

Zeitschrift: Tec21
Herausgeber: Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein
Band: 127 (2001)
Heft: 35: Abwassersanierung Zürich Nord

Artikel: Qualitätsmanagement
Autor: Stengele, Daniel / Pfeiffer, Peter
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-80202>

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

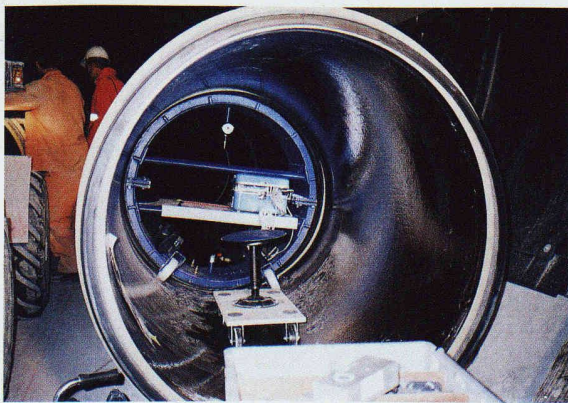
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media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

Download PDF: 02.04.2026

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

Qualitätsmanagement

Das projektbezogene Qualitätsmanagement wird heute auch im Bauwesen als Führungsinstrument sowohl durch Bauherren wie auch durch ausführende Firmen von grossen und komplexen Vorhaben anerkannt und eingesetzt. Trotz der zentralen Funktion des Überleitungs-Stollens werden anhand des Projekts Bauwerke Glatt auf Grund seiner projektübergreifenden und demzufolge wesentlich komplexeren Struktur stellvertretend für das Gesamtvorhaben die organisatorischen, planerischen und ausführungstechnischen Massnahmen zur Qualitätssicherung dargestellt.



1

**Einzelverbindungsprüfung der
Steinzeugrohre vor dem Betonieren**

Die Anforderungen des zukünftigen Betreibers an den Ausführungsstandard und die Qualität der Bauwerke, der Haustechnik (Heizung, Lüftung, Klima, Sanitär), der Elektro-, Mess-, Steuerungs- und Regeltechnik (EMSR) und der elektro-mechanischen, verfahrenstechnischen Installationen waren in einem Qualitätshandbuch des Bauherrn nach Fachgebieten detailliert geregelt. Die Standardisierung der Anlagen und die jahrzehntelange Erfahrung im Betrieb der Klärwerke von Entsorgung + Recycling Zürich machten diese Vorgaben erst möglich. Die Richtlinien des Qualitätshandbuchs waren Teil der Ausschreibungsunterlagen, und die aus den Qualitätsansprüchen des Bauherrn resultierenden Massnahmen und Kosten waren somit im Offertpreis zu berücksichtigen.

Projektbezogenes Qualitätsmanagement

Die Qualität eines Bauvorhabens wird durch viele Faktoren auf dem langen Weg von der Planung über die Projektierung bis zum Abschluss der Realisierung beeinflusst: Ideen, Vorstellungen, konkrete Vorgaben des Bauherrn; Vorschriften, Auflagen der öffentlichen Hand (Behörden, Interessengruppen); technische Ausführbarkeit (Stand der Technik); Fähigkeiten oder Unvermögen eines jeden einzelnen an der Ausführung Beteiligten einschliesslich des persönlichen Interesses, eine fehlerfreie, qualitativ hoch stehende Arbeit zu liefern; Termin- und Preisdruck (Ersteres auf allen Hierarchiestufen).

Das Projekt Bauwerke Glatt erstreckte sich, abgesehen von den Objekten im Bereich des Klärwerks Glatt, örtlich projektübergreifend sowohl auf den Bereich des Stollens (obere Querschnittshälfte) wie auf den Bereich Bauwerke Limmat (Innenausbau des Stollenzugangs). Das Spektrum der für die Baurealisierung zu bearbeitenden Disziplinen umfasste die Gebiete: Architektur, Bauphysik, Bauingenieurwesen; Hydraulik, Abwasser- und Verfahrenstechnik; Heizung, Lüftung, Wasserversorgung, Gebäudeentwässerung, Sanitärinstallationen; Elektrotechnik inkl. Mess-, Steuer- und Regeltechnik, Notstromversorgung; Kommunikationstechnik, Alarm- und Überwachungssysteme; Transportwesen, Umweltschutzmassnahmen während der Ausführung. Um das qualitativ bestmögliche Ergebnis aus allen positiven wie negativen Einflüssen zu erreichen, wurde im Projekt Bauwerke Glatt ein projektbezogenes Qualitätsmanagement (PQM) zur Vorbestimmung und Wahrnehmung aller qualitätsrelevanten Massnahmen bei der Projektrealisierung eingerichtet. Das PQM (sowohl bauherrenseitig wie auf der Seite des Generalunternehmers) diente dazu, Spielregeln für die Abwicklung der qualitativen Projekt-, Ausführungs- und Inbetriebnahmeüberwachung auszuarbeiten und durch eigene Kontrollen das Befolgen der eingeleiteten Massnahmen zu gewährleisten. Die Bauherrschaft erarbeitete als erste Grundlage ein PQM-Konzept, um sicherzustellen, dass alle Vorgaben und Anforderungen des Auftraggebers an das Bauvorhaben bezüglich Sicherheit, Umweltverträglichkeit, Funktion, Lebensdauer (100 Jahre), Nutzung, Betrieb und Unterhalt durch alle an der Realisierung Beteiligten während Planung, Projektierung und Ausführung des Projekts optimal erfüllt würden. Im Anschluss an dieses Konzept folgte ein entsprechendes Handbuch, das den Qualitätsstandard (Qualitätsziele und -risiken sowie daraus resultierende



Qualitätsschwerpunkte) definierte und die Instrumente, die zur Erfüllung der Ziele eingesetzt werden (Organisationsaufbau und QS-Abwicklungsprozesse), festlegte. Das PQM-Handbuch war Bestandteil des Vertrags mit dem Generalunternehmer und bildete die Grundlage für das unternehmerseitige QS-Programm, in dem sich der Generalunternehmer verpflichtete, alle seine Arbeiten einem eigenen PQM zu unterstellen. Inhalt und Umfang der Qualitätsmanagementaufgaben wurden vom Bauherrn detailliert vorgegeben. Der Auftragnehmer musste ein eigenes, von der Bauherrschaft genehmigtes PQM-Handbuch erstellen und implementieren, darin alle qualitätssichernden Massnahmen beschreiben und die Durchführung mit nachvollziehbaren Formularen belegen. Bei den Subunternehmern (Planer wie ausführende Firmen) war der Generalunternehmer für die Einführung und Durchsetzung des PQM verantwortlich.

Unter der Voraussetzung, dass sich alle Auftragnehmer an die Qualitätssicherungsvorgaben halten und ihre vertraglichen Verpflichtungen erfüllen, wären bauseits keine weitergehenden Überwachungen nötig. Da dies jedoch nicht zu erwarten war, führte der Bauherr neben den eigenen Qualitätsmanagementaufgaben auch eine übergeordnete Qualitätssicherung durch, d.h. er überwachte nicht nur die dokumentierten Qualitätssicherungsmassnahmen des Generalunternehmers, sondern auch die Ausführung der Arbeiten in regelmässigen Zeitabständen. Die dabei festgestellten Unzulänglichkeiten und Mängel wurden dem Generalunternehmer schriftlich zur Behebung mitgeteilt.

Auf Grund der Schwerpunktbeurteilung legte der Bauherr die Intensität der eigenen Kontrollen und Prüfungen fest. Sie bildete auch die Grundlage zur Bestimmung von Observations- bzw. Melde- und Haltepunkten des Bauherrn in den QS-Kontrollplänen des Generalunternehmers. Zur Unterstützung bei der Durchsetzung der übergeordneten Qualitätssicherung beauftragte der Bauherr das Gesamtplanerteam des Projekts Bauwerke Glatt, einige Spezialisten sowie Vertreter des zukünftigen Betreibers, die zusammen auf Grund der Erarbeitung des Submissionsprojekts mit den Qualitätsanforderungen des Bauherrn bereits vertraut waren.

Aufgaben der Projektbeteiligten beim PQM

Bauherr

Das projektbezogene Qualitätsmanagement erstreckt sich neben der Sicherstellung der Qualitätsanforderungen auch auf weitere Prozesse der Projektabwicklung. Deshalb wurden im PQM-Handbuch des Bauherrn Abläufe wie Kommunikationswege, Sitzungskonzept, Termin- und Kostenkontrolle, Materialbeschaffung, Dokumentenfluss Generalunternehmer-Bauherr, Zugriff des Bauherrn auf Dokumente des Generalunternehmers sowie Projekt- und Beststellungsänderungen festgehalten. Im Kasten 1 werden jedoch nur die Aspekte der Qualitätssicherung betrachtet.

Unterstützung des Bauherrn

Die Aufgaben des Gesamtplanerteams, der Spezialisten und des zukünftigen Betreibers zur Unterstützung des Bauherrn bei der Qualitätssicherung waren prinzipiell die gleichen wie diejenigen des Bauherrn, jedoch mit einer Einschränkung bezüglich des Fällens von Entscheidungen. Die wesentlichsten Aufgaben waren: Fachliche Unterstützung des Bauherrn durch Übernahme von Prüfungen und Kontrollen der im Bereich der Qualitätssicherung relevanten Massnahmen und fachliche Beurteilung der Ausführungen des Generalunternehmers (übergeordnete Qualitätssicherung); Erstellen von Berichten, Protokollen usw. als Entscheidungshilfen zu Händen des Bauherrn.

Für die generellen Beurteilungen, Kritiken, Festhalten des Status quo auf Grund von Qualitätssicherungs- und Baukontrollen während der Ausführung wurden Standardblätter erstellt, die mit wenig Aufwand von Hand ausgefüllt werden konnten und per Fax der Bauherrschaft zur Information und, wenn zutreffend, dem Generalunternehmer zur Behebung von Unzulänglichkeiten oder Mängeln bzw. zur Stellungnahme übermittelt wurden. Die fachlich individuellen Mängelprotokolle waren von den initiiierenden Fachingenieuren bis zur Behebung durch den Generalunternehmer zu betreuen.

Kasten 1:

Qualitätssichernde Massnahmen des Bauherrn:

1. Erstellen der Qualitätsanforderungen an das jeweilige Projekt für die Ausschreibungsunterlagen; 2. Prüfen und Genehmigen des projektbezogenen QS-Programms der Auftragnehmer (Planung, Projektierung und Ausführung); 3. Prüfen und Genehmigen aller QS-relevanten Dokumente der Auftragnehmer (QS-Plan, Arbeitsabläufe und -anweisungen, Prüf- und Kontrollablaufbeschreibungen und die zugehörigen Dokumentationsformulare usw.); 4. Sichten und Genehmigen von Dokumenten und Plänen der Unternehmer zur Ausführung; 5. Durchführen regelmässiger Sitzungen mit Unternehmern zur Koordination und Überwachung der QS-Aktivitäten; 6. Audits bei Planern und Unternehmern zur Verifizierung der Implementierung und Wirksamkeit der QS-Systeme und -Massnahmen; 7. Kontrolle der ausgefüllten Prüfdokumente, Beurteilung der Unternehmerergebnisse; 8. Bestimmen von Melde- und Haltepunkten des Bauherrn; 9. Teilnahme an Prüfungen, Tests, Kontrollen des Unternehmers; 10. Durchführen unabhängiger Stichproben zur Verifizierung der Unternehmerergebnisse; 11. Veranlassen, Beurteilen und Genehmigen von Massnahmen bei Nichterreichen der vorgegebenen Qualitätskriterien; 12. Initiieren von Mängelrügen; 13. Prüfen der Bauwerks- und Betriebsdokumentation der ausgeführten Bauwerke und Anlagen; 14. Inspektion der Bauwerke und Installationen zur Abnahmevorbereitung; 15. Sicherstellen des internen Informationsflusses des zukünftigen Betreibers; 16. Abnahme und Übergabe des Werks.

Kasten 2:

Qualitätssicherungsprogramm (Generalunternehmer)

1. Projektorganisation, Personaleinsatz in Schlüsselpositionen der Projektierung, Ausführung und Qualitätssicherung; 2. Projektabwicklung in technischer und administrativer Hinsicht (Projektierungs- und Ausführungsablauf, Materialbeschaffung und -bewirtschaftung, Bau, Montagen, Inbetriebsetzung, Betriebsoptimierungs-, Bauwerks- und Betriebsdokumentation, Verkehr mit Bauherrschaft und Subunternehmern, Dokumentenfluss, Änderungswesen, Plankontrollverfahren, Berichtswesen usw.); 3. Richtlinien zur Beschaffung von Fremdleistung und -lieferungen; 4. Qualitätssicherungsmaßnahmen (Entwicklung und Einführung der Qualitätssicherungsmechanismen, Projektrisiken, Qualitätssicherungsschwerpunkte, nachvollziehbare Dokumentation aller qualitätssichernden Audits, Prüfungen und Kontrollen, Qualitätssicherungskonzepte für den Beizug von Subunternehmern, Handhabung von Abweichungen von Planvorgaben, Durchsetzen der Qualitätssicherungsmaßnahmen); 5. Bezeichnung eines gegenüber der Projektierungs- bzw. Ausführungsleitung weisungsbefugten, jedoch unabhängigen QM-Verantwortlichen, der der eigenen Geschäftsleitung sowie dem Bauherrn in engen, regelmässigen Abständen über die Ergebnisse seiner Tätigkeit Bericht erstattet.

Qualitätssicherungsplan

1. Organisation zur Durchführung der Inspektionen und Prüfungen (Personaleinsatz, Abhängigkeitsverhältnisse, Dokumentenfluss, Berichtswesen usw.); 2. Eingliederung von Subunternehmern; 3. Grundlagen zur Qualitätssicherung (Qualitätsvorgaben, Toleranzgrenzen, Messmethoden, Spezifikationen, Richtlinien usw.); 4. Abwicklung der Inspektionen und Prüfungen (Ablaufbeschreibung, Durchführung, nachvollziehbare Prüfdokumente usw.); 5. Prüf- und Messgeräteeinsatz einschliesslich deren Unterhalt, Kalibrierung, Toleranzen; 6. Haltpunkte des Unternehmers, über die hinaus nicht weitergearbeitet werden darf, bevor die entsprechenden Prüfungen erfolgreich durchgeführt sind, sowie Aufnahme von Halte- und Meldepunkten des Bauherrn; 7. Vorzusehende Massnahmen bei Unterschreitung der Qualitätsvorgaben (korrektive Massnahmen); 8. Periodische Überprüfung des Qualitätssicherungsplans im Verlauf der Auftragsabwicklung auf seine Gültigkeit bzw. Zweckmässigkeit mit allfälliger Nachführung, wobei Änderungen durch den Bauherrn zu genehmigen sind.

Qualitätssicherung während der Ausführung

1. Rechtzeitiges Avisieren des Bauherrn vor Erreichen von Halte- und Meldepunkten; 2. Durchführen aller Prüfungen und Kontrollen gemäss Qualitätssicherungsplan, Arbeits- und Prüfanweisungen; 3. Nachvollziehbare Protokollierung aller Prüf- und Kontrollergebnisse mit Soll-Ist-Vergleich; 4. Sofortige Meldung an den Bauherrn bei Abweichungen von den Planungsvorgaben mit Vorschlag zur Behebung der Abweichung und zur Wiederholungsvermeidung; 5. Teilnahme an regelmässigen Sitzungen Bauherr/Generalunternehmer; 6. Organisation einer Ablage der QS-Dokumente (mögliche Einsichtnahme durch Bauherr).



3

Abnahme des Stollens in der Molassestrecke



Generalunternehmer

Auf Grund der Auflagen des Bauherrn im Werkvertrag musste der Generalunternehmer, wie bereits erwähnt, die Gesamtheit seiner Arbeiten einer umfassenden, projektbezogenen Qualitätssicherung unterstellen. Grundlage dafür bildete das PQM-Handbuch des Bauherrn. Sechs Wochen nach der Vertragsgenehmigung hatte der Generalunternehmer ein den Vorgaben entsprechendes Qualitätssicherungsprogramm und einen Qualitätssicherungsplan vorzulegen, die durch den Bauherrn zu genehmigen waren. Beide wurden in einem PQM-Handbuch des Generalunternehmers zusammengefasst, wobei die im Kasten 2 aufgeführten Aufgaben und Abläufe festzulegen und zu beschreiben waren.

Praktische Umsetzung

Der Bauherr verfügte mit der Kontroll- und Haltepunkt-Meldepflicht des Generalunternehmers und dem vierzehntäglichen, gemeinsamen Baurundgang über zwei effiziente Führungsinstrumente. Durch die interdisziplinäre Zusammensetzung konnten verschiedene Probleme und Schwachstellen gemeinsam vor Ort abgehandelt und dem Generalunternehmer innert kürzester Zeit kommuniziert werden, und zudem bildeten fachspezifische Prüfungen vor Ort oder im Werk die Grundlagen für richtige Materialwahl und Eigenschaften. Diese Qualitätssicherung war primär in den Bereichen Korrosionsschutz, Oberflächenbehandlung und Festigkeiten angezeigt. Neben den durch den Bauherrn beigezogenen, ausgewiesenen Fachspezialisten wurden in besonders heiklen Fragen auch unabhängige Prüfstellen wie die Eidgenössische Materialprüfungsanstalt (Empa) oder die Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie (VAW) der ETH beauftragt.

In einer einheitlichen Mängelliste wurden die anstehenden Schwachpunkte oder Mängel aufgelistet und deren Erledigung durch den Generalunternehmer laufend überwacht. Dieser war gezwungen, die Erledigung in schriftlicher Form und unter Angabe von Art und Umfang zu dokumentieren. Dieses Instrument erlaubte eine laufende Kontrolle der noch anstehenden Fertigstellungsarbeiten im Hinblick auf die vertraglichen Terminfixpunkte.

Erfahrungen

Da der Generalunternehmer und eine Reihe seiner Subunternehmer über firmenbezogene QM-Systeme nach ISO 9001/2 verfügten, war ihnen das Thema kein Novum. Der Generalunternehmer betrachtete jedoch das PQM-Handbuch, das er für das Vorhaben SAN erstellen musste, als eine Ergänzung zum bestehenden firmeninternen Qualitätsmanagementsystem. Deshalb dauerte es auch geraume Zeit – die Unterstützung des Bauherrn war notwendig –, bis das PQM-Handbuch des Generalunternehmers den Vorgaben des Bauherrn entsprach, wobei schliesslich das PQM-Handbuch des Bauherrn umgesetzt und grösstenteils in jenes des Generalunternehmers integriert wurde.

Der Generalunternehmer übertrug die Betreuung des Qualitätsmanagements und der Qualitätssicherung

einem dafür spezialisierten Ingenieurbüro. Dessen Auftrag endete leider bereits mit der Kontrolle der Qualitätssicherungsdokumente der ausführenden Subunternehmer, was zwar entsprechend dem Qualitätssicherungssystem richtig ist, sich jedoch bei den regelmässigen Kontrollen der Bau- und Installationsarbeiten durch die Bauherrschaft als ungenügend erwies. Viele – zu viele – kleinere und grössere Fehler und Mängel passierten unbemerkt die Kontrollen der ausführenden Subunternehmer (im Detailprojekt wie in der Ausführung). Die Gründe dafür sind vielfältig, sie reichen von unterschiedlichen Auffassungen hinsichtlich des Qualitätsstandards über mangelndes Arbeitsinteresse bei der Ausführung bis zu oberflächlichen oder fehlenden Kontrollen durch den Generalunternehmer. Damit zeigte sich, dass die Qualitätssicherung zwar in administrativer, jedoch nicht unbedingt in qualitativer Hinsicht funktionierte. Um Letzteres zu gewährleisten, müssten die Ausführungskontrollen des Generalunternehmers wesentlich genauer und konsequenter bis in die kleinsten Details erfolgen, was aber nicht ohne weiteres erwartet werden kann, hätte der Generalunternehmer dazu doch eine unabhängige kompetente Organisation mit den notwendigen Kontrollen einzusetzen. Eine zentrale kompetente Führungs- und Koordinationsstelle, die nicht nur im administrativen, sondern schwerpunktmässig auch im fachlichen Bereich wirkte, wäre eine grundlegende Voraussetzung zur Abgleichung der Dokumente und der Schlussprüfung der Ausführungsunterlagen vor der Freigabe an die Bauherrschaft oder an die Baustelle. Diese Stelle könnte viele Fehler, Missverständnisse und kostspielige Leerläufe verhindern, weshalb sie sich für alle Seiten auch unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten rechtfertigen dürfte. Dies wird jedoch immer schwierig bleiben, da der Auftragnehmer generell versuchen wird, besonders im Qualitätssicherungsbereich mit einem Minimum an Aufwand einen Auftrag abzuwickeln. Dem Bauherrn wird damit immer die letzte Kontrolle obliegen, ob er die geforderte und bezahlte Qualität auch erhält. Es kann dies jedoch so weit führen, dass der Bauherr schliesslich die Qualitätssicherungskontrollen des Auftragnehmers mit ausführt.

Das projektbezogene Qualitätsmanagement hingegen hat sich in der vorliegenden Fassung im Projekt «Bauwerke Glatt» zur Abwicklung aller qualitätsrelevanten Prozesse und Massnahmen gut bewährt. Alles in allem bleibt rückblickend festzustellen, dass das von der Bauherrschaft im Rahmen des Gesamtvorhabens praktizierte Qualitätsmanagement nicht nur die Erwartungen erfüllte, sondern sich in seinen weiteren Auswirkungen auch materiell durchaus positiv auswirkte.

Daniel Stengele, Ing. HTL, Entsorgung + Recycling Zürich, Bändlistrasse 108, 8010 Zürich, Peter Pfeiffer, dipl. Ing. FH, Schulstrasse 2, 5415 Nussbaumen bei Baden