Detailprojektierungs- und Ausführungsphase : das Projektmanagement

Autor(en): **Kiefer, H.J. / Held, Hans**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **106 (1988)**

Heft 32

PDF erstellt am: **28.03.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-85780

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.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Das Regenbecken Werdinsel, 2. Teil

(1. Teil Heft Nr. 29/88)

Detailprojektierungs- und Ausführungsphase

Das Projektmanagement

VON H.J. KIEFER UND HANS HELD, ZÜRICH

Das Regenbecken Werdinsel (RBW) ist ein Projekt der Besonderen Unternehmung Stadtentwässerung, einer Hauptabteilung des Tiefbauamtes, das seinerseits dem Bauamt I der Stadt Zürich unterstellt ist. Das Regenbecken war ursprünglich ein Bestandteil der damals geplanten Erweiterung der Kläranlage Werdhölzli (EKW). Es wurde 1977 vom Gesamtprojekt EKW abgetrennt und als eigenständiges Projekt geführt. Unter der Federführung der Projektierungsabteilung der Stadtentwässerung erfolgten vorerst eine Projektüberprüfung und dann die Weiterentwicklung bis zur Abstimmungsreife. Die nachfolgend beschriebene Arbeitsweise bezieht sich zwar auf die Projektorganisation während der Phasen der Detailprojektierung, Ausschreibung, Ausführung und Inbetriebsetzung; viele dieser Instrumente kamen aber schon vor der Volksabstimmung bei diesem Projekt zum Einsatz.

Projektzielsetzung

Die Zielsetzung für die Projektorganisation während der Phasen nach der Volksabstimmung lautete:

«- Die in der Volksabstimmung am 4.9.83 genehmigte Anlage ist zu realisieren, wobei günstig erscheinende Verbesserungen noch vorgenommen werden müssen, bevor die Ausführung beginnt.
- Die fertige Anlage soll minimale Jahreskosten aufweisen.
- Eine optimale Projektorganisation ist aufzubauen, wobei auf klare Verantwortlichkeiten und qualifizierte Leute besonders zu achten ist.
- Der in der Volksabstimmung bewilligte Kredit ist einzuhalten, sofern sich nicht höhere gesamte Investitionskosten wegen niedrigerer Jahreskosten eindeutig rechtfertigen lassen.»

Die Inbetriebsetzung der gesamten Anlage ist im Herbst 1988 vorgesehen.

Grundlagen und Vorgaben für das Projektmanagement RBW

Das Regenbecken auf der Werdinsel steht in einem engen technischen, betrieblichen und organisatorischen Zusammenhang mit der Ende 1985 fertiggestellten Erweiterung der auf der linken Limmatseite neben der Werdinsel gelegenen Kläranlage Werdhölzli (EKW). Es war deshalb gegeben, dass Projektorganisation und Projektmanagement zum Teil in Analogie oder doch mindestens in grosser Ähnlichkeit zum EKW gestaltet wurden [1]. Eine vergleichende Betrachtung der Lösungen RBW und EKW wird im zweiten Teil angestellt. Weitere Grundlagen und Vorgaben bestehen in den einschlägigen Weisungen und Richtlinien der Stadtverwaltung, z.B. zum Submissionswesen, zur Werkvertragsgestaltung, Rechnungsstellung, Schlussabrechnung usw. Auf diese Grundlagen kann hier im einzelnen nicht eingegangen werden.

Projektorganisation

Die Stadt Zürich, vertreten durch die Stadtentwässerung, stellt den Projektleiter, dem als Stab Mitarbeiter eines externen, für Aufgaben des Projektmanagements spezialisierten Büros zugeteilt sind. Somit wird die Verwaltung infolge dieses Bauvorhabens personell praktisch nicht zusätzlich belastet. Die Stammorganisation des Bauherrn und die Projektorganisation RBW sind in Bild 1 vereinfacht dargestellt.

Dem Vorstand des Bauamtes I ist als beratendes Gremium die Kläranlagekommission zugeteilt. Die Beurteilung technischer Alternativen zuhanden dieser Kommission geschieht in der Kanalkommission (Technische Kommission), die dem Leiter der Stadtentwässerung zugeordnet ist. Diese beiden Kommissionen waren schon vor der Volksabstimmung für das Projekt tätig.

Zur Beratung des Bauherrn, der Projektverfasser und der Bauleitungen sind private Büros und Verwaltungsorgane in folgenden Bereichen beigezogen worden: Geologie, Korrosionsschutz, Akustik, Blitzschutz, Vermessung und Versicherung. Die Hauptlast der Projektierungs-, Koordinations- und Bau-Leitungsarbeiten wird von den Projektverfassern und Bauleitungen getragen. Mit Stellenbeschreibungen und Leistungsabgrenzungen wurde einerseits ermöglicht, eine grössere Anzahl ausgewiesener Fachleute am Projekt mitwirken zu lassen, anderseits auch eine sinnvolle und effiziente Zusammenarbeit sichergestellt. Für die einzelnen Stellen bestehen Pflichtenhefte, die für die Einzelleistungsträger soweit als möglich mit der Leistungs- und Honorarordnung des SIA, Ausgabe 1984, übereinstimmen.

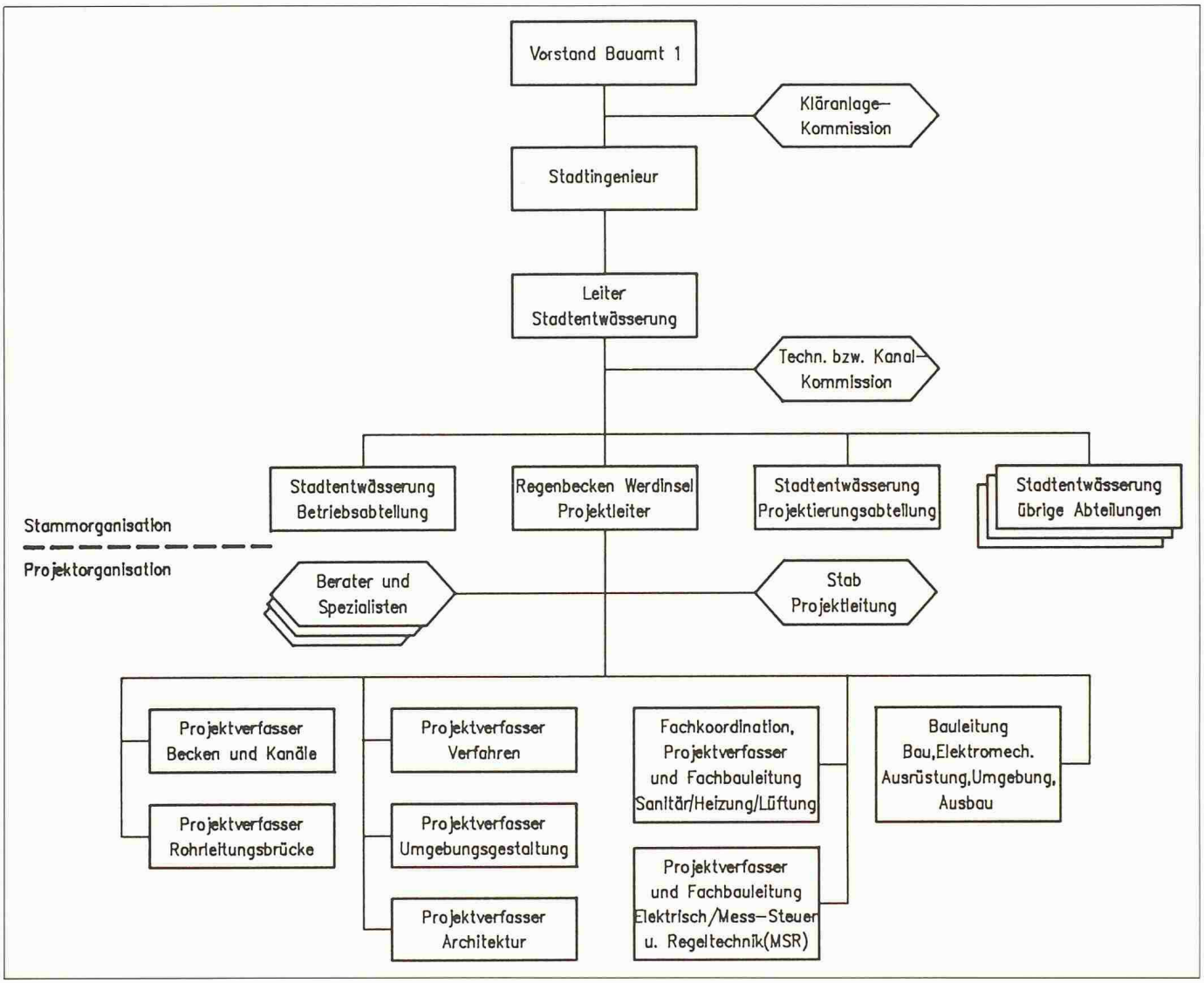


Bild 1. Projektorganisation für die Phasen Detailprojektierung und Ausführung

Sitzungskonzept

Zur Gewährleistung der zeit- und zielgerechten Behandlung von anstehenden Problemen und zur Dokumentation der getroffenen Entscheidungen ist eine Reihe von Sitzungstypen institutionalisiert worden. Das Sitzungsinstrumentarium wurde nach dem Motto «so komplex wie notwendig - so einfach wie möglich» ausgestaltet und umfasst folgende Gremien:

Kläranlagekommission

Zweck:	beratendes Gremium des Bauvorstandes I
Vorsitz:	Vorstand Bauamt I
Frequenz:	etwa halbjährlich (bis Ende 1987 koordiniert mit EKW)
Teilnehmer:	Kommissionsmitglieder und beigezogene Stellen

Kanalkommission (Technische Kommission)

Zweck:	Beurteilung technischer Alternativen
Vorsitz:	Leiter der Stadtentwässerung
Frequenz:	etwa halbjährlich (teilweise koordiniert mit EKW)

Stabssitzung

Zweck:	Bewirtschaftung der Pendenzen im Bereich der Projektleitung
Vorsitz:	Projektleiter RBW
Frequenz:	wöchentlich (Mittwoch)

Projektleitungssitzung

Zweck:	Ausführungskoordination
Vorsitz:	Projektleiter RBW
Frequenz:	alle 2 bis 3 Wochen

Koordinationssitzung

Zweck:	Betriebs- und Unterhaltsaspekte
Vorsitz:	Projektleiter RBW
Frequenz:	fallweise (Dienstag/Donnerstag)

Projektierungssitzung

Zweck:	Projektkoordination
Vorsitz:	Projektleiter RBW
Frequenz:	fallweise

Bausitzung

Zweck:	Objektkoordination
Vorsitz:	örtliche Bauleitung
Frequenz:	wöchentlich/fallweise

Inbetriebsetzungs(-IBS)-Sitzung

Zweck:	Koordination der Inbetriebsetzung
Vorsitz:	IBS-Ingenieur
Frequenz:	fallweise

Ausserhalb des Sitzungskonzeptes sind bedeutende Abmachungen, insbesondere mit Amtsstellen, der Projektleitung in Form von Akten- bzw. Telefonnotizen zur Kenntnis zu bringen.

Arbeits- und Entscheidungsabläufe

Während der Phase der Detailprojektierung und der Submission lag der

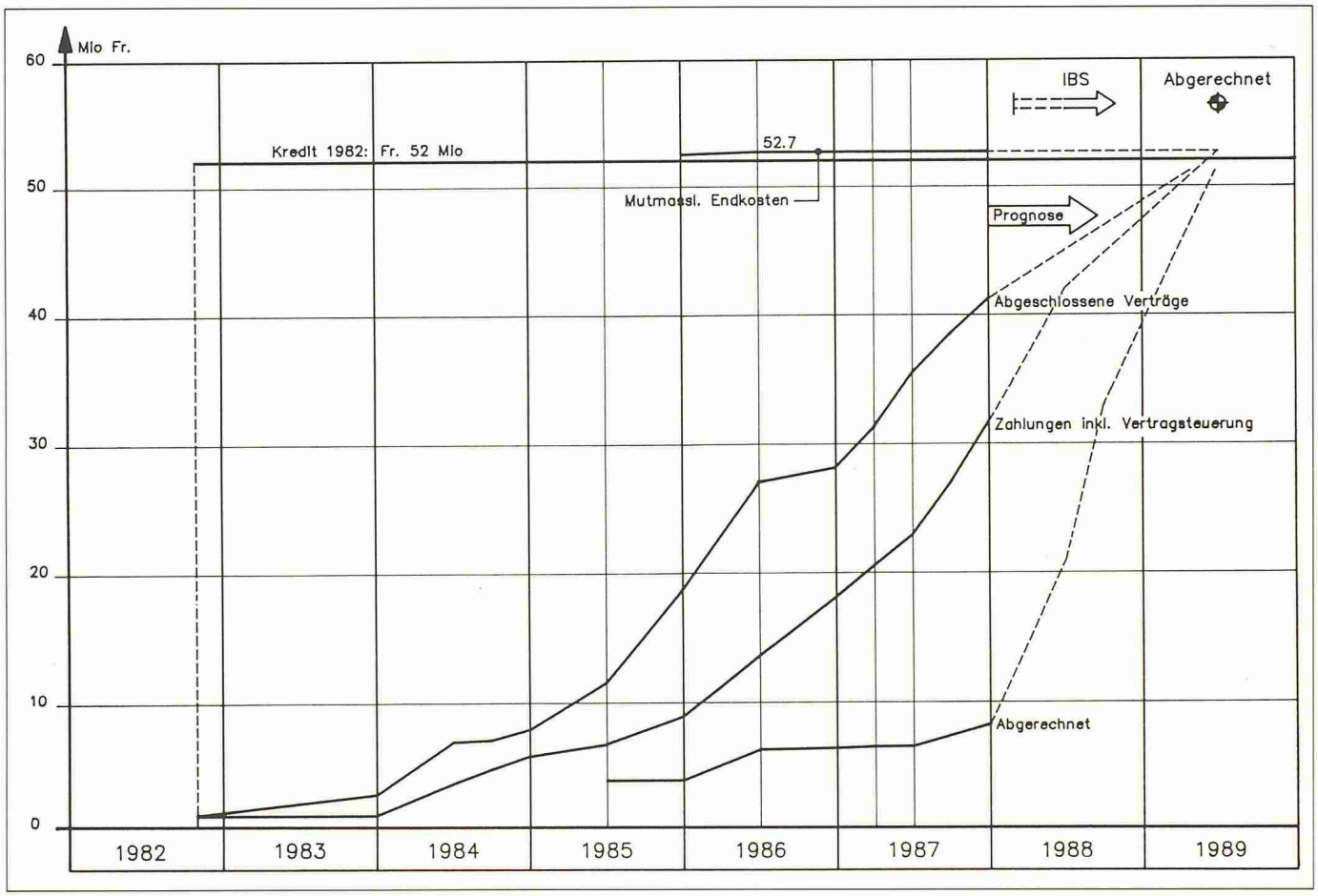


Bild 2. Kostenentwicklung

Hauptakzent auf den Koordinationssitzungen. Nach Unterzeichnung der Werkverträge und Genehmigung des Detailprojektes verlagerte sich das Schwergewicht auf die Projektleitungs- und Bausitzungen. Grosse Bedeutung kommt in dieser Phase der Behandlung von Nachtragsofferten zu.

Grundsätzlich wurden und werden öffentliche Submissionen durchgeführt. Die Detailprojektierung erfolgte objektweise gemäss vorgängig festgelegten Planungsabläufen. Es wurde Wert darauf gelegt, dass die Detailprojekte jeweils vor Baubeginn vorlagen. Ebenso durfte von keinem Unternehmer eine Arbeit ohne Vertrag ausgeführt werden. Nebst den Planungsabläufen für die Detailprojektierung sind folgende wiederkehrende Vorgänge standardisiert:

- öffentliche Submission für Abschluss des Werkvertrages
- Behandlung von Nachtragsofferten
- Erstellung und Koordination von Ausführungsplänen
- Behandlung der Unternehmerrechnungen

Das Vorgehen bei Abnahmen, Schlussabrechnungen und bei der Garantiescheinverwaltung ist in einem Abnahmekonzept detailliert geregelt.

Kostenplanung und -überwachung

Das Konzept der Kostenüberwachung lehnt sich eng an jenes der Erweiterung der Kläranlage Werdhölzli (EKW) an, welches in «Schweizer Ingenieur und Architekt» bei früherer Gelegenheit vorgestellt worden ist [2]. Die wesentlichsten Merkmale dieses Konzeptes seien hier lediglich in Kürze rekapituliert:

Die für die Kostenüberwachung wahrzunehmenden Funktionen gliedern sich in ständig anfallende und periodisch wiederkehrende Tätigkeiten. In die erste Kategorie gehören die laufenden formellen Rechnungskontrollen (zusätzlich dazu die auch qualitative und rechnerische Kontrolle der Honorarrechnungen), die Genehmigung und Verbuchung von Nachtragsofferten, Finanzierungsnachweise für Vergebungen sowie die Abnahme von Unternehmer- und Objektabrechnungen.

Ungefähr alle 2 Monate werden die in der Zwischenzeit geleisteten Zahlungen mit den eidgenössischen und kantonalen Subventionsbehörden abgerechnet.

Per 30.6. und 31.12., d.h. alle 6 Monate, erstellt die Projektleitung einen umfassenden Kostenbericht über das gesamte Bauvorhaben. Vergleichs- und Bezugsbasis dafür ist der detaillierte Kostenvoranschlag (KV) zum Allgemeinen Bauprojekt vom Oktober 1982. Alle seitherigen Veränderungen und Ergänzungen werden sowohl im Detail wie auch als resultierende Saldi nachgeführt und ausgewiesen. Dabei handelt es sich um Projektänderungen mit positiven oder negativen Kostenfolgen, um interne Kostenumlagerungen und Belastungen bzw. Gutschriften im Reservenkonto.

Entsprechend den bis zum Stichtag des Berichtes getätigten Vertragsabschlüssen erfolgt der Ausweis der bereits verpflichteten Teile des Kostenvoranschlages und der für die Vergebungen geltend gemachten Indexteuerung vom KV-Datum (1.10.1982) bis zum jeweiligen Offertdatum. Eine weitere Aussage umfasst den Stand der bisher geleisteten Zahlungen, getrennt ausgewiesen nach Akkord-, Regie- und Teuerungsrechnungen. Als Ergebnis aller festgestellten reservewirksamen Umbuchungen, örtlichen Über- und Unterschreitungen ergibt sich der aktuelle Stand der noch verfügbaren Projektreserven.

Die per Stichtag ermittelten Ist-Werte dienen als Ausgangsbasis für die anschliessende Prognose über den Verlauf der künftigen Kostenentwicklung und führen zu Aussagen über die mutmasslichen Endkosten, über das noch ver-

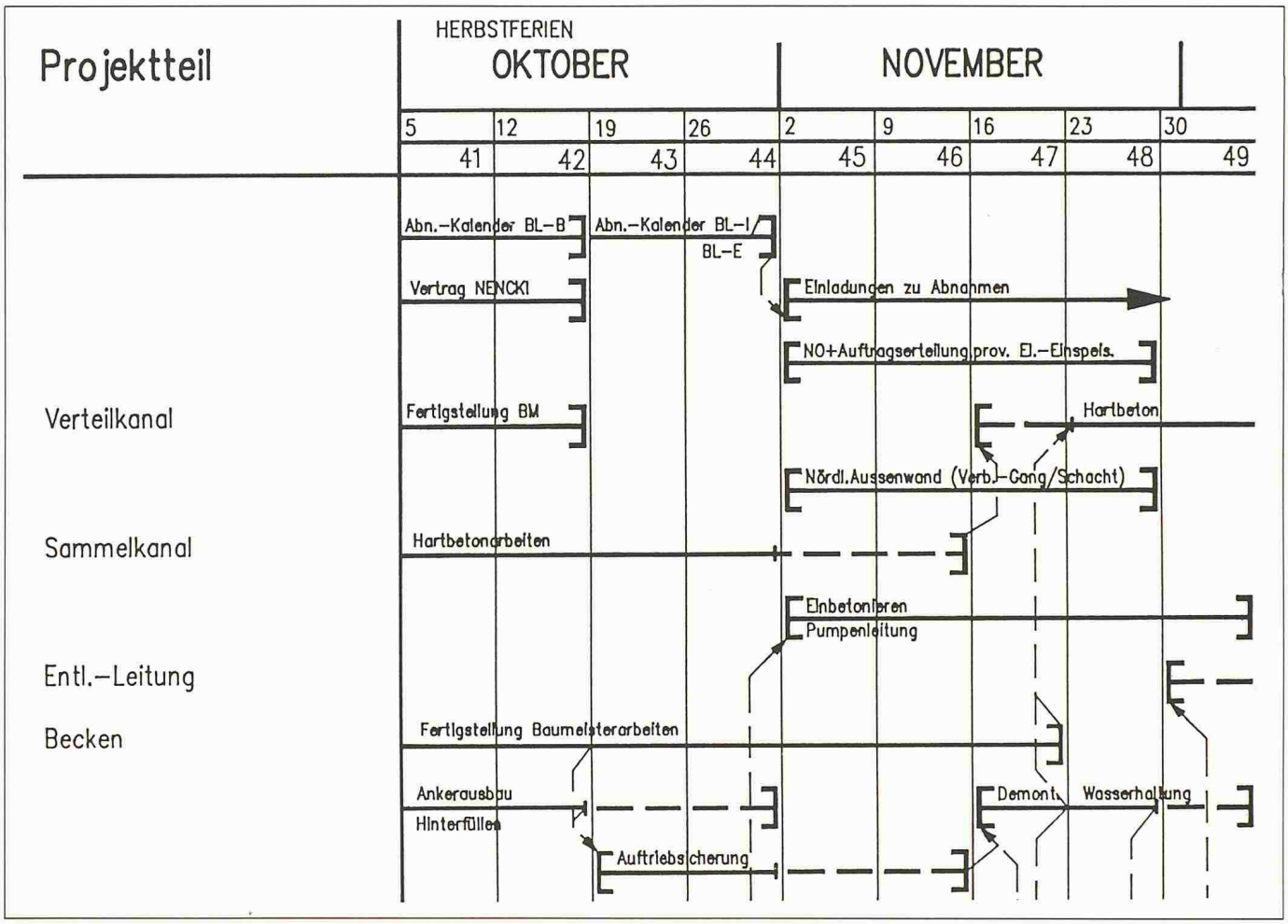


Bild 3. Übersichtsterminplan (Ausschnitt)

bleibende finanzielle Risiko und die je Zeiteinheit bereitzustellenden Geldmittel (Bild 2). Die Kostenberichte wurden jeweils der Kläranlage-Kommission vorgelegt.

Die Kostenüberwachung erfolgt indes nicht nur als blosse regelmässige Geschichtsschreibung und Hochrechnung, sondern umfasst auch gezielte Aktionen zur Erfassung von mobilisierbaren Reserven und zur Einsparung von vermeidbaren Ausgaben.

Terminplanung und -überwachung

Die Bauherrschaft gab den Inbetriebsetzungstermin und, soweit nötig, weitere Terminfixpunkte bekannt. Im Rahmen dieser Vorgaben stellten die Projektverfasser und Bauleitungen Projektierungs- und Ausführungsprogramme auf. Die Projektleitung koordinierte diese Grundlagen zu einem verbindlichen Übersichtsterminplan, der periodisch kontrolliert und nachgeführt wird. Die Bauleitungen richten sich nach diesen Terminvorgaben und sind vor allem für die Terminkoordination unter den Unternehmern und Lieferanten zuständig. Sie melden drohende oder eingetretene Terminverzögerungen unverzüglich der Projektleitung. Für die Planung und Überwachung der Termine aller Art werden folgende Instrumente eingesetzt:

- Übersichtsterminplan: Barnetplan (Balkendiagramm mit Netzplanelementen); Darstellung der Objekte, der Hauptgruppen (BKP) und der Phasen (Bild 3).
- Projektierungs- und Ausführungsprogramm: Balkendiagramm; Objekte, Arbeitsgattung, Submissionsprojekt, Vergabe, Werkvertrag, Planbearbeitung, Baubeginn, Besprechungen mit Bauherrn
- Detailterminpläne für Detailprojektierung, für Ausführung und für Inbetriebsetzungen
- Submissionsterminliste
- Sitzungsterminliste mit Thema und Sitzungstyp
- Lieferprogramm der Ausführungspläne gemäss Ablaufschema
- Pendenzenliste mit Terminangaben
- Fertigstellungs-, Prüfungs- und Abnahmelisten
- Inbetriebsetzungsprogramm.

Administration

Zur effizienten und störungsfreien Bewältigung des lebhaften und vielgestaltigen Informations- und Dokumentationsflusses innerhalb der Projektorganisation wurde eine Reihe von Richtlinien und Hilfsmitteln bereitgestellt. Daraus seien lediglich einige Beispiele erwähnt:

- Die Übertragung von Informationen soll nach Möglichkeit schriftlich erfolgen, da sie in der Regel von mehreren am Projekt Beteiligten benötigt werden
- Besprechungen sind angemessen zu protokollieren mit Kopie an die Projektleitung
- Aufgaben müssen direkt erteilt werden; insbesondere können an Sitzungen nur Aufgaben an Anwesende erteilt werden
- Die Projektverfasser und die Bauleitungen liefern der Projektleitung Quartalsberichte ab
- Auf ein für alle am Projekt Beteiligten verbindliches Aktenbezeichnungs- und Aktenablagesystem wurde verzichtet. Die Projektleitung

führt ihrerseits eine systematische Dokumentation in ihrem Bereich

- Die Bauleitungen halten jederzeit die gültigen Ausführungspläne und je eine Kopie der Unternehmerrechnungen zur Einsicht durch die PL bereit.

Projektmanagement RBW und EKW im Vergleich

Wie eingangs bereits erwähnt, bestehen enge Zusammenhänge betrieblicher und organisatorischer Art zwischen den beiden Bauvorhaben.

Eine grosse Zahl von Grundsätzen und Arbeitsinstrumenten sind deshalb vom Projektmanagement EKW in jenes des Regenbeckens Werdinsel unverändert oder in modifizierter Form übernommem worden.

Die hoch angesetzten Qualitätsnormen für Planung und Bauausführung haben sich bei der Kläranlagenerweiterung Werdhölzli als notwendig und richtig erwiesen. Sie bilden die Bezugsgrösse für die entsprechenden Anforderungen an die Komponenten des Regenbekkens. In einzelnen Bereichen sind sie noch präzisiert und verschärft worden, gestützt auf die bei der EKW gemachten Erfahrungen [2].

- Am Prinzip der Einzelleistungsträger wurde ebenfalls festgehalten. Einzelne Büros und Berater, die bereits bei der EKW mitgewirkt hatten, konnten auch beim Nachbarprojekt RBW eingesetzt werden. Nebst der Qualifikation und Konkurrenzfähigkeit spielten in diesen Fällen auch die z.T. umfassenden Detailkenntnisse über Verfahren, Betriebskriterien und Umfeld eine wichtige Rolle für die erneute Berücksichtigung. Auch auf der Ausführungsseite wurden die Arbeiten wiederum getrennt nach Arbeitsgattungen an Einzelunternehmer bzw. ad hoc gebildete Arbeitsgemeinschaften vergeben. Die Bauherrschaft ist nach wie vor der Überzeugung, mit diesem Modell für die beiden grossen Bauvorhaben der öffentlichen Entsorgung problemgerechte und qualitativ hochstehende Lösungen erreicht zu haben. Ein gewisser Mehraufwand seitens des Bauherrn für Koordination, Kontrolle und Führung wurde bewusst in Kauf genommen. Anderseits waren z.B. keine GU-Honorare zu bezahlen.

- Aus dem Prinzip der Einzelleistungsträger leitete sich auch ab, dass die Projektorganisation als Summe der Konventionen zur Regelung des Zusammenspiels aller Beteiligten in den Grundzügen kaum von derjenigen der EKW abweicht. Arten, Frequenzen und Teilnehmerkreis der periodischen und fallweisen Sitzungen z.B. sind praktisch dieselben. Unterschiede zur EKW sind eher in quantitativer Hinsicht auszumachen; die beim RBW im Vergleich zum EKW wesentlich geringere Grösse und Komplexität wurde darin spürbar, dass z.B. insgesamt sehr viel weniger Sitzungen abzuhalten, Werkverträge zu bewirtschaften und Rechnungen zu behandeln sind. Auch die von der Projektleitung zu bewältigenden, sich ständig erneuernden Pendenzenberge nehmen sich beim kleineren Projekt etwas weniger furchterregend aus.

- Die Konzepte für ständig wiederkehrende Abläufe und für die Erstellung von wesentlichen Projektdokumenten konnten ebenfalls zum grössten Teil vom Vorläuferprojekt übernommen werden. Hier liess sich der zum Teil erhebliche Aufwand, der für die sorgfältige Erstellung und Dokumentation der EKW-Konzepte erbracht worden war, beim Regenbecken ein zweites Mal «amortisieren».

- Die Trennung von Projektierung und Bauleitung hatte sich bei der Erweiterung der Kläranlage Werdhölzli bewährt und wurde übernommen, obwohl sie hierzulande ungewohnt ist und verschiedentlich auch auf Kritik stiess.

An bewussten bzw. von aussen gegebenen Abweichungen in der Projektorganisation und im Projektmanagement gegenüber der EKW sind u.a. erwähnenswert:

- Die wichtigsten Informationen über das Projekt und die Projektorganisation RBW wurden in einem Projekthandbuch dokumentiert und zu Beginn der Detailprojektierungsphase den Projektverfassern, Spezialisten und Bauleitungen abgegeben. Damit war von Anfang an die gemeinsame Verständigungsbasis gelegt im Zusammenspiel der vielen Beteiligten.

- Eine Schwachstelle in der Kostenkontrolle beim Bauvorhaben EKW lag darin, dass die Projektleitung oft sehr spät von Ausmassüberschreitungen bei der Abwicklung der Werkverträge erfuhr. Die damit verbundenen örtlichen Kostenüberschreitungen konnten dann nur noch, wenn auch mit Knurren, zur Kenntnis genommen, aber nicht mehr beeinflusst werden. Anderseits lösten solche Überschreitungen oft auch Fehlalarme aus, nämlich dann, wenn sie durch noch nicht evidente Unterschreitungen in anderen Positionen und Objekten kompensierbar waren.

Die Vorausmasse der RBW-Werkverträge dagegen sind im EDV-System des Projektleitungsstabes gespeichert. Den Vorausmassen werden schrittweise die von den Bauleitungen aufgenommenen Istausmasse gegenübergestellt und bei dieser Gelegenheit für die betreffenden Unternehmer die Teil- und Schlussrechnungen erstellt (gegen entsprechende Kostenbeteiligung). Somit ist die Projektleitung in die Lage gesetzt, beobachtete Abweichungen von den Sollausmassen frühzeitig und im Detail zu analysieren und rechtzeitig Gegensteuer zu geben. Als Voraussetzung für diese Lösung liegt, abweichend vom EKW, beim Regenbecken die Oberbauleitung fachlich nach wie vor in denselben Händen wie die örtliche Bauleitung, administrativ jedoch bei der Projektleitung.

- Der Umstand, dass beim Projekt RBW auch die Baukreditzinsen im Kostenvoranschlag enthalten sind, bringt anderseits eine neue «Unbekannte» in die Kostenüberwachung: Es bedurfte einlässlicher Berechnungen, um die Auswirkungen von zeitlichen Verschiebungen in Planungs- und Bauablauf sowie des Endtermins auf die Baukreditzinsen in den Griff zu bekommen. In vielen Situationen bildet jedoch die Tatsache, dass z.B. 1988 monatlich rd. Fr. 150 000.– an Baukreditzinsen anfallen, eine gewichtige Entscheidungsgrundlage und ein «Memento» gegenüber Bauleitungen und Unternehmern ...

- Einzelne konstruktive Details und Materialien haben sich bei Erweiterungsbauvorhaben der Kläranlage nicht bewährt oder ausserordentliche Probleme aufgeworfen. Soweit es im zeitlichen Ablauf der beiden Projekte möglich war, fanden solche Erkenntnisse und Erfahrungen in Projektierungsgrundlagen sowie konstruktiven und materialtechnischen Vorschriften beim Regenbecken ihren Niederschlag.

- In eine ähnliche Richtung zielen zwei weitere Massnahmen, die sich z.T. von der EKW abheben: Erstens wurde seitens des Bauherrn dafür gesorgt, dass rechtzeitig Spezialisten für Sonderprobleme, z.B. im Bereich der elektromechanischen Einrichtungen, von den verantwortlichen Bauleitungen beigezogen wurden. So konnten technische Probleme vermehrt vermieden werden, nach dem Motto «vorbeugen ist besser als heilen». Zweitens schufen die Verantwortlichen in einer relativ frühen Phase ein Konzept für Massnahmen zur Qualitätssicherung.

- Bei der Vielzahl der bei der Erweiterung der Kläranlage Werdhölzli zu realisierenden Objekte und Komponenten und unter den erschwerenden Umständen bei Um- und Neubauten inmitten eines ständig laufenden Betriebs war es

nicht zu vermeiden, dass sich die Phasen von Bau, Prüfungen, Abnahmen, Mängelbehebungen und Inbetriebsetzungen oft überschnitten und auch ernste Kapazitätsprobleme bei den Beteiligten auftraten. Das Projektteam RBW hat bei diesem Projekt die Möglichkeit, diese Phasen jederzeit sauber voneinander zu trennen, d.h. die nächstfolgende Phase erst nach Abschluss der vorangegangenen freizugeben. Die Inbetriebsetzung kann beim Regenbecken «en bloc» erfolgen. Das Engineering dafür wurde bereits von Anfang an einem Privatbüro anvertraut, und zwar nicht in Form einer Personalüberlassung, wie es seinerzeit bei EKW unumgänglich war, sondern als verantwortliches Ingenieurmandat.

Schlussbemerkung

Das System der Einzelleistungsträger hat sich auch beim Regenbecken bewährt, ebenso das Prinzip, Funktionen auch bauherrenseitig bis weit hinauf privat zu vergeben, um den Verwaltungsapparat nicht zusätzlich zu belasten.

Bei den in nächster Zukunft zur Verwirklichung anstehenden Projekten der Stadtentwässerung, wie Gasspeicherung, Schlammbehandlung, Kläranlage Glatt, dürften die vorgestellten Modelle, mit den nötigen projektspezifischen Änderungen, wieder zur Anwendung gelangen. Wobei zu bedenken bleibt, dass Systeme genau so gut sind wie die Personen, die damit arbeiten ...

Literatur

[1] *Wiesmann, J., Knöpfel, H.,* und *Kiefer, Hj.* (1983): «Erweiterung Kläranlage Werdhölzli - Projektorganisation», Schweizer Ingenieur und Architekt, Heft 51/52, S. 1212–1218

[2] *Held, H.,* und *Knöpfel, H.* (1983): «Erweiterung Kläranlage Werdhölzli - Kosten- und Terminüberwachung», Schweizer Ingenieur und Architekt, Heft 51/52, S. 1219–1225

Adressen der Verfasser: *Hj. Kiefer,* Projektleiter RBW, Bändlistrasse 110, 8064 Zürich, und *Hans Held,* dipl. Arch. ETH/SIA, Direktor, IBB Institut für Bauberatung AG, Meinrad-Lienert-Strasse 1, 8003 Zürich.

Ausführungstechnische Belange

Baugrube und Betonarbeiten

VON TH. BÜRKI, O. HARTMANN, W. MÜNTENER UND E. NAEF

Zulaufkanal

Der Zulaufkanal führt von der bestehenden Limmatquerung (Hönggerwehr) bis zum Regenbecken. Er ist rund 400 m lang, weist einen Querschnitt von 5,40x5,10 m auf und liegt 3 bis 4 m im Grundwasser. Im oberen Bereich, auf einer Länge von etwa 150 m, durchquert der Kanal das Areal der Badanstalt. Im Bauablauf wurde auf die Benützer des Bades Rücksicht genommen, d.h. die Bauarbeiten begannen nach der Badesaison 1985 und konnten im Badareal vor den Sommerferien 1986 abgeschlossen werden.

Die Ausführung dieses langen Bauwerks erfolgte in Etappen von rund 20 m Länge in einem eigentlichen Taktverfahren, welches einen optimalen Einsatz der vorhandenen Mittel gewährleistete. Die Wände und Decken wurden in einem Arbeitsgang betoniert, einerseits aus Termingründen und anderseits um zusätzliche Arbeitsfugen zu vermeiden. Die innere Schalung war als umgekehrtes U ausgebildet und konnte nach der Erhärtung des Betons als Ganzes abgesenkt und in die nächste Etappe vorgezogen werden.

Der Baugrubenabschluss wurde aus rund 18 m langen Spundwandbohlen Larssen 23 gebildet, welche bis in eine ziemlich undurchlässige Sandschicht hinab reichten. Zu Beginn der Ausführung wurden die Spundwände auf eine Länge von rund 60 m gerammt und jedesmal nach Fertigstellung einer Betonieretappe entsprechend umgesetzt.

Die Baugrube war mit 2 Spriesslagen ausgesteift. Um ein rasches Umsetzen zu ermöglichen, wurde bei jedem Spriess eine hydraulische Stellringpresse eingebaut. Es zeigte sich, dass auf Querabschottungen verzichtet werden konnte, da die vorhandenen Filterbrunnen von 60 cm Durchmesser für die Wasserhaltung ausreichten. Mit dem Baufortschritt waren auch die Filterbrunnen entsprechend umzusetzen.

Da der Zulaufkanal, wie sämtliche Bauwerke auf der Werdinsel, im Grundwasser liegt, wurde Sperrbeton verwendet. Der Projektverfasser hatte schon im Submissionsprojekt die erforderlichen Betoneigenschaften, die sogenannten Zielgrössen, spezifiziert (Wasserleitfähigkeit 10 g/m²h, Endschwindmass 0,40 o/oo, Druckfestgkeit 30 N/mm²). Mit Vorversuchen wurde die Betonrezeptur, welche zum Erreichen dieser Zielgrössen notwendig war, festgelegt: Zementdosierung: 250 kg PC, Zusatzstoff: 50 kg Flugasche, Zusatzmittel: 1% Verflüssiger, Kiessand: 0–50 bzw. 0–30 mm gemäss SIA-Siebkurve, Wasserzementfaktor: 0,48. Während der Ausführung wurden bei jeder Betonieretappe die relevanten Steuergrössen, d.h. die Betonkonsistenz sowie der W/Z-Faktor überwacht. Zudem kontrollierte die EMPA an getrennten Probekörpern die verlangten Betoneigenschaften. Die Ergebnisse bestätigten, dass die vorhandene Betonqualität den Zielgrössen entsprach. Für die übrigen Bauwerke wurde derselbe Beton verwendet und die gleichen Kontrollen durchgeführt.

Im oberen Kanalbereich, unweit des Hönggerwehrs, steht eine schützenswerte Silberpappel. Während der Ausführungsarbeiten wurde das Trassee des Kanals noch so weit wie möglich gegen die Limmat verschoben, um sicherzustellen, dass auch bei den Spundwandarbeiten keine Beschädigungen des geschützten Baumes eintreten konnten. Diese Massnahme hat sich sicher gelohnt, steht die Silberpappel doch auch heute in alter Pracht an ihrem Standort.

Die Unternehmung hatte die Arbeiten für den Zulaufkanal einschl. Spundwände und Wasserhaltung als Globale übernommen. Die Globale bietet den Vorteil, dass einerseits die Erstellungskosten fest sind und anderseits der Unternehmer an der Optimierung des komplexen Baugrubenabschlusses und der Wasserhaltung selbst stark interessiert ist.

Regenbecken

Das Regenbecken liegt südöstlich vom Kraftwerk zum Giessen und weist eine Grundfläche von rund 5000 m² auf. Es steht im Grundwasser und reicht im Pumpenhaus bis etwa 15 m unter das Gelände. Der Baugrubenabschluss des Regenbeckens wird durch rückverankerte Spundwände gebildet. Das Einvibrieren der Spundwände stellte keine besonderen Probleme ausser im Bereich Pumpenhaus, wo die 25 m langen Bohlen Larssen 25 nur mittels eines