistungsprognose beim Jahreswechsel ein in die Budgetierung, haben doch die Honorare im Normalfall wesentlichen Anteil an der Ertragsseite des Budgets. Berücksichtigt man zusätzlich die Verzögerung zwischen Leistungserbringung und Rechnungsstellung, die Staffelung des Zahlungseinganges sowie allfällige Barrückbehalte, so erhält man eine brauchbare Grundlage für die Liquiditätsplanung. Die Einsatzplanung des Projektleiters fliesst ein in die Einsatzplanung des Gesamtbüros und gibt Hinweise auf mögliche Engpässe bzw. Überkapazitäten.

Die bisherigen Überlegungen betrafen ausschliesslich Prognosen (Soll-Werte), abgeleitet aus Honorarvertrag und Terminplanung. Nach Ablauf der ersten Periode liegen erstmals effektive Werte (Ist-Werte) vor. Die effektive Leistung beruht auf einer Einschätzung des Projektstandes durch den Projektleiter bei Projekten mit Kostentarifverträgen bzw. auf direkt produktiven Ist-Stunden

Systemziele

- mit möglichst wenig Daten möglichst viel aussagen
- zu einem möglichst frühen Zeitpunkt möglichst genaue Aussagen
- Einheit von Verantwortung und Kompetenz

Bild 1. Systemziele