

PC und Brückenverschub: Fallstudie über den effizienten Computereinsatz im Ingenieurbüro

Autor(en): **Polyméris, Alex / Maag, Walter**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **113 (1995)**

Heft 46

PDF erstellt am: **09.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-78808>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Alex Polyméris, Zürich, und Walter Maag, Chur

PC und Brückenquerverschub

Fallstudie über den effizienten Computereinsatz im Ingenieurbüro

Anhand des Brückenquerverschubs der SBB-Aarebrücke Brugg wird gezeigt, wie mit Hilfe eines Notebooks – ausgerüstet mit einem grossen Bildschirm und Standardsoftware – die für die Überwachung der Operationen notwendigen Daten laufend verarbeitet und grafisch dargestellt werden. Die Beurteilung der Abläufe wird dadurch wesentlich erleichtert, da jederzeit ein aktuell nachgeführtes Gesamtbild vorliegt.

Kleinrechner im PC-Bereich verfügen heute über Leistungen, Speicherkapazitäten, Zugriffsraten und vorbereitete Verbindungen zu Peripheriegeräten, wie sie auch vor noch kurzer Zeit wesentlich teureren Workstations oder Grossrechneranlagen vorbehalten waren. Gleichzeitig erfolgt eine weltweite Standardisierung der Computersoftware, die bereits bei der Anschaffung auf dem Rechner als Basis installiert und für allgemeine Anwendungen in beinahe allen kaufmännischen, administrativen und technischen Bereichen konzipiert ist. Die direkten elektronischen Verbindungen rund um die Welt setzen diese Standardisierung voraus und bringen dadurch eine noch kaum absehbare Ausweitung im Informationsaustausch. Das Preis-/Leistungsverhältnis von Hardware und Standardsoftware wird bei den offenen Marktverhältnissen von Tag zu Tag interessanter. So wie das Grundangebot sich weltweit an-

gleich, werden auch Problemlösungen einheitlich angegangen. Dies wird in Zukunft zu einer noch rasanteren Entwicklung führen. Hard- und Softwarehersteller stehen unter starkem Konkurrenzdruck. Endbenutzer sind gut beraten, ihre EDV-Investitionen innerhalb kurzer Zeit abzuschreiben.

Standardsoftware

Einzelne Softwareanbieter setzen sich gegenüber der Konkurrenz durch und erreichen damit, dass ihre Software weltweit als «de facto-Standard» anerkannt wird. Diese Tatsache ist nicht nur für international tätige Firmen von Bedeutung, praktisch jedermann wird in naher Zukunft mit diesen Trends konfrontiert. Standardprogramme weisen gemeinsame Merkmale auf. Sie sind:

- marktführend in bezug auf Anzahl Lizenzen in ihrem Aufgabenbereich
- günstig in der Anschaffung dank Marktvorteil und preiswerter Hardware
- laufend auf dem neuesten Stand der Technik. Dadurch wird das Potential neu entwickelter Rechner, Peripheriegeräte und Softwareapplikationen optimal genutzt.
- kompatibel dank universellen Schnittstellen, objektorientierter Datenorganisation sowie gemeinsamen Betriebssystemen und Hardwareplattformen.

Einsatz im Architektur- oder Ingenieurbetrieb

Vorteil

Ein gewaltiges Potential in der Unterstützung der täglichen Arbeit steht zu sehr günstigen Bedingungen zur Verfügung.

Nachteil

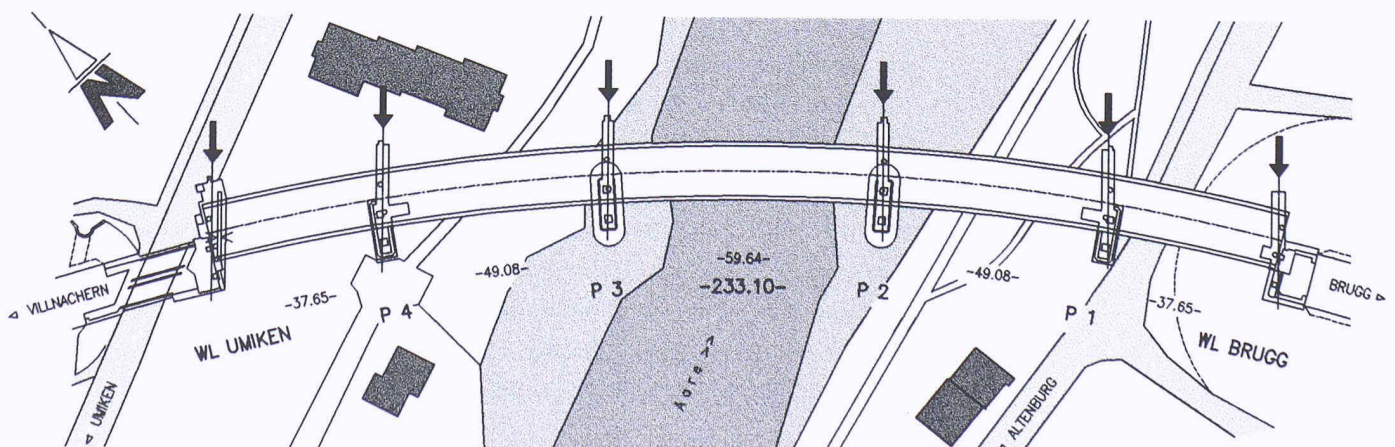
Die wirtschaftliche Nutzung und Umsetzung dieses Potentials ist nicht immer ganz einfach.

Der praktische Einsatz zeigt eindeutig, dass sich mit dem gegenwärtigen Programmangebot sowohl bei Routineaufgaben wie auch bei einmaligen Problemstellungen beachtliche Resultate in sehr kurzer Zeit erzielen lassen. Neben soliden branchenspezifischen Kenntnissen sind Vertrautheit mit Computern wie auch das generelle Wissen um die zahllosen Möglichkeiten dieser Programme die wichtigsten Voraussetzungen.

Konkrete Aufgabe

Im gesamten Bereich der Architektur und des Ingenieurwesens gilt es immer wieder, bereits im Projektstadium wie auch in den verschiedenen Realisierungsphasen Informationen aufzuarbeiten und Resultate herzu-leiten. Im Entwicklungsprozess einer Bauaufgabe ganz entscheidend ist die grafische Darstellung dieser Resultate auf jeder Stufe. Um ganzheitliche und prozesshafte Entscheide herbeiführen zu können, ist eine allgemein verständliche Visualisierung von grösster Wichtigkeit. Nur dadurch gelingt es, in einem multidisziplinären Team die einzelnen fachspezifischen Anliegen über-

Bild 1.
Disposition des Brückenquerverschubes



SBB CFF FFS		AAREBRÜCKE BRUGG				BAUABTEILUNG		KREIS III		
Brugg - Villnachern		BRÜCKENQUERVERSCHUB (1) 03.07.1995						km 32.694		
PRESSEDRÜCKE										
Angaben in bar										
HUB NR.	ZEIT	Verschubdistanz	WL UMIKEN	PFEILERACHSEN				WL BRUGG	FÜHRUNGSDORN	
				P4	P3	P2	P1		POSITIV	NEGATIV
-05	08:47	0.115	20	0	90	20	0	0	60	40
01	09:29	0.300	90	100	40	100	0	0		
02	10:28	0.600	100	10	55	55	13	8		
03	11:05	0.900	100	40	30	30	30	30		
04	11:45	1.200	90	15	20	20	10	20		
05	12:18	1.500	30	10	50	20	30	35	60	40

BAUABTEILUNG		KREIS III	
03.07.1995		km 32.694	

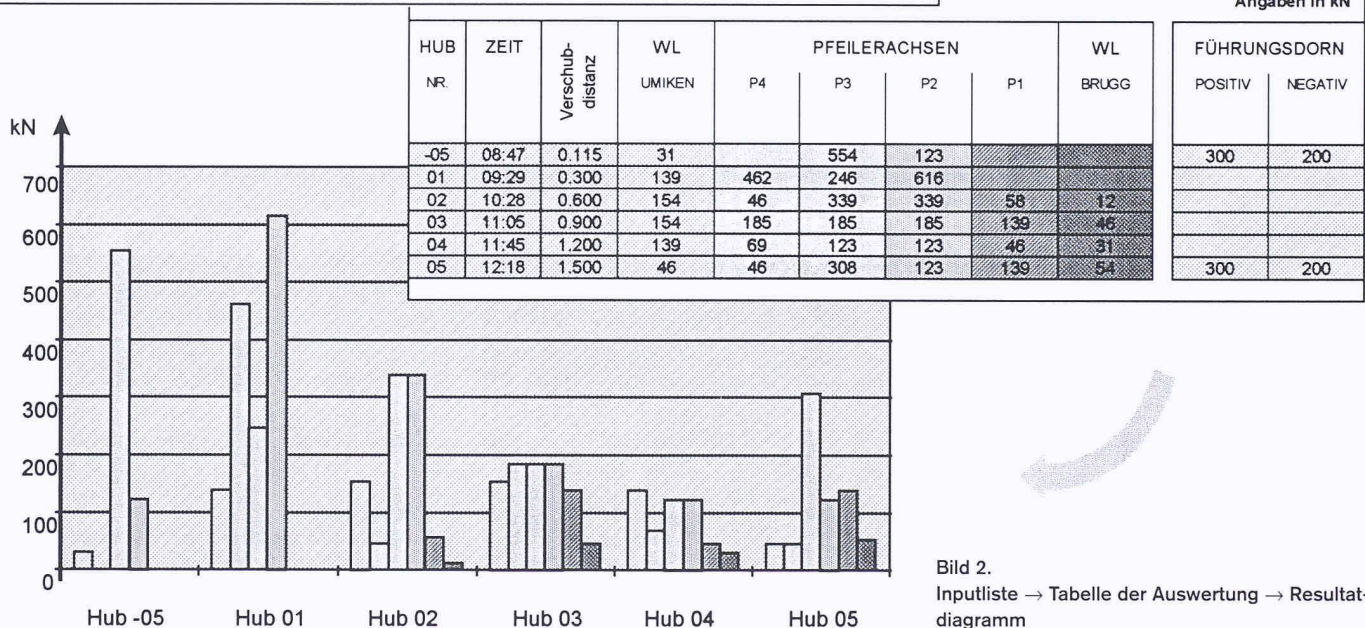


Bild 2. Inputliste → Tabelle der Auswertung → Resultatdiagramm

haupt sachbezogen und im Sinne des Ganzen zu diskutieren und damit eine überzeugende Gesamtlösung zu erzielen.

Der Brückenquerverschub der SBB-Aarebrücke Brugg soll im folgenden konkret aufzeigen, wie die Anwendung allgemein verfügbarer PC-Hilfsmittel die notwendigen Entscheide während des Vorganges wesentlich unterstützen kann. Es ist ein Beispiel aus einer Fülle ähnlich gelagerter Aufgaben in der Aufarbeitung und Darstellung von technischen Vorgängen und Problemen.

Im Zuge des Um- und Neubaus der SBB-Aarebrücke Brugg ist der Spannbeton-Überbau in zwei Etappen vom flussaufwärts gelegenen Herstellungsstandort nach dem Abbruch der bekannten Stahlfachwerk-Fischbauchträger in zwei Etappen um 7 m und 6.5 m in die endgültige Lage zu verschieben. Dem respektablen und anspruchsvollen Bahnbrückenprojekt mit seinen vielfältigen Anforderungen und teilweise extremen Randbedingungen ist ein eingehender Bericht zu einem späteren Zeitpunkt gewidmet. Die technischen De-

tails des Brückenquerverschubes werden dann dargestellt.

Der fünffeldrige Überbau stützt sich auch in Zukunft auf die sanierten bestehenden Natursteinbrückenpfeiler ab. Der 233 m lange, im Grundriss mit R = 475 m gekrümmte Brückenträger hat eine symmetrische Spannweiteinteilung von

$$- 37.5 - 49.0 - 60.0 - 49.0 - 37.5 \text{ m}$$

Für den Brückenquerverschub sind in jeder der sechs Auflagerachsen Querverschub-

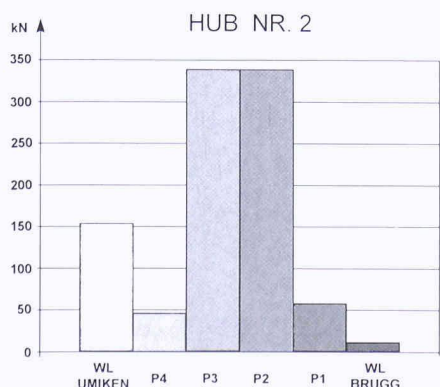
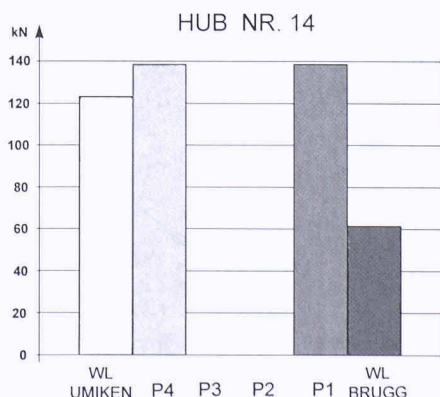


Bild 3. Aufgebrachte Pressenkräfte pro Verschubachse in der Startphase (Hub Nr. 2); Gesamtverschubkraft 950 kN

Bild 4. Aufgebrachte Pressenkräfte pro Verschubachse in der mittleren Phase (Hub Nr. 14); Gesamtverschubkraft 450 kN



pressen installiert (Bild 1). Die Längsstabilität des Überbaus ist durch einen Führungsdorn beim Widerlager Seite Umiken gewährleistet. Die elektronische Steuerung des Verschlusses basiert auf dem weggesteuerten System CAL. Innerhalb eines Pressenhubes von 300 mm arbeitet die Anlage reaktionsschnell und präzise auf der Grundlage der elektrischen Längenmessung am verschobenen Objekt mit 1/10 mm Genauigkeit.

Problemstellung

Der Brückenquerverschub ist nun allerdings nicht eine alleinige Sache des Bauunternehmers mit seinem Querverschubspezialisten. Neben der ständigen Orientierung der SBB-Oberbauleitung und der involvierten Bahndienste müssen der Projektgenieur, die technische Bauleitung, der Brückenlagerspezialist wie auch die Kontrollorgane (ETHZ) in jeder Phase informiert sein. Nur dadurch ist gewährleistet, dass jede Instanz für den ihr zugewiesenen Verantwortungsbereich die entsprechenden Sicherheitslimiten überwa-

chen kann. Daher wurde ein von der primären elektronischen Verschlusssteuerung unabhängiges computerunterstütztes Überwachungssystem aufgezogen. Die Anforderungen daran unterscheiden sich natürlich merklich, indem hier Genauigkeiten in den Distanzangaben von 1 mm z.B. genügen, andererseits eine Gesamtdarstellung der Situation bei allen 6 Verschlussachsen und beim Führungsdorn sowohl des zurückgelegten Verschlussweges als auch der aktuell aufgetragenen Pressendrucke vorliegen muss.

Vorbereitung

Nur wenige Tage vor dem ersten Querverschub wurde beschlossen, die übergeordnet interessierenden Werte der Verschlussdistanz und der Pressendrucke in EXCEL, einem allgemein verbreiteten Tabellenkalkulationsprogramm zusammenzufassen und graphisch, in Form von aussagekräftigen Diagrammen darzustellen.

Spezielle Aufmerksamkeit wurde einer weit abgesicherten Dateneingabe gewidmet, da vorherzusehen war, dass die Mel-

dungen kaum immer nach demselben Ablaufschema und wohl auch in sehr unterschiedlichen Intervallen eingehen würden. Die rechnerische Verarbeitung der Messwerte und die Umsetzung in Standarddiagramme geschieht ebenfalls aus Sicherheitsgründen getrennt von den Eingabelisten (Bild 2). Diese programmtechnischen Vorbereitungen für die Eingabe und die Auswertungen erforderten einen Aufwand von nicht ganz 2 Mann-Tagen.

Der Querverschub

Der erste Querverschub der SBB-Aarebrücke Brugg um 7 m am 3. Juli 1995 brachte insofern eine Überraschung, als die effektiven Reibungsbeiwerte des auf Neoprene-Teflon-Gleitplatten unter den definitiven Brückenlagern verschobenen Überbaus äusserst gering ausfielen. In der Literatur sind keine derart tiefen Reibungswiderstände bei den erwähnten Gleitpartnern bekannt. So wurde der Brückenträger mit einer Gesamteigenlast von 85 000 kN in der mittleren Phase mit lediglich 450 kN Totalpressenkraft, entsprechend $\mu_R \approx 0.53\%$, seit-

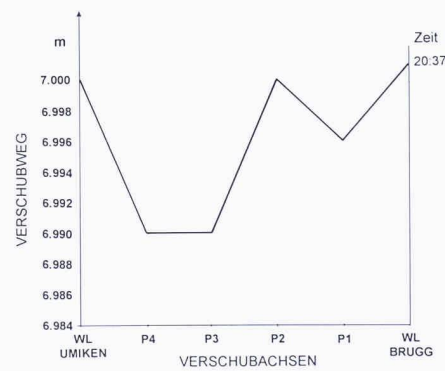
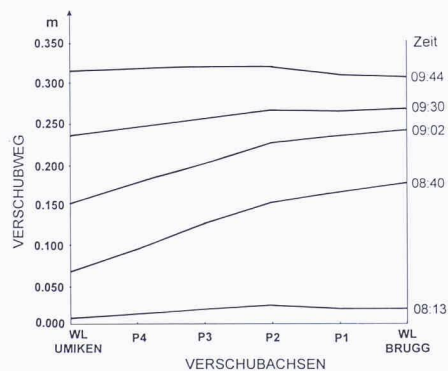


Bild 5. (links)
Lage des Brückenträgers im Verlaufe des ersten Gesamthubes 0 ... 300 mm

Bild 6. (rechts)
Endlage des Brückenträgers nach 7 m Verschlussdistanz; die Abweichungen liegen im Millimeterbereich

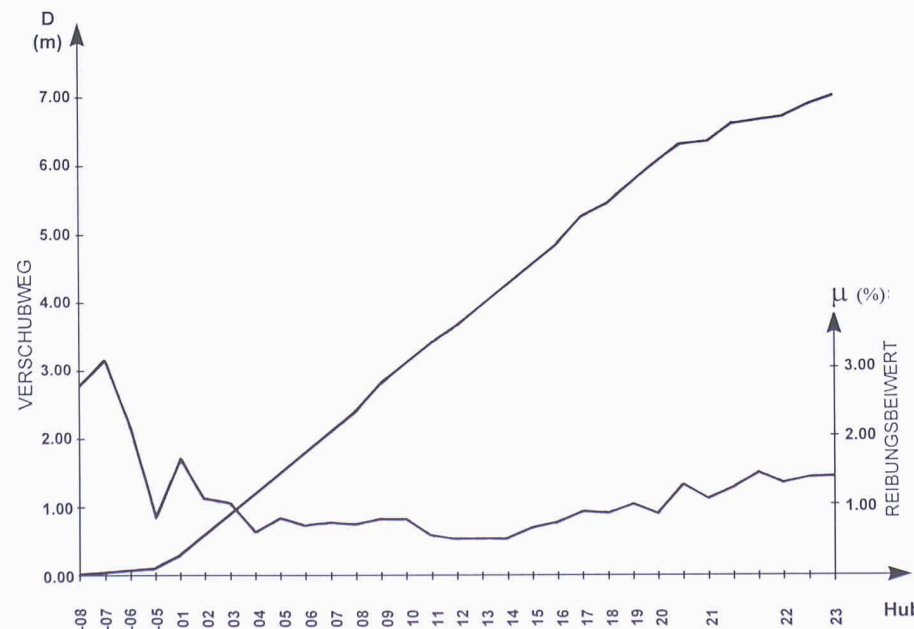


Bild 7.
Gesamtauswertung des Brückenquerverschlusses im Verschlussweg/Reibungsbeiwert - Zeitdiagramm

wärts verschoben. Die gesamthaft installierte Pressenkraft war daher überdimensioniert, und eine Anpassung des Stosskonzeptes war erforderlich. Dies führte zu anderen Verteilungen der am Überbau angreifenden Verschiebkräfte und zu ursprünglich nicht vorgesehenen Gleichgewichtssystemen. Mit der laufenden Aufarbeitung der Überbauzustände war es zudem möglich, den Einfluss der asymmetrischen Temperaturverteilung infolge der einseitigen Sonneneinstrahlung fortwährend abzuschätzen.

Resultate

Die hier als Beispiel vorgestellten Resultate lagen in jeder Phase des Querverschubes in dieser Form unmittelbar vor und bildeten so eine wertvolle Basis für die notwendigen Entscheide bei den Anpassungen des Verschiebkonzeptes.

- Pressenkräfte
Verteilung der Pressenkräfte in der Startphase des Querverschubes (Bild 3). Verteilung der Pressenkräfte in der mittleren Phase des Querverschubes (Bild 4)
- Zustände während des Querverschubs
Lage des Brückenträgers im Verlaufe des ersten Gesamthubes (Bild 5)
Endlage des Brückenträgers; die Abweichungen vom krümmungsfreien

geradlinigen Zustand entsprechen recht genau der während des Verschiebs erfolgten Temperatureinwirkung (Bild 6)

- Gesamtauswertung
Verschiebdistanz/Reibungsbeiwert - Zeitdiagramm (Bild 7)

Je nach erforderlicher Grundlageninformation war es über die Filterfunktionen sofort möglich, allein die gerade interessierenden Daten zur Darstellung zu bringen oder wiederum den bereits zurückliegenden Querverschieb gesamthaft aufzuzeigen. Die verwendete Standardsoftware passt selbständig die Diagrammgrösse dem angesprochenen Bereich an (vgl. Bild 5 und 6). Dies hat den grossen Vorteil, dass die Auswertelisten mit nur einem Diagramm zu verknüpfen sind. Fehldarstellungen - auch in hektischen Phasen des Querverschiebabschlusses - waren kaum zu verzeichnen. Bei Abschluss der Arbeiten auf der Baustelle haben auch alle erforderlichen Protokolle unmittelbar vorgelegen. Eine Nachbearbeitung war nicht mehr erforderlich.

Schlussfolgerung

Mit dem gegenwärtigen Angebot von PC-Hardware und Standardsoftware lassen sich die Arbeiten in Architektur- und Ingenieurbetrieben in einer Art wirkungsvoll un-

SBB-Aarebrücke Brugg

Bauherrschaft:	SBB Kreis III, Ingenieurbau
Projektverfasser/	
Bauleitung:	Gerber + Partner
Bauunternehmung:	Preiswerk & Cie. AG
Querverschieb:	J. Iten
Brückenlager:	H. Stöcklin
Prüfingenieur:	Prof. Dr. P. Marti (ETHZ)

terstützen, wie es noch vor kurzer Zeit kaum denkbar war. Mit der weltweiten Verbreitung und beinahe vollständigen Annäherung der Systeme ist das Know-how in der Handhabung dieser Hilfsmittel ein wichtiger Aktivposten im Planungsbüro. Der tägliche Einsatz des Computers erfordert Erfahrung in der präzisen Formulierung der Problemstellung und ermöglicht eine aussagekräftige Visualisierung von Ergebnissen in allen Projektstufen. Voraussetzung bleibt in jedem Falle fachliche Kompetenz im eigentlichen Sachgebiet. Die elektronische Unterstützung kann - wie das hier dargestellte Beispiel zeigt - eine ganz deutliche Qualitäts- und Effizienzsteigerung in der Arbeitsabwicklung bedeuten.

Adressen der Verfasser:

Alex Polyméris, dipl. Bauing. ETH/SIA, PI-SYSTEMS AG, Eisengasse 9, Postfach, 8034 Zürich
Walter Maag, dipl. Bauing. ETH/SIA, Ingenieurbüro H. Rigendinger, Hartbertstr. 11, 7000 Chur