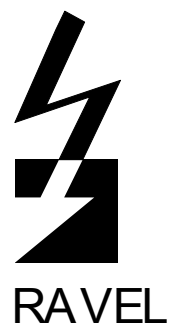


Projektbezogene Qualitätssicherung

Qualitätssicherungsmodell
für Haustechnikprojekte

«Pfannenfertige» QM-Pläne für
Wärmepumpen-, Wärmekraft-
kopplungs-, Wärmerückgewin-
nungs-
und Abwärmenutzungsanlagen

RAVEL im Wärmesektor
Heft 6



Impulsprogramm RAVEL
Bundesamt für Konjunkturfragen

«RAVEL im Wärmesektor» in 6 Heften

Gesamtleitung: Hans Rudolf Gabathuler

Energieeffiziente Techniken werden in nächster Zukunft stark an Bedeutung gewinnen. Über dieses Thema ist heute erst wenig in Lehrbüchern zu finden. In vier RAVEL-Kursen – «Wärmerückgewinnung und Abwärmennutzung», «Wärmepumpen», «Wärmekraftkopplung» sowie «Qualitätssicherung» – können sich deshalb Planerinnen und Planer auf diesem zukunfts-trächtigen Gebiet weiterbilden. Die dazu erscheinende Publikationsreihe «RAVEL im Wärmesektor» besteht aus sechs Heften. Diese können bei der Eidgenössischen Drucksachen- und Materialzentrale, 3000 Bern, bezogen werden.

Heft 1: Elektrizität und Wärme – Grundlagen und Zusammenhänge (Best.-Nr. 724.357d)

Heft 2: Wärmerückgewinnung und Abwärmennutzung (Best.-Nr. 724.355d)

Heft 3: Wärmepumpen (Best.-Nr. 724.356d)

Heft 4: Wärmekraftkopplung (Best.-Nr. 724.358d)

Heft 5: Standardschaltungen (Best.-Nr. 724.359d)

Heft 6: Projektbezogene Qualitätssicherung (Best.-Nr. 724.353d)



Wichtige Merkmale



Hinweise innerhalb der Reihe «RAVEL im Wärmesektor» (siehe oben)



Weiterführende Literatur



Softwarehinweise



Beispiele



Hinweis auf QM-Plan und Prüfplan des Fallbeispiels

INDEX

Index Kapitel 1–7 auf Seite 51

Autoren

Hans Rudolf Gabathuler, Gabathuler AG,
Kirchgasse 23, 8253 Diessenhofen

Thomas Baumgartner, Ingenieurbüro für Haustechnik,
Bettlistrasse 35, 8600 Dübendorf

Robert Stebler, Nordstrasse 10, 5032 Rohr

Redaktion und Gestaltung

Hans Rudolf Gabathuler, Gabathuler AG,
Kirchgasse 23, 8253 Diessenhofen

Grafik

Monika Ehrat, 8240 Thayngen

Druckkoordination

Education Design, Sepp Steibli, Bollingenstr. 46c, Postfach 233, 3000 Bern 32

Trägerorganisationen

STV Schweizerischer Technischer Verband, Weinbergstrasse 41, Postfach, 8023 Zürich

SIA Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein, Fachgruppe für Haustechnik und Energie im Bauwesen, Selnastrasse 16, Postfach, 8039 Zürich

SWKI Schweizerischer Verein von Wärme- und Klima-Ingenieuren, Postfach, 3001 Bern

WKK Schweizerischer Fachverband für Wärmekraftkopplung, Bodenackerstrasse 19, 4410 Liestal

Begleitgruppe

H.U. Bruderer und K. Trüssel (AWP), Hp. Eicher (RAVEL, ENERGIE 2000), G. Gerlach (SBHI), S. Schuppisser (SIA), F. Jauch (STV), H. Pauli (WKK-Fachverband), H. Götti (SWKI, AfB), P. Renaud (RAVEL), R. Uetz (Infoenergie), M. Zogg (BEW)

Beiträge zu WRG/AWN: Robert Brunner, Dr. Brunner & Partner AG, Industriestrasse 5, 5432 Neuenhof

Copyright © Bundesamt für Konjunkturfragen, 3003 Bern, Februar 1996. Auszugsweiser Nachdruck unter Quellenangabe erlaubt. Zu beziehen bei der Eidgenössischen Drucksachen- und Materialzentrale, 3000 Bern. (Best.-Nr. 724.353d)
Form. 724.353d 02.96 2000 U30248

Vorwort

Das Aktionsprogramm «Bau und Energie» ist auf 6 Jahre befristet (1990-1995) und setzt sich aus den drei Impulsprogrammen (IP) zusammen:

- IP BAU – Erhaltung und Erneuerung
- RAVEL – Rationelle Verwendung von Elektrizität
- PACER – Erneuerbare Energien

Mit den Impulsprogrammen, die in enger Kooperation von Wirtschaft, Schulen und Bund durchgeführt werden, soll der qualitative Wertschöpfungsprozess unterstützt werden. Dieser ist gekennzeichnet durch geringeren Aufwand an nicht erneuerbaren Rohstoffen und Energie sowie abnehmende Umweltbelastung, dafür gesteigerten Einsatz von Fähigkeitskapital.

Im Zentrum der Aktivität von RAVEL steht die Verbesserung der fachlichen Kompetenz, Strom rationell zu verwenden. Neben den bisher im Vordergrund stehenden Produktions- und Sicherheitsaspekten soll verstärkt die wirkungsgradorientierte Sicht treten. Aufgrund einer Verbrauchsmatrix hat RAVEL die zu behandelnden Themen breit abgesteckt. Neben den Stromanwendungen in Gebäuden kommen auch Prozesse in der Industrie, im Gewerbe und im Dienstleistungsbereich zum Zuge. Entsprechend vielfältig sind die angesprochenen Zielgruppen: Sie umfassen Fachleute auf allen Ausbildungsstufen wie auch Entscheidungsträger, die über stromrelevante Abläufe und Investitionen zu befinden haben.

Kurse, Veranstaltungen, Publikationen, Videos umgesetzt werden sollen die Ziele von RAVEL durch Untersuchungsprojekte zur Verbreiterung der Wissensbasis und – darauf aufbauend – Aus- und Weiterbildung sowie Informationen. Die Wissensvermittlung ist auf die Verwendung in der täglichen Praxis ausgerichtet. Sie baut hauptsächlich auf Publikationen, Kursen und Veranstaltungen auf. Es ist vorgesehen, jährlich eine RAVEL-Tagung durchzuführen, an der jeweils – zu einem Leitthema – umfassend über neue Ergebnisse, Entwicklungen und Tendenzen in der jungen faszinierenden Disziplin der rationellen Verwendung von Elektrizität informiert und diskutiert wird. Interessenten können sich über das breitgefächerte, zielgruppenorientierte Weiterbildungsangebot in der Zeitschrift IMPULS informieren. Sie erscheint drei- bis viermal jährlich und ist (im Abonnement) beim Bundesamt für Konjunkturfragen, 3003 Bern, gratis erhältlich. Jedem Kurs- oder Veranstaltungsteilnehmer wird jeweils eine Dokumentation abgegeben. Diese besteht zur Hauptsache aus der für den entsprechenden Anlass erarbeiteten Fachpublikation. Die Publikationen können auch unabhängig von Kursbe-

suchen bei der Eidgenössischen Drucksachen- und Materialzentrale (EDMZ), 3000 Bern, bezogen werden.

Zuständigkeiten

Um das ambitionierte Bildungsprogramm bewältigen zu können, wurde ein Organisations- und Bearbeitungskonzept gewählt, das neben der kompetenten Bearbeitung durch Spezialisten auch die Beachtung der Schnittstellen im Bereich der Stromanwendung sowie die erforderliche Abstützung bei Verbänden und Schulen der beteiligten Branchen sicherstellt. Eine aus Vertretern der interessierten Verbände, Schulen und Organisationen bestehende Kommission legt die Inhalte des Programmes fest und stellt die Koordination mit den übrigen Aktivitäten, die den rationellen Einsatz der Elektrizität anstreben, sicher. Branchenorganisationen übernehmen die Durchführung der Weiterbildungs- und Informationsangebote. Für deren Vorbereitung ist das Programmleitungsteam (Dr. Roland Walthert, Werner Böhi, Dr. Eric Bush, Jean-Marc Chuard, Hans Rudolf Gabathuler, Ruedi Messmer, Jürg Nipkow, Ruedi Spalinger, Dr. Daniel Spreng, Felix Walter, Dr. Charles Weinmann, Georg Züblin sowie Eric Mosimann, BfK) verantwortlich. Die Sachbearbeitung wird im Rahmen von Ressorts durch Projektgruppen erbracht, die inhaltlich, zeitlich und kostenmässig definierte Einzelaufgaben (Untersuchungs- und Umsetzungsprojekte) zu lösen haben.

Dokumentation

Nach einer Vernehmlassung und dem Anwendungstest in einem Pilotkurs ist die vorliegende Dokumentation sorgfältig überarbeitet worden. Dennoch hatten die Autoren freie Hand, unterschiedliche Ansichten über einzelne Fragen nach eigenem Ermessen zu beurteilen und zu berücksichtigen. Sie tragen denn auch die Verantwortung für die Texte. Unzulänglichkeiten, die sich bei der praktischen Anwendung ergeben, können bei einer allfälligen Überarbeitung behoben werden. Anregungen nehmen das Bundesamt für Konjunkturfragen und der Redaktor (siehe Seite 2) entgegen. Für die wertvolle Mitarbeit zum Gelingen der vorliegenden Publikation sei an dieser Stelle allen Beteiligten bestens gedankt.

Februar 1996

Bundesamt für Konjunkturfragen
Dr. B. Hotz-Hart
Vizedirektor für Technologie

Inhaltsverzeichnis

1. Bessere Haustechnikanlagen und neue Marktchancen dank Qualitätssicherung	4.3 Wärmepumpen	24
1.1 Auf den Zug «ISO 9000» aufspringen!	4.4 Wärmekraftkopplung	25
1.2 Drei neue Meilensteine im Planungsablauf	4.5 Wärmerückgewinnung und Abwärmennutzung	25
1.3 Der «Papierkrieg» wird auf ein Minimum beschränkt	4.6 Energiekennzahl	26
1.4 Qualitätssicherung ist kostenneutral	5. Fallbeispiel Wärmepumpenanlage	27
1.5 Antworten auf oft gehörte Einwände gegen Qualitätssicherung	5.1 Vorgeschichte	27
2. Grundlagen der Qualitätssicherung	5.2 Vorstudien und Projektierung	29
2.1 Was ist überhaupt Qualität?	5.3 Realisierung und Betrieb unter Garantie	32
2.2 Normenreihe SN EN ISO 9000 bis 9004	5.4 Schlussprüfung	32
2.3 Definition der Begriffe	6. Neue Wege in der Planung	43
2.4 Typenprüfung	6.1 SIA-Leistungsmodell 95	43
2.5 Unternehmensbezogene Qualitätssicherung	6.2 LM 95 und projektbezogene Qualitätssicherung	44
2.6 Projektbezogene Qualitätssicherung	6.3 Wie weit ist LM 95 auf die hier behandelten Projekte anwendbar?	44
3. Planungsablauf mit projektbezogener Qualitätssicherung	7. Juristische Hinweise	47
3.1 Mängel im Planungsablauf	7.1 QM-Plan als Arbeitspapier	47
3.2 Projektbezogene Qualitätssicherung – Ausgangslage	7.2 QM-Plan als Bestandteil des SIA-Werkvertrags 1023	47
3.3 «Unternehmen Bauherr»	7.3 QM-Plan als Bestandteil des SIA-Ingenieurvertrags 1008	48
3.4 Der Planungsablauf im einzelnen	7.4 Struktur der Verträge und der Q-Vereinbarungen	49
3.5 QM-Darlegung	7.5 Mängelrüge und Sanktionen	50
4. Anerkannte Regeln der Technik	Index Kapitel 1–7	51
4.1 Auslegung, Schaltung	Anhang: Kopiervorlagen	53
4.2 Heizkessel		

1. Bessere Haustechnikanlagen und neue Marktchancen dank Qualitätssicherung

1.1 Auf den Zug «ISO 9000» aufspringen!

Keine erfreuliche Diagnose . . .

Haustechnikanlagen arbeiten häufig nicht so, wie man sich dies ursprünglich bei der Planung vorgestellt hatte. Oft ist nicht einmal bekannt, wie die betroffene Haustechnikanlage überhaupt arbeiten sollte, weil eine brauchbare Anlagedokumentation mit Funktionsbeschreibung und Bedienungsanleitung gar nicht vorhanden ist. Die Folgen sind überdimensionierte Anlagen mit Betriebsproblemen und zu hohem Energieverbrauch. Diese bedenkliche Diagnose ist heute eine kaum bestatete Erfahrungstatsache. Dagegen muss etwas getan werden!

. . . aber es gibt eine wirkungsvolle Therapie!

Alle reden heute von Qualitätssicherung. Gemeint ist damit jedoch fast ausschliesslich die unternehmensbezogene Qualitätssicherung. Grundlage für die Zertifizierung von Firmen bildet die Normenreihe SN EN ISO 9000 bis 9004. Die unternehmensbezogene Qualitätssicherung allein genügt jedoch nicht. Was wir für eine wirkungsvolle Therapie in der Haustechnik brauchen, ist eine projektbezogene Qualitätssicherung (siehe Kasten 1).

Projektbezogene Qualitätssicherung in Kürze

- Grundlage für die Einrichtung eines zeitlich befristeten QM-Systems für das Projekt bildet die Normenreihe SN EN ISO 9000 bis 9004
- Die oberste Leitung des Projekts* bestimmt, welche qualitätssichernden Massnahmen ergriffen werden
- Der Q-Beauftragte des Projekts* realisiert die qualitätssichernden Massnahmen, er ist Mitglied der obersten Leitung; Möglichkeiten sind:
 - Der Bauherr ist sein eigener Q-Beauftragter, möglichst mit fachlicher Beratung z.B. durch Infoenergie oder eine kantonale Energiefachstelle
 - Der Bauherr beauftragt einen unabhängigen Q-Beauftragten
 - Es gelingt dem Planer bzw. dem Planungsteam gegenüber dem Bauherrn das notwendige Vertrauen in ein planungsseitiges QM-System zu schaffen
 - Professionelle Bauherren haben in der Person ihres Projektleiters bereits einen Q-Beauftragten
- Die geforderten Qualitätsziele werden im QM-Plan festgeschrieben
- Die Erreichung der Qualitätsziele wird vor Ablauf der Garantiefrist anlässlich der Schlussprüfung mit Hilfe des Prüfplans geprüft

* Die Begriffe werden konsequent entsprechend der Norm auf das Projekt angewandt. Da die gleichen Begriffe auch auf Unternehmensebene verwendet werden, ist einer allfälligen Verwechslung vorzubeugen.

Kasten 1

PRO



CONTRA

. . . auf der Planungsseite

- | | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ■ Marktvorteil gegenüber der Konkurrenz («In meinem Betrieb ist Qualität eine Selbstverständlichkeit!») ■ Weniger Leerläufe, weil Abläufe klar geregelt sind ■ Lernerfahrung mit jedem neuen Projekt ■ Neues Marktpotential als Q-Beauftragter | <ul style="list-style-type: none"> ■ Einschränkung der «Freiheit» bei der Planung (man muss sich «in die Karten schauen» lassen) |
|---|---|

. . . auf der Bauherrenseite

- | | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ■ Risikominderung durch klare Q-Vereinbarungen («Versicherung» gegen Fehlplanung) ■ Kleinere Investitionskosten durch Vermeidung von Über-Qualität ■ Kleinere Betriebskosten durch korrekte Auslegung und optimalen Betrieb | <ul style="list-style-type: none"> ■ Kosten für die Qualitätssicherung (Honorar Q-Beauftragter, evtl. Mehrkosten für Instrumentierung und Messungen) |
|---|---|

Kasten 2

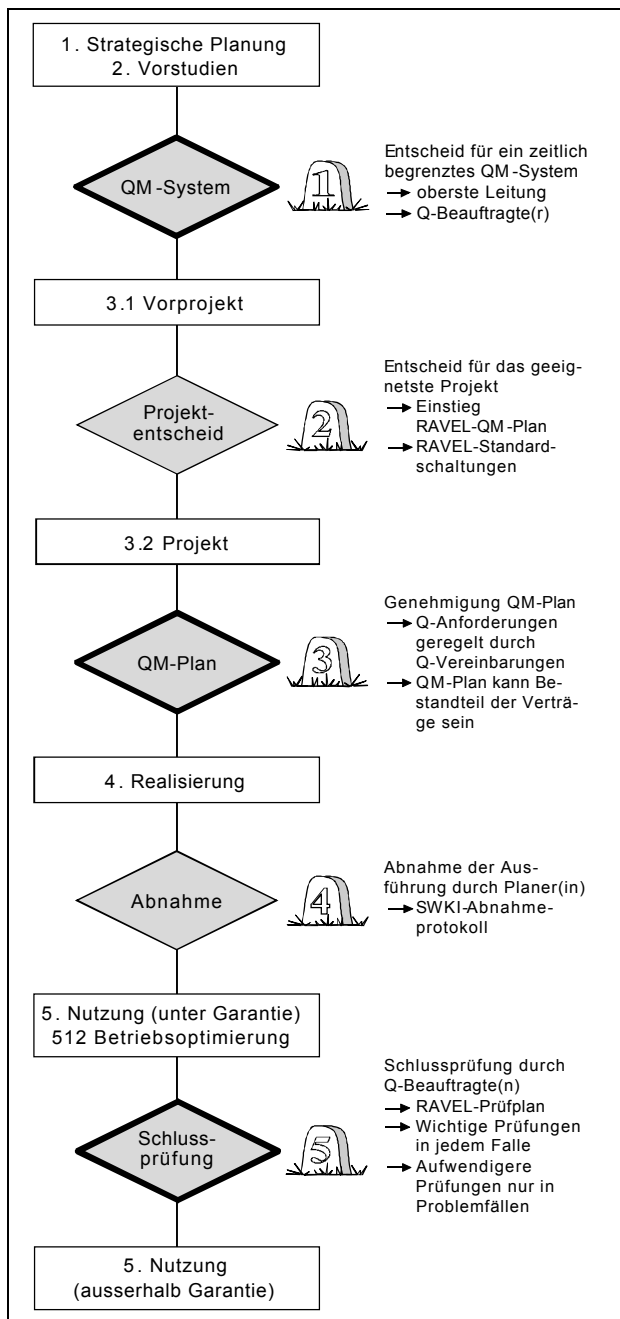


Bild 3: Die rechteckigen Kästchen entsprechen den Phasen, wie sie im Leistungsmodell 95 des SIA vorgesehen sind. Phase 5 wurde hier zweckmässigerweise in eine Phase «Nutzung unter Garantie» und eine Phase «Nutzung ausserhalb Garantie» unterteilt. Die fünf Rhomben kennzeichnen wichtige Meilensteine, d.h. Entscheidungspunkte mit besonderer Bedeutung für die Qualitätssicherung.

Bauherren und Planer(innen) müssen handeln!

Von Bauherrenseite besteht schon seit längerer Zeit die Forderung nach einer effizienten projektbezogenen Qualitätssicherung. Das Problem war bisher nur, dass niemand wusste, wie diese realisiert werden kann. Auf Planerseite bestehen schon eher Bedenken – man lässt sich eben nicht gerne in die Planungsarbeit hineinschauen!

Ein Blick auf Kasten 2 zeigt, dass sowohl für die Planer- wie für die Bauherrenseite die Pluspunkte bei weitem überwiegen. Vorausschauende Bauherren und clevere Planerinnen und Planer werden sich diese Chance nicht entgehen lassen und rechtzeitig auf den internationalen Zug «ISO 9000» aufspringen.

1.2 Drei neue Meilensteine im Planungsablauf

Schwachstellen bei der heutigen Abnahme

Heute ist nur eine Abnahme üblich – und zwar möglichst schnell nach der Inbetriebsetzung, damit die Verantwortung für die Anlage dem Bauherrn abgetreten werden kann. Dieses Vorgehen hat gravierende Schwachstellen:

- Die Abnahme beschränkt sich auf eine Kontrolle des Ausführenden durch den Planenden auf vollständige und fachgerechte Montage
- Wichtige Anforderungen an eine fachgerechte Planung werden nicht definiert und können deshalb auch nicht geprüft werden
- Die Funktionstüchtigkeit der Anlage kann nicht in allen Lastfällen geprüft werden (eine Betriebsoptimierung ist in der kurzen Zeit gar nicht möglich)
- Oft wird der Betrieb noch beeinflusst durch Baufeuchtigkeit, provisorische Energiezufuhr usw.

Die Lösung: drei neue Meilensteine

Bild 3 zeigt den Planungsablauf mit projektbezogener Qualitätssicherung. Gegenüber dem heute üblichen Planungsablauf sind drei neue Meilensteine hinzugekommen (in Bild 3 fett hervorgehoben):

- Möglichst früher Entscheid für ein zeitlich begrenztes QM-System
- Mit dem QM-Plan liegt eine unmissverständliche und bindende Bestellung des Bauherrn vor
- Ob die Lieferung mit der Bestellung übereinstimmt, wird bei der Schlussprüfung kontrolliert (streng genommen ist dies gar kein neuer Meilenstein, die

Schlussprüfung wurde aber bisher nur selten konsequent durchgeführt!)

1.3 Der «Papierkrieg» wird auf ein Minimum beschränkt

Der QM-Plan – Qualitätsziele und Verantwortlichkeiten auf 4 Seiten festgeschrieben

Während der Projektierung wird unter der Führung des/der Q-Beauftragte(n) ein einziger QM-Plan erstellt, der zum Bestandteil der Verträge erklärt werden kann (Bild 4, oben). Der QM-Plan ist das wichtigste Papier der projektbezogenen Qualitätssicherung. Das vorliegende Buch enthält «pfaffenfertige» QM-Pläne für Wärmepumpenprojekte, für Wärmekraftkopplungsprojekte sowie für Wärmerückgewinnungs- und Abwärmenutzungsprojekte.

Die Abnahme – bewährte Abläufe bleiben unangetastet

Mit der Abnahme geht das Werk in die Obhut des Bauherrn über (SIA-Norm 118, Art. 157-164). Die Abnahmeprotokolle des SWKI zur Überprüfung auf vollständige und fachgerechte Montage haben sich in der Praxis bewährt. Daran wird nichts geändert (Bild 4, Mitte).



SIA-Norm 118: Allgemeine Bedingungen für Bauarbeiten. Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein, Zürich, 1977/1991. (Bezugsquelle: SIA, Postfach, 8039 Zürich)



SWKI-Richtlinie 88-1: Abnahmeprotokolle. Schweizerischer Verein von Wärme- und Klima-Ingenieuren (SWKI), Bern, 1988. (Bezugsquelle: SWKI, Postfach 2327, 3001 Bern)

Erst mit der Schlussprüfung ist das Projekt endgültig abgenommen

Vor Ablauf der Garantiefrist, prüft der/die Q-Beauftragte die Einhaltung der im QM-Plan festgelegten Qualitätsziele. Als Hilfsmittel dazu enthält das vorliegende Buch zu jedem der obgenannten QM-Pläne einen entsprechenden Prüfplan (Bild 4, unten). Mit der Schlussprüfung ist das Projekt endgültig abgenommen (SIA-Norm 118, Art. 177).

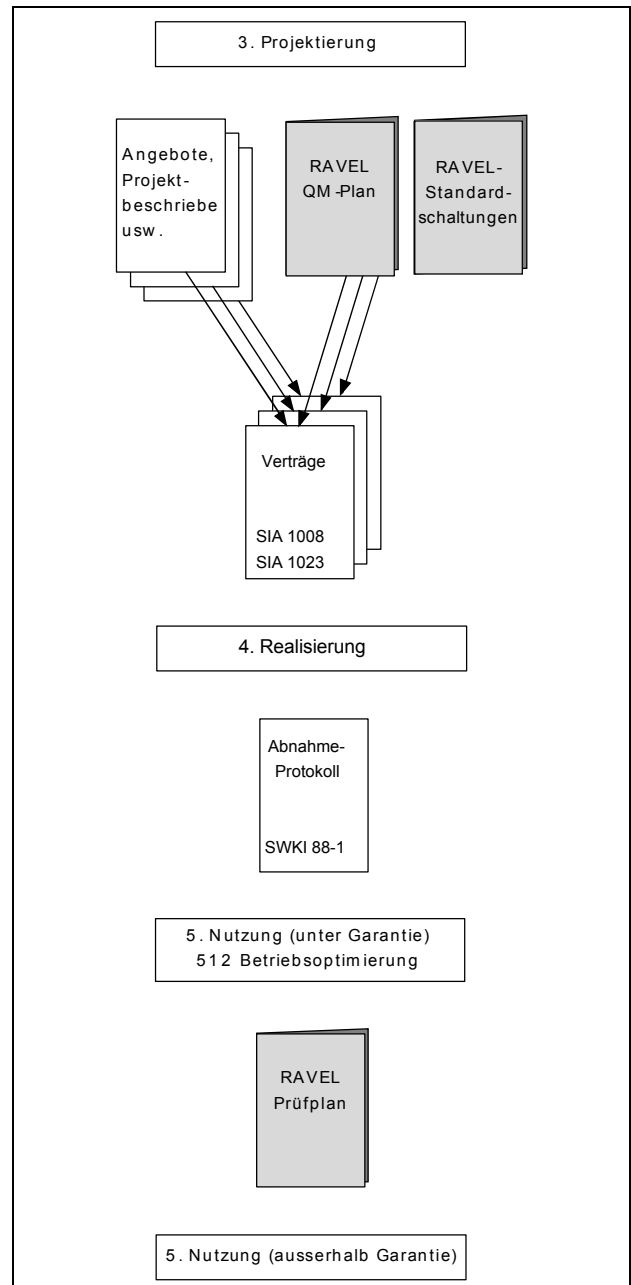


Bild 4: Zur projektbezogenen Qualitätssicherung werden zwei neue Papiere im Planungsablauf gebraucht: der QM-Plan und der Prüfplan. Die Abnahme mit dem SWKI-Abnahmeprotokoll bleibt unverändert.

Oft gehörte Einwände gegen die projektbezogene Qualitätssicherung – und Antworten dazu

Qualitätssicherung ist überflüssig, weil die Qualität heutiger Haustechnikanlagen bereits genügend ist.

Dass dies noch lange nicht der Fall ist, zeigt sich jedesmal dann, wenn einige Fachleute zusammentreffen und ungewollt ins «Plaudern» kommen: Jeder hat so seine Mysterchen, was ihm da kürzlich wieder passiert ist . . .

Projektbezogene Qualitätssicherung ist überflüssig, weil in Zukunft ohnehin alle Unternehmen nach ISO 9000 zertifiziert sein werden.

Ein häufiger Trugschluss ist die Meinung, die Zertifizierung beweise, dass ein Einzelunternehmen die geforderte Qualität des Gesamtsystems sicherstelle. Zertifizierung heisst lediglich, dass ein Unternehmen in seinem Betrieb ein der Norm entsprechendes QM-System eingerichtet hat. Dieses unternehmensbezogene QM-System ist ein wichtiger Baustein und eine hilfreiche Schnittstelle zur projektbezogenen Qualitätssicherung – nicht mehr aber auch nicht weniger.

Die Typenprüfung der wichtigsten Komponenten macht die Qualitätssicherung überflüssig.

Die Typenprüfung stellt sicher, dass die Datenblattangaben des Komponentenherstellers stimmen. Verlässliche Werte sind eine wichtige Grundlage für eine qualitativ hochwertige Planung – sie stellen aber nicht die Qualität der Planung und Ausführung an und für sich sicher.

Die Erstellung eines QM-Plans ist zu aufwendig. In den vorbereiteten RAVEL-QM-Plänen werden lediglich die Planungsgrundlagen – die für eine seriöse Planung so oder so gebraucht werden! – schriftlich festgehalten. Zusätzlich ist nur, dass auch die Verantwortlichkeiten unmissverständlich geregelt werden.

Die Prüfung anhand des Prüfplanes ist zu aufwendig. In den vorbereiteten RAVEL-Prüfplänen wird nur das wirklich Notwendige in jedem Falle geprüft. Die weiteren, oft aufwendigen Prüfungen sind nur notwendig, wenn offensichtliche Mängel auftreten.

Die Instrumentierung ist zu teuer – vor allem Strom- und Wärmezähler bei kleineren Anlagen.

Qualität und Menge des produzierten Produktes sind unstritten die Grundlage jeder Abrechnung: Sowohl für die Stromabrechnung wie für die verbrauchsabhängige Heizkostenabrechnung sind Strom- und Wärmezähler für jede Wohnung heute eine Selbstverständlichkeit. Und für ganze Wärmepumpen- oder Wärmekraftkopplungsanlagen soll dies zu aufwendig sein? Wenn schon, soll doch der Bauherr entscheiden – und nicht der Planer! –, ob er auf die wichtigsten Instrumente der Qualitätssicherung verzichten will!

1.4 Qualitätssicherung ist kostenneutral

«Qualitätssicherung ist viel zu teuer, in der heutigen Wirtschaftslage muss gespart, gespart und nochmals gespart werden!» ist ein oft gehörter Einwand gegen die Qualitätssicherung. Stimmt das?

Nur eine korrekte Betrachtung der Soll- und Habenseite kann diese Frage beantworten.

An zusätzlichen Kosten können entstehen:

- Honorierung der/des Q-Beauftragten
- Kosten für die zusätzliche Instrumentierung
- Kosten für zusätzliche Messungen bei Sanierungen (Energiekennlinien, Heizkurven usw.)

Dem stehen jedoch Kosteneinsparungen gegenüber, die die zusätzlichen Kosten in der Regel mehr als wettmachen:

- Zuverlässigere Planungsgrundlagen und sorgfältigere Auslegung verhindern Kosten für Über-Qualität (keine überdimensionierten Anlagen!)
- Definierte Abläufe bedeuten weniger Leerläufe und damit geringere Kosten
- Bei Fehlern kann das verantwortliche Unternehmen zur Rechenschaft gezogen werden
- Und last but not least: Geringere Betriebskostendank optimalem Betrieb!



Qualitätssicherung ist nicht gratis. Sie darf auch etwas kosten. Aber das Projekt als Ganzes darf nicht teurer werden!

1.5 Antworten auf oft gehörte Einwände gegen Qualitätssicherung

Der am meisten gehörte Einwand gegen die projektbezogene Qualitätssicherung ist sicher die Kostenfrage (Abschnitt 1.4). Daneben tauchen aber auch immer wieder andere Einwände auf. Eine «Sammlung» davon – und entsprechende Antworten darauf – zeigt Kasten 5.

Kasten 5

2. Grundlagen der Qualitätssicherung

2.1 Was ist überhaupt Qualität?

Unternehmen erbringen vielfältige externe Leistungen gegenüber

- dem Kunden (bzw. dem Markt) in Form von Produkten und Dienstleistungen
- der Umwelt durch möglichst emissionsarme Produkte, die sich später auch möglichst problemlos entsorgen lassen sollten
- dem Staat durch Steuerabgaben
- der Gesellschaft durch soziale und kulturelle Leistungen

Hier gilt es klar fassbare Anforderungen in allen Phasen der Leistungserbringung zu definieren.

➡ Qualität erbringen heisst nichts anderes, als festgelegte und vorausgesetzte Erfordernisse möglichst exakt zu erfüllen – nicht zuwenig, aber auch nicht zuviel (vgl. Kasten 6)!

2.2 Normenreihe SN EN ISO 9000 bis 9004

Die Normen im einzelnen

Die Normenreihe SN EN ISO 9000 bis 9004 definiert und beschreibt die Anforderungen an ein Qualitätsmanagementsystem. Dabei bedeuten:

- SN Schweizer Norm
- EN Europäische Norm
- ISO International Standard Organization

Die Norm SN EN ISO 9000 gibt eine Übersicht über den Aufbau eines Qualitätsmanagementsystems, und sie ist ein Leitfaden bezüglich der Anwendung der Normen ISO 9001, ISO 9002 und ISO 9003.

Je nach Art der Leistungserbringung eines Unternehmens kommen die Zertifizierungsnormen SN EN ISO 9001, 9002 oder 9003 zur Anwendung:

- SN EN ISO 9001, wenn ein Unternehmen ein Produkt oder eine Dienstleistung vollumfassend herstellt bzw. erbringt – von der ersten Idee bis zum Kundendienst
- SN EN ISO 9002, wenn ein Unternehmen zwar über eine Produktion und Montage verfügt, aber das Produkt nicht selber entwickelt

Übererfüllung der Qualität heisst oft Nichterfüllung!

In der Praxis wird der Begriff «Qualität» häufig falsch verstanden. Qualität steht dann beispielsweise für:

- So gut wie möglich
- Perfektion
- Hohe Sicherheitsanforderungen
- Präzision

Diese Definitionen sind ungenau oder sogar falsch. Eine anschauliche Definition ist die folgende:

Qualität ist, wenn

$$\text{IST} / \text{SOLL} = 1$$

oder

Qualität ist die Übereinstimmung des Resultats mit den Anforderungen

Dies hat Konsequenzen:

- Erfüllt ein Produkt oder eine Dienstleistung die verlangten Anforderungen nicht, d.h. $\text{IST}/\text{SOLL} < 1$, bedeutet dies bekannterweise nachbessern, erneut kontrollieren . . .
- Aber auch eine Übererfüllung der Anforderungen, d. h. $\text{IST}/\text{SOLL} > 1$, ist immer dann unzweckmässig, wenn daraus eine unnötige Verteuerung erfolgt!

➡ Die Konsequenzen einer Untererfüllung sind allgemein bekannt. Die Konsequenzen einer Übererfüllung werden aber oft übersehen. Hier kann sich nämlich in aller Härte die Frage stellen, ob eine unnötige Verteuerung vorliegt, und falls ja, wer die Kosten zu tragen hat.

Kasten 6

Literaturhinweise



SN EN ISO 9000: Normen zum Qualitätsmanagement und zur Qualitätssicherung/QM-Darlegung

- Teil 1: Leitfaden zur Auswahl und Anwendung (ISO 9000-1 : 1994)
- Teil 2: Allgemeiner Leitfaden zur Anwendung von ISO 9001, ISO 9002 und ISO 9003 (ISO 9000-2 : 1993)
- Teil 3: Leitfaden für die Anwendung von ISO 9001 auf die Entwicklung, Lieferung und Wartung von Software (ISO 9000-3 : 1991)
- Teil 4: Leitfaden zum Management von Zuverlässigkeitsprogrammen (ISO 9000-4 : 1993)



SN EN ISO 9001: Qualitätsmanagementsysteme – Modell zur Qualitätssicherung/QM-Darlegung in Design, Entwicklung, Produktion, Montage und Wartung (ISO 9001 : 1994)



SN EN ISO 9002: Qualitätsmanagementsysteme – Modell zur Qualitätssicherung/QM-Darlegung in Produktion, Montage und Wartung (ISO 9002 : 1994)



SN EN ISO 9003: Qualitätsmanagementsysteme – Modell zur Qualitätssicherung/QM-Darlegung bei der Endprüfung (ISO 9003 : 1994)



SN EN ISO 9004: Qualitätsmanagement und Elemente eines Qualitätsmanagementsystems

- Teil 1: Leitfaden (ISO 9004-1 : 1994)
- Teil 2: Leitfaden für Dienstleistungen (ISO 9004-2 : 1991)
- Teil 3: Leitfaden für verfahrenstechnische Produkte (ISO 9004-3 : 1993)
- Teil 4: Leitfaden für Qualitätsverbesserung (ISO 9004-4 : 1993)



SN EN ISO 8402: Qualitätsmanagement – Begriffe (ISO 8402 : 1994)

Bezugsquelle: Schweizerische Normen-Vereinigung (SNV), Mühlebachstrasse 54, 8008 Zürich



SIA-Merkblatt 2007: Qualitätssicherung im Bauwesen – Beitrag zur Interpretation der Normen ISO 9000-9004 (Januar 1994)

Bezugsquelle: Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein (SIA), Postfach, 8039 Zürich

- SN EN ISO 9003, wenn ein Unternehmen als Zulieferer Produkte herstellt, die einer Endprüfung unterzogen werden

Die Norm SN EN ISO 9004 gibt schliesslich Erläuterungen zu einzelnen Problemen der Normenreihe.

Schliesslich muss noch die Norm SN EN ISO 8402 erwähnt werden. Darin werden die Begriffe definiert.

Die 20 Kapitel der Norm

Die Normen wurden bzw. werden in zwei Schritten revidiert:

- Der erste Schritt, eine «sanfte» Revision, hat bereits im Herbst 1994 stattgefunden
- Der zweite Schritt, eine gesamthafte Überarbeitung, ist in etwa fünf Jahren zu erwarten

Bei den in Kasten 7 aufgeführten Normen handelt es sich vorwiegend um die revidierten Versionen vom Herbst 1994. Darin sind die drei Modelle SN EN ISO 9001 bis 9003 jeweils in die gleichen 20 Kapitel gegliedert, wobei «fehlende» Kapitel bei 9002 und 9003 trotzdem mitgezählt werden. Diese 20 Kapitel – Kasten 8 zeigt sie in der Übersicht – bilden die Grundlage für die Systematisierung der Dokumente des Qualitätsmanagements.

SIA-Merkblatt 2007

Der Schweizerische Ingenieur- und Architekten-Verein (SIA) hat mit seinem Merkblatt 2007 (Kasten 7) eine Interpretation der Normen aus der Sicht der Baubranche vorgenommen. Anhand der bekannten 20 Kapitel (Kasten 8) werden darin die Bedeutung der Normen für Bauherren, Planer(innen), Bauleiter(innen) und Ausführer erläutert. Dabei gilt es zu beachten, dass das Merkblatt auf den damals gültigen, noch nicht revidierten Normen beruht. Es soll demnächst überarbeitet werden.

2.3 Definition der Begriffe

Qualität

ISO 8402 : 1994: «Gesamtheit von Merkmalen (und Merkmalswerten) einer Einheit bezüglich ihrer Eignung, festgelegte und vorausgesetzte Erfordernisse zu erfüllen.»

Qualitätspolitik

ISO 8402 : 1994: «Umfassende Absichten und Zielsetzungen einer Organisation zur Qualität, wie sie durch die oberste Leitung formell ausgedrückt wird.»

Qualitätsmanagement QM

ISO 8402 : 1994: «Alle Tätigkeiten des Gesamtmanagements, die im Rahmen des QM-Systems die Qualitätspolitik, die Ziele und Verantwortungen festlegen sowie diese durch Mittel wie Qualitätsplanung, Qualitätslenkung, Qualitätssicherung/QM-Darlegung und Qualitätsverbesserung verwirklichen.» (Siehe auch Kasten 9!)

Qualitätssicherung/QM-Darlegung

ISO 8402 : 1994: «Alle geplanten und systematischen Tätigkeiten, die innerhalb des QM-Systems verwirklicht sind, und die wie erforderlich dargelegt werden, um angemessenes Vertrauen zu schaffen, dass eine Einheit die Qualitätsforderung erfüllen wird.» (Siehe auch Kasten 9!)

Qualitätsmanagementsystem (kurz: QM-System)

ISO 8402 : 1994: «Zur Verwirklichung des Qualitätsmanagements erforderliche Organisationsstruktur, Verfahren, Prozesse und Mittel.»

Oberste Leitung

ISO 9001 : 1994 (Abschnitt 4.1.1): «Die oberste Leitung des Lieferanten muss ihre Qualitätspolitik, eingeschlossen ihre Zielsetzungen und ihre Verpflichtung zur Qualität, festlegen und dokumentieren.»

Q-Beauftragte(r)

ISO 9001 : 1994 (Abschnitt 4.1.2.3): «Die oberste Leitung des Lieferanten muss ein Mitglied des lieferanteneigenen Führungskreises benennen, das – abgesehen von anderen Verantwortlichkeiten – die festgelegte Befugnis besitzt, um

- a) sicherzustellen, dass ein QM-System festgelegt, verwirklicht und aufrechterhalten ist in Übereinstimmung mit dieser Internationalen Norm,
- b) der Leitung des Lieferanten einen Überblick über die Leistung des QM-Systems als Grundlage für dessen Verbesserung zu geben.»

Die 20 Kapitel der Norm

1. Verantwortung der obersten Leitung
2. Qualitätsmanagementsystem
3. Vertragsprüfung
4. Designlenkung [nur 9001]
5. Lenkung der Dokumente und Daten
6. Beschaffung [nur 9001 und 9002]
7. Lenkung der vom Kunden beigestellten Produkte
8. Kennzeichnung und Rückverfolgbarkeit von Produkten
9. Prozesslenkung [nur 9001 und 9002]
10. Prüfungen
11. Prüfmittelüberwachung
12. Prüfstatus
13. Lenkung fehlerhafter Produkte
14. Korrektur- und Vorbeugungsmassnahmen
15. Handhabung, Lagerung, Verpackung, Konservierung und Versand
16. Lenkung von Qualitätsaufzeichnungen
17. Interne Qualitätsaudits
18. Schulung
19. Wartung [nur 9001 und 9002]
20. Statistische Methoden

Kasten 8

Oberbegriff – Qualitätssicherung oder Qualitätsmanagement?

Der Begriff «Qualitätssicherung» wurde bisher als Oberbegriff verwendet. Der internationalen Entwicklung folgend, wurde nun mit der Revision der Normen vom Herbst 1994 der Oberbegriff «Qualitätssicherung» durch den Oberbegriff «Qualitätsmanagement» ersetzt.



In diesem Buch wird als Oberbegriff weiterhin der gut eingeführte Begriff «Qualitätssicherung» verwendet. Insbesondere auch deshalb, weil sich zur neuen Definition keine Widersprüche ergeben. Alle anderen Begriffe werden entsprechend den revidierten Normen oder den heutigen Usancen entsprechend verwendet.

Kasten 9

Akkreditierte Zertifizierungsstellen für QM-Systeme in der Schweiz

Bureau Veritas Quality International (BVQI)
Postfach 2280, Badenerstrasse 780, 8048 Zürich

Det Norske Veritas
Querstrasse 4, 8304 Wallisellen

Schweizerische Vereinigung für Qualitätssicherungs-Zertifikate (SQS)
Industriestrasse 1, 3052 Zollikofen

SGS International Certification Services AG
Pfingstweidstrasse 30, 8005 Zürich

TÜV (Schweiz) AG
Allmendstrasse 86, 3602 Thun

Kasten 10

QM-Handbuch

ISO 9001 : 1994 (Abschnitt 4.2.1): «Der Lieferant muss ein Qualitätsmanagement-Handbuch (nachfolgend „QM-Handbuch“) erstellen, das die Forderungen dieser Internationalen Norm behandelt. Das QM-Handbuch muss die Verfahrensanweisungen enthalten oder auf sie verweisen sowie die Struktur der Dokumentation des QM-Systems skizzieren.»

QM-Plan

ISO 9004-1 : 1994 (Abschnitt 5.3.3): «[Der QM-Plan soll] sicherstellen, dass Qualitätsforderungen an ein Produkt, Projekt oder einen Vertrag erfüllt werden. Ein QM-Plan kann Teil eines grösseren Gesamtplans sein. QM-Pläne sollen festlegen [etwas gekürzt]:

- a) die zu erreichenden Qualitätsziele;
- b) diejenigen Schritte im Prozess, welche die Ausführungspraxis der Organisation ausmachen;
- c) die spezielle Zuordnung der Verantwortungen, Befugnisse und Mittel während der verschiedenen Phasen des Projekts;
- d) die anzuwendenden spezifischen Verfahrens- und Arbeitsanweisungen;
- e) geeignete Programme für Qualitätsprüfungen;
- f) eine Verfahrensanweisung für Änderungen und Modifikation eines QM-Plans entsprechend dem Projektablauf;
- g) eine Methode zur Messung des Erreichens der Qualitätsziele;
- h) andere Massnahmen, die zum Erreichen der Ziele nötig sind.»

2.4 Typenprüfung

Eine Form der Qualitätssicherung wird in der Haustechnik bereits seit längerer Zeit betrieben: die Prüfung von Warenmustern durch eine unabhängige Stelle. Beispiele dafür sind:

- Die Typenprüfung von Heizkesseln und Zerstäubungsbrennern durch die Eidgenössische Materialprüfungsanstalt in Dübendorf (EMPA)
- Die Prüfung von Wärmepumpen nach EN 255 durch das Wärmepumpentestzentrum Winterthur-Töss

Die Verwendung von geprüften Produkten gibt der Planerin und dem Planer die Gewähr, dass die Datenblattangaben des Herstellers stimmen.

2.5 Unternehmensbezogene Qualitätssicherung

Wenn heute von Qualitätssicherung gesprochen wird, meint man praktisch ausschliesslich die unternehmensbezogene Qualitätssicherung. Deshalb sind darüber bereits vielfältige Informationen vorhanden, so dass hier eine Beschreibung der wichtigsten Abläufe genügt.

Akkreditierung

In der Schweiz akkreditiert das Eidgenössische Amt für Messwesen (EAM) in Wabern bei Bern. Akkreditierte Zertifizierungsstellen sind berechtigt, Unternehmen aufgrund der internationalen Normen SN EN ISO 9001 bis 9003 zu beurteilen und zu zertifizieren. Kasten 10 zeigt die in der Schweiz akkreditierten Zertifizierungsstellen. Es wird empfohlen, nur akkreditierte Stellen beizuziehen.

Zertifizierung

Ein zertifiziertes Unternehmen hat bewiesen, dass sein QM-System die Norm SN EN ISO 9001, 9002 oder 9003 erfüllt. Was die Zertifizierung einem Haustechnikunternehmen bringt, zeigt Kasten 11. Für kleinere und mittlere Unternehmen lohnt sich ein Zusammenschluss gleichartiger Unternehmen und der Beizug eines gemeinsamen externen Beraters. So bieten beispielsweise auch Verbände ihren Mitgliedern diesbezügliche Unterstützung an.

Das QM-Handbuch – die «Verfassung» des QM-Systems

Ein Staat legt in seiner Verfassung fest, welches seine politischen Ziele sind und wie diese erreicht werden sollen. Ein Unternehmen legt im QM-Handbuch dar (genaue Definition siehe Abschnitt 2.3), welches seine Qualitätspolitik ist und wie es diese zu Verwirklichen beabsichtigt. Das QM-Handbuch ist also das wichtigste Dokument des QM-Systems!

Ist die Zertifizierung ein Muss?

Fachverbände und institutionelle Bauherren haben sich zwecks harmonisierter Einführung des Qualitätsmanagements im Bauwesen zu einer QS-Plattform zusammengeschlossen (das Sekretariat wird vom SIA-Generalsekretariat geführt). Eine Zertifizierung der in der Baubranche tätigen Unternehmen ist nach den Grundsätzen

Was nutzt die Zertifizierung einem Haustechnik-Unternehmen?

Für eine Haustechnik-Unternehmung (z.B. Planungsbüro, Installationsfirma, Komponentenhersteller) bietet eine Zertifizierung – insbesondere auch der Weg dazu – wesentliche Vorteile:

Nach aussen:

- Das Unternehmen ist den Umgang mit QM-Systemen gewohnt, die Schnittstellen zur projektbezogenen Qualitätssicherung sind klar geregelt und Q-Verbindungen werden durch interne Prüfungen zum Vorneherein sichergestellt
- Verbesserte Wettbewerbsfähigkeit (PR-Vorteile)
- Gegebenenfalls bessere Voraussetzungen für den internationalen Markt

Nach innen:

- Geregelter Strukturen und Arbeitsabläufe erhöhen die Produktivität
- Interne Schwachstellen und Risiken (z.B. durch Produkthaftung) werden erkannt und eliminiert
- Kosten der «Unqualität» werden markant gesenkt
- Motivation der Mitarbeiter durch Schulung und Einbezug bei der Einführung des QM-Systems
- Externe Prüfungen fallen möglicherweise weg

Kasten 11

Projektbezogenen Qualitätssicherung in der Baubranche

Bei der Schlussredaktion dieses Buchs (Ende 1995) sind zwar verschiedene Aktivitäten zum Thema «projektbezogene Qualitätssicherung in der Baubranche» in Gang gesetzt worden, aber klare Aussagen dazu liegen noch kaum vor. Verfügbare Dokumente sind:



SIA-Merkblatt 2007. Qualitätssicherung im Bauwesen – Beitrag zur Interpretation der Normen ISO 9000-9004 (Januar 1994).



QS-Plattform Grundsätze des Qualitätsmanagements im Schweizer Bauwesen In: Schweizer Ingenieur und Architekt Nr. 24 vom 8. Juni 1995.



Im vorliegenden Buch geht es um einschwerpunkt-mässige projektbezogene Qualitätssicherung für Haus-technikanlagen die aufgrund von Risikoanalysen besonders gefährdet sind. Die nachfolgenden Ausführungen basieren auf folgenden Grundsätzen:

- Der Bauherr wird geschützt
- Der Bauherr entscheidet, ob ein unabhängiger Q-Beauftragter oder der Gesamtplaner selbst die qualitätsichernden Massnahmen festlegt und prüft
- Die Qualitätsziele werden in einem einzigen Dokument (QM-Plan) in Form von überprüfbaren Kennzahlen und sonstigen Anforderungen festgelegt

Kasten 12

Vertrauen schaffen!

Für viele tönt das, was in diesem Kapitel geschrieben wurde, möglicherweise nach vermehrter Reglementierung und Kontrolle. Dieser Eindruck wäre jedoch falsch.



In erster Linie geht es darum, qualitativ bessere Anlagen zu erhalten. Dies soll vor allem dadurch erreicht werden, dass Vertrauen geschaffen wird, durch die Erkenntnis aller Beteiligten, dass festgelegte Anforderungen – dank projektbezogener Qualitätssicherung – regelmässig erfüllt werden.

Dazu muss aber zuerst einmal allen Beteiligten klar sein, dass QM-Pläne dazu da sind, dass jeder unmissverständlich weiss, wie die projektierte Anlage zu funktionieren hat, welche Verantwortung er in diesem Projekt trägt, welches seine Partner sind und an wen er sich zu wenden hat, wenn einmal etwas nicht klappt.

Aber: Wenn dabei «schwarze Schafe» unter den Unternehmen auf der Strecke bleiben, ist dies durchaus beabsichtigt!

Kasten 13

der QS-Plattform (vgl. Kasten 12) kein Muss. Es werden drei Anforderungsstufen unterschieden:

- Unternehmen ohne QM-System, die aber die Ordnungen, Normen und Richtlinien der Standesorganisationen konsequent anwenden
- Unternehmen mit nicht zertifiziertem QM-System
- Unternehmen mit zertifiziertem QM-System

2.6 Projektbezogene Qualitätssicherung

Ein Bauherr und verschiedene Haustechnik-Unternehmen sind in ein bestimmtes Projekt nur während einer bestimmten Zeit involviert. Hier sind deshalb spezielle projektbezogene Massnahmen zur Qualitätssicherung von Bedeutung.

Der QM-Plan – die «Gesetzgebung» für ein bestimmtes Projekt

Wenn das QM-Handbuch gewissermassen die «Verfassung» eines QM-Systems ist, so könnte der QM-Plan als «Gesetzgebung» für ein bestimmtes Projekt bezeichnet werden. Im QM-Plan werden Qualitätsziele, Verantwortlichkeiten, Messmethoden usw. festgelegt (genaue Definition siehe Abschnitt 2.3). Der QM-Plan ist das wichtigste Dokument der projektbezogenen Qualitätssicherung. Er ist auf die Zeitdauer des Projektes beschränkt. Grössere und komplexere Projekte können durch mehrere QM-Pläne beschrieben werden. Wenn die Nichteinhaltung der Qualitätsziele auch im Streitfall durchgesetzt werden soll, ist es notwendig, den QM-Plan vertraglich abzusichern. Der Streitfall sollte möglichst vermieden werden (Kasten 13).

Besonderheiten der Haustechnik

Die Haustechnik weist einige Besonderheiten auf, die es speziell zu beachten gilt:

- Der Bauherr verfügt in der Regel über kein QM-System – schon gar kein zertifiziertes!
- Wer ist die oberste Leitung: der Bauherr? der Architekt? der Planer? eine Baukommission?
- Die Rolle eines unabhängigen Q-Verantwortlichen ist in der Haustechnik so gut wie unbekannt
- Der QM-Plan hat Schnittstellen sowohl zu zertifizierten wie zu nicht zertifizierten Unternehmen

3. Planungsablauf mit projektbezogener Qualitätssicherung

3.1 Mängel im Planungsablauf

Etwas ist faul im Planungsablauf . . .

. . . das ist heute eine kaum mehr bestrittene Tatsache: Viele Haustechnikanlagen arbeiten nicht so, wie man sich das bei der Planung eigentlich vorgestellt hatte! Dies ist einerseits ein immer wieder unter Fachleuten heiss diskutiertes Thema. Andererseits belegen dies auch einige jüngere Untersuchungen¹.

Der Bauherr muss deshalb entscheiden . . .

. . . ob er die allseits bekannten Mängel im Planungsablauf in Kauf nehmen will, oder ob er bereit ist, eine projektbezogene Qualitätssicherung mit angepasster Instrumentierung einzurichten (vgl. Kasten 14).

3.2 Projektbezogene Qualitätssicherung – Ausgangslage

SN EN ISO 9000...9004

Die Norm sagt, wie eine unternehmensbezogene Qualitätssicherung realisiert wird. Zur projektbezogenen Qualitätssicherung sagt sie nur wenig aus. Das Wichtigste ist die Definition des QM-Plans als Hauptdokument der projektbezogenen Qualitätssicherung (vgl. Kapitel 2).

SIA-Merkblatt 2007

Das SIA-Merkblatt 2007 wird in der Interpretation der Norm schon etwas deutlicher: Jedes der beteiligten Unternehmen erstellt einen eigenen QM-Plan, und zwischen den QM-Plänen erfolgt eine «Verknüpfung durch Q-Anforderungen, geregelt in Q-Vereinbarungen» (Bild 15). Da das Merkblatt demnächst überarbeitet werden soll, ist eine abschliessende Aussage leider nicht möglich.

Was wurde bisher getan? – Was ist zu tun?

Für die Qualitätssicherung bei einzelnen Unternehmen wurde bereits einiges getan: Viele Komponentenhersteller und auch einige planende und ausführende Unternehmen haben heute zertifizierte QM-Systeme.

Daneben gibt es heute für manche Komponenten eine Typenprüfung (z. B. für Heizkessel, Ölbrenner und Wasserpumpenprüfung nach EN 255). Damit soll sichergestellt werden, dass die Daten auf dem Datenblatt, mit denen die Anlage ausgelegt wird, auch tatsächlich im Betrieb realisiert werden können.



Die Zertifizierung der Unternehmen und die Typenprüfung der Komponenten genügt nicht für eine umfassende Qualitätssicherung. Auch die fachgerechte Auslegung und Einbindung der Komponenten muss gewährleistet sein, da praktisch jede Haustechnikanlage ein Unikat ist. Was wir deshalb brauchen, ist eine projektbezogene Qualitätssicherung!

Kasten 14

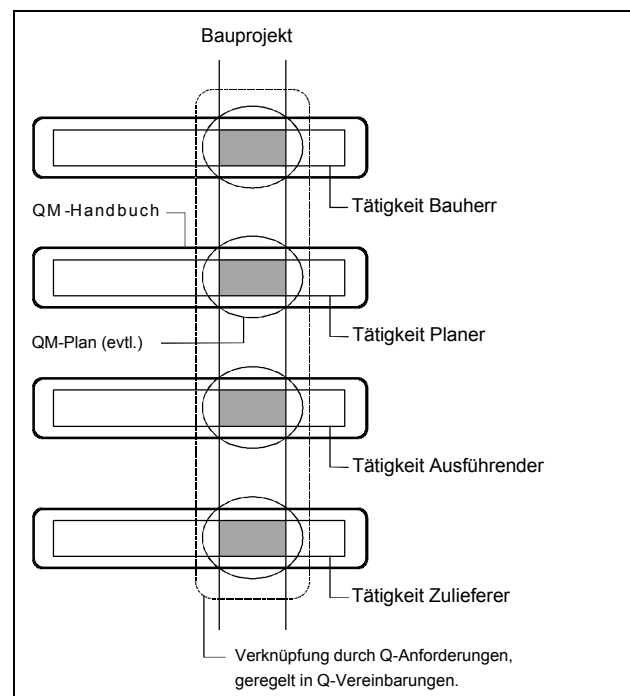


Bild 15: Projektbezogene Qualitätssicherung gemäss SIA-Merkblatt 2007

¹ Ruedi Bühler und Hans Mayer: Betriebsoptimierung und Erfolgskontrolle von Wärmepumpen- und Wärmekraftkopplungsanlagen. Bern: Impulsprogramm RAVEL, Bundesamt für Konjunkturfürfragen, 1994. (Bezugsquelle: EDMZ, 3000 Bern, Bestell-Nummer 724.397.31.57d)
Urs Steinemann et al.: Die Bedeutung organisatorischer Fragen für die Planung energetisch guter Gebäude und Haustechnikanlagen. Bern: Impulsprogramm RAVEL, Bundesamt für Konjunkturfürfragen, 1993. (Bezugsquelle: EDMZ, 3000 Bern, Bestell-Nummer 724.397.41.57d)

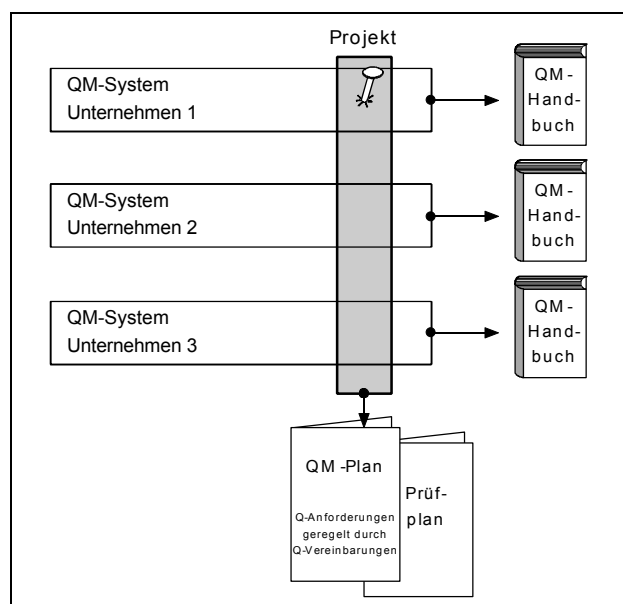


Bild 16: Das wichtigste Dokument der unternehmensbezogenen Qualitätssicherung ist das QM-Handbuch und dasjenige der projektbezogenen der QM-Plan.

Zertifiziertes Unternehmen HEUTE	Bauherr HEUTE	«Unternehmen Bauherr» MORGEN
Das Unternehmen hat ein zertifiziertes QM-System	Kein QM-System vorhanden	Der private Bauherr wird weiterhin über kein zertifiziertes QM-System verfügen
Im QM-Handbuch wird die Qualitätspolitik des Unternehmens dokumentiert	Es sind keine oder nur unvollständige Qualitätsziele definiert	Im QM-Plan werden Q-Anforderungen durch Q-Vereinbarungen geregelt
Die oberste Leitung legt die Qualitätspolitik fest	Wer ist die oberste Leitung: Bauherr? Architekt? Planer? Baukommission?	Die oberste Leitung bestimmt die qualitätssichernden Massnahmen
Der Q-Beauftragte realisiert die Qualitätspolitik	Die Rolle eines unabhängigen Q-Verantwortlichen ist unbekannt	Der Q-Beauftragte auf Zeit realisiert die qualitätssichernden Massnahmen
Klare Zielsetzung: Das Unternehmen stellt als Lieferant den Kunden zufrieden	Dem Bauherrn ist weitgehend unbekannt, was er für Q-Anforderungen stellen kann	Klare Zielsetzung: Der Bauherr stellt als Kunde seinen Lieferanten Q-Anforderungen

Tabelle 17: Unterschiede zwischen einem zertifizierten QM-System eines Unternehmens und einem zeitlich befristeten QM-System für das «Unternehmen Bauherr»

➔ Für Haustechnikprojekte der vorliegenden Grössenordnung wären mehrere QM-Pläne viel zu kompliziert. Die notwendige Akzeptanz kann nur mit einem einzigsten QM-Plan für alle am Haustechnikprojekt Beteiligten erwartet werden (Bild 16).

Wer realisiert die qualitätssichernden Massnahmen?

Bild 15 zeigt, dass die Unternehmensebenen auch den Bauherrn einschliessen. Die QS-Plattform schreibt dazu²: «Den Bauherren kommt bei der Einführung des QM eine zentrale Bedeutung zu. Verfügt ein Bauherr nicht über eine professionelle Organisation, so übernimmt der Gesamtleiter an deren Stelle diese Funktion.» Wenn also bei einem Haustechnikprojekt der Planer Gesamtleiter ist, wäre dieser auch gleichzeitig der Q-Beauftragte («Nagel» in Bild 16).

➔ Es wäre voreilig, die Realisierung der qualitätssichernden Massnahmen zum Vorneherein dem Planer oder der Planerin zu überlassen. Hier gilt es insbesondere zu bedenken, dass Planungsmängel ein nicht zu unterschätzendes Risiko darstellen.

Wer soll geschützt werden?

Je nach Standpunkt dürfte die Antwort unterschiedlich ausfallen: Interessenvertreter der Planerseite möchten selbstverständlich den Planer schützen, Vertreter der Herstellerseite die Hersteller usw.

➔ Eine unvoreingenommene Betrachtung zeigt, dass doch wohl in erster Linie der Bauherr geschützt werden soll. Folgerichtig soll deshalb der Bauherr entscheiden, welche qualitätssichernden Massnahmen ergriffen werden und wer diese realisiert.

3.3 «Unternehmen Bauherr»

Aufgrund der geschilderten Ausgangslage ist es sinnvoll, die projektbezogene Qualitätssicherung von einem fiktiven «Unternehmen Bauherr» aus zu betrachten (Tabelle

² Grundsätze des Qualitätsmanagements im Schweizer Bauwesen. In: Schweizer Ingenieur und Architekt Nr. 24 vom 8.6.95.

17) – dies auch dann, wenn der Bauherr «nur» ein Einfamilienhausbesitzer ist.

Ein zeitlich begrenztes QM-System

Zur Einrichtung eines zeitlich begrenzten QM-Systems für das fiktive «Unternehmen Bauherr» sind drei Schritte notwendig:

1. Es muss definiert werden, wer die oberste Leitung für das Projekt ist. Die oberste Leitung bestimmt, welche qualitätssichernden Massnahmen ergriffen werden.
2. Der/die Q-Beauftragte für das Projekt muss bestimmt werden. Er/sie ist Mitglied der obersten Leitung und verantwortlich für die Realisierung der qualitätssichernden Massnahmen.
3. Als wichtigste qualitätssichernde Massnahme muss der QM-Plan in Zusammenarbeit mit den beteiligten Unternehmen erstellt werden. Dieser kann zum Bestandteil der Verträge mit den Unternehmen erklärt werden.

Das Ganze tönt viel komplizierter, als es in den meisten Fällen ist: Oft wird es sich um ein Einzelprojekt handeln, für das ein «pfannenfertiger» RAVEL-QM-Plan mit Prüfplan vorliegt.

Wer ist oberste Leitung, wer Q-Beauftragter?

Je nach Grösse und Komplexität des Projektes, ergeben sich unterschiedliche Möglichkeiten:

- In einfachsten Fall ist der Bauherr in Personalunion gleichzeitig Bauherr, oberste Leitung und Q-Beauftragter (Beispiel 1 in Kasten 18)
- Eine Personalunion von Planer und Q-Beauftragtem ist nur möglich, wenn es dem Planer gelingt, gegenüber dem Bauherrn das notwendige Vertrauen in ein planungsseitiges QM-System zu schaffen (Beispiel 2 in Kasten 19)
- Ein unabhängiger Q-Beauftragter ist die sicherste Lösung (Beispiel 3 in Kasten 20)

Welche Verantwortung trägt der Q-Beauftragte?

In erster Linie ist der/die Q-Beauftragte für die fachgerechte Realisierung der qualitätssichernden Massnahmen verantwortlich, insbesondere für die Beurteilung, ob die Q-Anforderungen den «anerkannten Regeln der Technik» entsprechen (Kapitel 4). Für die Übernahme weitergehender Verantwortlichkeiten ist er/sie in der Doppelfunktion als Q-Beauftragte(r) und Unternehmen aufzuführen.



Beispiel 1

Projekt: Erdwärmesonden-Wärmepumpe in einem bestehendem Einfamilienhaus mit Fussbodenheizung

Beschrieb: RAVEL-Standardschaltung WP-01

QM-Plan: «Pfannenfertiger» RAVEL-QM-Plan für eine Wärmepumpenanlage (inkl. Prüfplan)

Oberste Leitung: Bauherr

Q-Beauftragter: Bauherr mit fachlicher Beratung durch Infoenergie, kantonale Energiefachstelle usw.

Unternehmen: Heizungsinstallateur (inkl. Planung), WP-Lieferant, Erdsonden-Bohrfirma, Elektroinstallateur

Kommentar: Praktikable Lösung für einen technisch interessierten Bauherrn.

Kasten 18



Beispiel 2

Projekt: Aussenluft-Wärmepumpe, Heizkessel und Wassserwärmer in einem bestehenden Mehrfamilienhaus

Beschrieb: RAVEL-Standardschaltungsmodul WP-09, WW-02, WN-01

QM-Plan: «Pfannenfertiger» RAVEL-QM-Plan für eine Wärmepumpenanlage (inkl. Prüfplan)

Oberste Leitung: Bauherr, Heizungsplaner

Q-Beauftragter: Heizungsplaner

Unternehmen: Heizungsplaner, Heizungsinstallateur, WP-Lieferant, Elektroinstallateur

Kommentar: Der Heizungsplaner kontrolliert sich in der Doppelrolle als Q-Beauftragter und Unternehmer weitgehend selbst. Diese Lösung ist nur möglich, wenn es dem Heizungsplaner gelingt, gegenüber dem Bauherrn glaubhaft darzulegen, dass er dem planungsseitigen QM-System vertrauen kann (QM-Datengrundlage).

Kasten 19



Beispiel 3

Projekt: Blockheizkraftwerk, Spitzenkessel und Wasserpumpe in einem Gewerbezentrum
 Beschrieb: RAVEL-Standardschaltungsmodule WKK-01, WW-02 und WN-02
 QM-Plan: «Pfannenfertiger» RAVEL-QM-Plan für eine Wärmekraftkopplungsanlage (inkl. Prüfplan)
 Oberste Leitung: Baukommission, Q-Beauftragter
 Q-Beauftragter: Unabhängiger Energieplaner
 Unternehmen: Haustechnikplaner, Heizungsinstallateur, Elektroinstallateur, BHKW-Lieferant, Akustiker usw.
 Kommentar: Bei grösseren Vorhaben die beste Lösung. Die Unabhängigkeit des Q-Beauftragten ist gewährleistet.

Kasten 20

Grundsätzliches zum QS-Modell von RAVEL

1. In erster Linie soll der Bauherr geschützt werden.
2. Schwerpunktässig soll die Qualität besonders risikoreicher Haustechnikprojekte sichergestellt werden.
3. Qualität bedeutet, dass die gestellten Q-Anforderungen im Betrieb dauerhaft erfüllt werden. Die Q-Anforderungen sind aufgrund der «anerkannten Regeln der Technik» festzulegen (Kapitel 4).
4. Pro Projekt werden in einem einzigen QM-Plan für alle Beteiligten die Q-Anforderungen festgelegt und durch Q-Vereinbarungen geregelt.
5. Bewährte Planungsabläufe – insbesondere die Abnahme (SIA 118, Art. 157-164) – bleiben unangetastet.
6. Ob die im QM-Plan festgelegten Q-Anforderungen eingehalten wurden, wird nach der Betriebsoptimierung, anlässlich der Schlussprüfung (SIA 118, Art. 177), kurz vor Ablauf der Garantiefrist mit Hilfe des Prüfplans geprüft.
7. Das QS-Modell ist völlig offen. Allein der Bauherr entscheidet über die folgenden Fragen:
 - Werden die qualitätssichernden Massnahmen durch einen unabhängigen Q-Beauftragten oder durch den Gesamtplaner realisiert?
 - Ist der QM-Plan bloss ein Arbeitspapier oder werden die Q-Vereinbarungen auch vertraglich abgesichert?

Kasten 21

Das letzte Wort in Sachen «Qualitätssicherung» ist noch nicht gesprochen!

Das Thema «Qualitätssicherung» wird noch einige Zeit zu reden geben. Das letzte Wort ist noch lange nicht gesprochen. Deshalb wurde versucht, das QS-Modell von RAVEL möglichst offen zu gestalten (Kasten 21).

3.4 Der Planungsablauf im einzelnen

Der generelle Planungsablauf und die Verantwortlichkeiten sind in Bild 22 dargestellt. Es wird von einem Haustechnikprojekt ohne grössere bauliche Arbeiten ausgegangen. Sub-Planer(innen) und Architekt(in) sind im Ablaufschema nicht aufgeführt. Bei Bedarf sind diese zwischen «Planer(in)» und «Ausführende Unternehmen» sinngemäss einzufügen.

Phase 1 und 2 «Strategische Planung» und «Vorstudien»: Einrichtung des QM-Systems

Möglichst frühzeitig im Planungsablauf müssen die Bedürfnisse des Bauherrn definiert und das zeitlich befristete QM-System eingerichtet werden.

Phase 3 «Projektierung»: RAVEL-QM-Plan

Nach dem Variantenstudium wird der Entscheid für das definitive Projekt gefällt. Nun können die projektbezogenen Qualitätsziele definiert und der Ingenieurvertrag für die Planung abgeschlossen werden. Aufgabe des Q-Beauftragten ist es nun, dafür zu sorgen, dass am Ende der Projektierungsphase ein QM-Plan vorliegt, dessen Q-Anforderungen den «anerkannten Regeln der Technik» genügen (Kapitel 4) und diese unmissverständlich durch entsprechende Q-Vereinbarungen geregelt sind. Ob die Q-Vereinbarungen auch juristisch abgesichert werden, muss der Bauherr entscheiden (Kapitel 7).

Phase 4 «Realisierung»: Festhalten am Bewährten, neue Prüfungen nur nach Bedarf

Die Qualitätssicherung in dieser Phase folgt weitgehend der bisherigen Praxis:

- Die ausführenden Unternehmen lenken und prüfen die Qualität der Komponenten

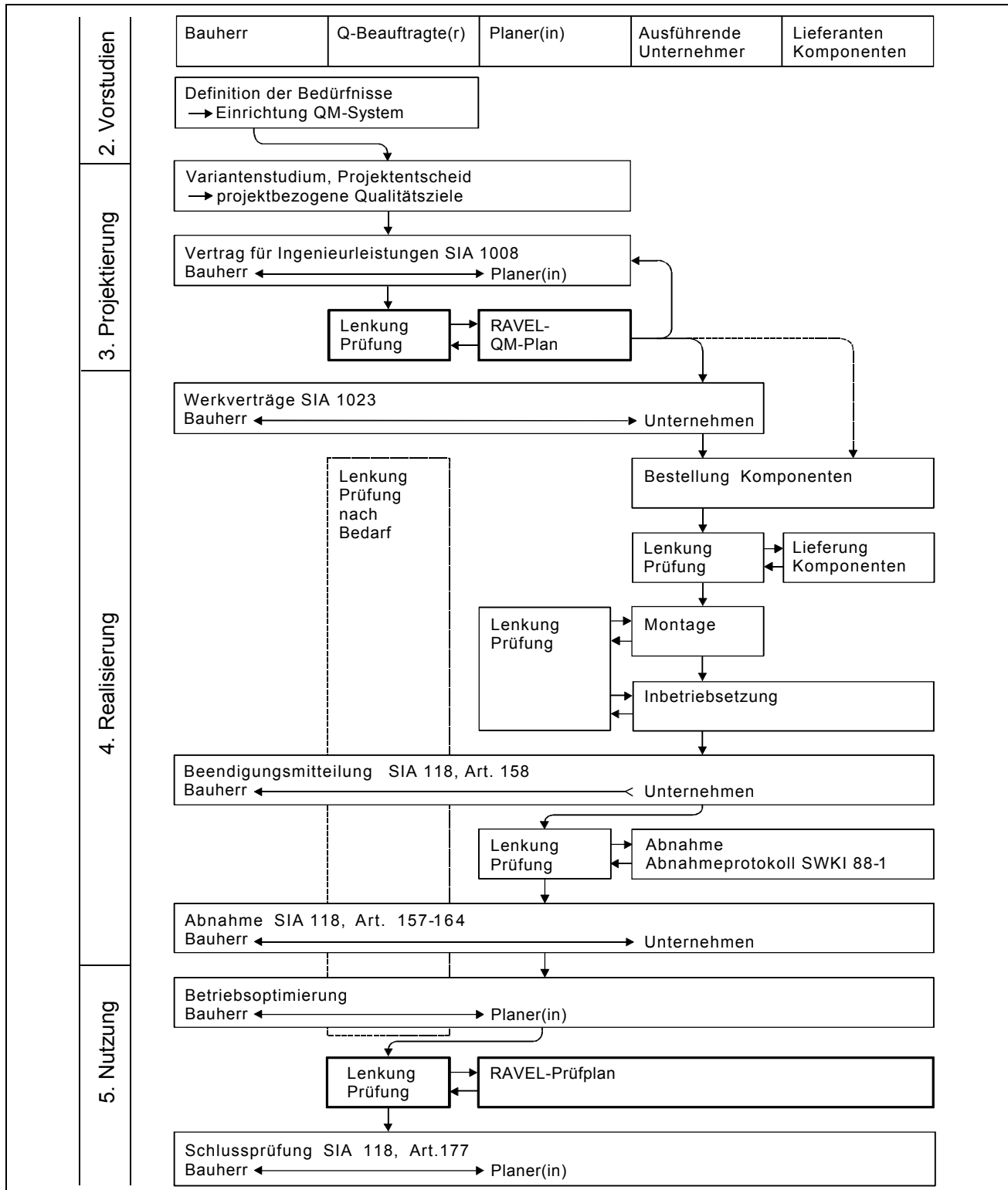


Bild 22: Planungsablauf für ein Haustechnikprojekt ohne grössere bauliche Arbeiten. Links sind die Phasen gemäss SIA-Leistungsmodell 95 angegeben.

Betriebsoptimierung

Bewährtes Vorgehen: Vom Betreiber sind wöchentlich (möglichst zum gleichen Zeitpunkt) die wichtigsten Betriebsdaten abzulesen und in vorbereitete Formulare einzutragen. Die ausgefüllten Formulare werden monatlich dem Planer und dem Q-Beauftragten gesandt. Diese Angaben werden ausgewertet und entsprechende Optimierungsschritte veranlasst. Bei komplexen Anlagen und bei Problemfällen kann eine ergänzende automatische Datenaufzeichnung sinnvoll sein.

Bestehende Anlagen: Eine nachträgliche Betriebsoptimierung lohnt sich bei praktisch jeder bestehenden Anlage. Der Aufwand an Material, Arbeit und Ingenieur-Honorar kann allerdings beträchtlich sein, da die Anlagendokumentation meist schlecht ist und die notwendige Instrumentierung in der Regel fehlt.

Neue Anlagen: Eine Betriebsoptimierung ist unabdingbar notwendig. Sie dauert ein bis zwei Jahre (Garantiezeit). Die Aufzeichnungen der Betriebsoptimierung bilden eine wichtige Grundlage der Schlussprüfung. Ob die Betriebsoptimierung bei Neuanlagen zur normalen Planerleistung zählt, ist umstritten. Es gibt zwei Meinungen dazu:

- Der Planer hat im Planungsablauf einzig Massnahmen dahingehend zu treffen, dass die Anlage im späteren Betrieb optimal gefahren werden kann. Die eigentliche Betriebsoptimierung wäre demzufolge allein Sache des Betreibers.
- Ohne eine angemessene Betriebsoptimierung kann eine Haustechnikanlage gar nicht als «betriebsstüchtig» bezeichnet werden. Und bei einer nicht oder nur beschränkt betriebsstüchtigen Anlage kann sich der Planer nicht so einfach aus der Verantwortung stehlen.



Bauherr und Planer sollten zum Vorneherein klare Abmachungen darüber treffen, wie die Betriebsoptimierung durchgeführt wird. Folgende Fragen sind bei Neuanlagen zu regeln:

- Welche Pflichten hat der Planer? Vorschlag: Kopiervorlagen Formulare, monatliche Auswertung und Veranlassung der notwendigen Optimierungsschritte
- Welche Pflichten hat der Betreiber? Vorschlag: Wesentliche Ablesungen, Optimierungsschritte soweit als möglich selber durchführen
- Wie wird der Planer honoriert? Vorschlag: Betriebsoptimierung im normalen Honorar enthalten, jedoch kein Honorarrückbehalt (d.h. 100%ige Auszahlung vor Abschluss der Betriebsoptimierung)

Kasten 23

- Der/die Planer(in) lenkt und prüft die Qualität der Montage und Inbetriebsetzung, und nach der Beendigungsmitteilung leitet er/sie die Abnahme. Somit muss der/die Q-Beauftragte während dieser Phase nur nach Bedarf einschreiten – allenfalls ist eine stichprobenartige Prüfungen ausgewählter Qualitätsziele sinnvoll (z. B. Instrumentierung).

Phase 5: «Nutzung»: RAVEL-Prüfplan

Ob die im QM-Plan definierten Qualitätsziele tatsächlich erreicht wurden, kann erst nach der Betriebsoptimierung (Kasten 23) gesagt werden. Da es sich dabei zu einem wesentlichen Teil um eine Prüfung der Planungsqualität handelt, ist die Schlussprüfung durch den Q-Beauftragten durchzuführen. Hilfsmittel dazu ist der Prüfplan:

- Durch möglichst wenige Prüfungen wird festgestellt ob die Anlage mit grosser Wahrscheinlichkeit einwandfrei läuft. Die Kosten für diese Prüfungen sind in jedem Falle durch den Bauherrn zu tragen.
- Falls sich Probleme ergeben, sind weitergehende Prüfungen notwendig, die oft wesentlich aufwendiger sind. Hier muss von Fall zu Fall geprüft werden, ob die Kosten dem Verursacher des Mangels angelastet werden können.

3.5 QM-Darlegung

Alle Tätigkeiten, die innerhalb eines QM-Systems verwirklicht sind, müssen gemäss Norm «dargelegt werden, um angemessenes Vertrauen zu schaffen, dass eine Einheit die Qualitätsforderung erfüllen wird» (vgl. Abschnitt 2.3). Diese QM-Darlegung muss in zwei Richtungen erfolgen:

- a) gegenüber den Mitarbeitern (interne QM-Darlegung) und
- b) gegenüber dem Kunden (externe QM-Darlegung).



Insbesondere bei Doppelfunktion von Q-Beauftragtem und Planer ist es ratsam, wenn der Bauherr – unter Hinweis auf die Norm – vom Planer eine (externe) QM-Darlegung verlangt. Darin soll dieser glaubhaft dargelegen, wie er die geforderten Qualitätsziele zu erreichen gedenkt. Ein zertifiziertes QM-System und die Verwendung von RAVEL-QM-Plänen sind dabei sicher hilfreich.

4. Anerkannte Regeln der Technik

4.1 Auslegung, Schaltung

Gesetze, Verordnungen, Normen, Richtlinien

Unter den Dokumenten, die definieren, was die «anerkannten Regeln der Technik» sind, stehen Gesetze, Verordnungen, Normen und Richtlinien (Kasten 24) zuoberst.

Schriftenreihe «RAVEL im Wärmesektor»

In den Bereichen «Wärmepumpen», «Wärmekraftkopplung» sowie «Wärmerückgewinnung und Abwärmenutzung» fehlten Definitionen und Anweisungen zur Auslegung weitgehend. Mit der Schriftenreihe «RAVEL im Wärmesektor» wurde versucht, diese Lücke zu schließen.

-  Schriftenreihe «RAVEL im Wärmesektor»:
- Heft 1 Elektrizität und Wärme (Grundlagen)
 - Heft 2 Wärmerückgewinnung und Abwärmenutzung
 - Heft 3 Wärmepumpen
 - Heft 4 Wärmekraftkopplung
 - Heft 5 Standardschaltungen
 - Heft 6 Projektbezogene Qualitätssicherung (das vorliegende Heft)

Speziell Heft 5 «Standardschaltungen» enthält Wichtiges zur projektbezogenen Qualitätssicherung.

Das A und O: Leistung und Energie richtig festlegen

Eine der Hauptursachen für schlecht geplante Haus-technikanlagen ist die mangelhafte Berechnung bzw. Abschätzung des Wärmeleistungs- und Heizenergiebedarfs:

- Bei Sanierungen wird leider meist vergessen, dass mit einfachen Messungen verlässliche Werte gewonnen werden können, wenn diese nur rechtzeitig veranlasst werden
- Zudem wird oft vergessen, dass Wärmeleistungsbedarf und Heizenergiebedarf voneinander abhängig sind und nie für sich allein betrachtet werden dürfen (Kasten 25)

Tabelle 26 und Tabelle 27 geben eine Zusammenfassung am Beispiel einer Wärmepumpenanlage. Von entscheidender Bedeutung ist dabei, dass der «massgebende Wärmeleistungsbedarf» (Tabelle 26) und der «massgebende Energiebedarf» (Tabelle 27) richtig festgelegt werden.

Gesetze, Verordnungen, Normen, Richtlinien

- A Bundesbeschluss für eine sparsame und rationelle Energienutzung
- B Richtlinien über die Typenprüfung von Heizkesseln und Zerstäubungsbrennern bezüglich der lufthygienischen Anforderungen
- C Luftreinhalteverordnung
- D Lärmschutzverordnung
- E Kantonele Energiegesetze
- F SIA-Empfehlung 380/1: Energie im Hochbau
- G SIA-Empfehlung 380/4: Elektrische Energie im Holzbau
- H SIA-Empfehlung 384/2: Wärmeleistungsbedarf von Gebäuden
- I SIA-Ordnung 108: Ordnung für Leistungen und Honorare der Maschinen- und Elektroingenieure sowie der Fachingenieure für Gebäudeinstallation
- K SIA-Norm 118: Allgemeine Bedingungen für Bauarbeiten
- L SIA-Merkblatt 2007: Qualitätssicherung im Bauwesen

Bezugsquellen:

- A, B, C, D bei der EDMZ, 3000 Bern
- E beim entsprechenden kantonalen Amt
- F, G, H, I, K, L beim SIA, Postfach, 8039 Zürich

Kasten 24

Zusammenhang Wärmeleistungsbedarf und Heizenergiebedarf

Der Wärmeleistungsbedarf (z.B. berechnet nach SIA 384/2) und der Heizenergiebedarf (z.B. berechnet nach SIA 380/1) sind voneinander abhängig. Ob diese Abhängigkeit korrekt berücksichtigt wird, kann folgendermassen überprüft werden:

- Mit Hilfe des Summenhäufigkeitsdiagramms
- Mit Hilfe der Software WP-CALC bzw. WKK-CALC oder YUM WP/Holz

 Heft 4 «Wärmekraftkopplung» Abschnitt 3.3 «Detailauslegung»

 Wärmeezeugungsanlagen-Kalkulationsprogramm «W-CALC», bestehend aus den Modulen «WP-CALC» für Wärmepumpenanlagen und «WKK-CALC» für Wärmekraftkopplungsanlagen. Bern: Bundesamt für Energiewirtschaft und Bundesamt für Konjunkturfürsorge, 1994. (Bezugsquelle: Infoenergie, Postfach 310, 5200 Brugg)

 YUM WP/Holz Simulationsprogramm auf PC zur Optimierung bivalenter WP/Holz-Heizungen. (Bezugsquelle: Infoenergie, Postfach 310, 5200 Brugg)

Kasten 25

4. Anerkannte Regeln der Technik

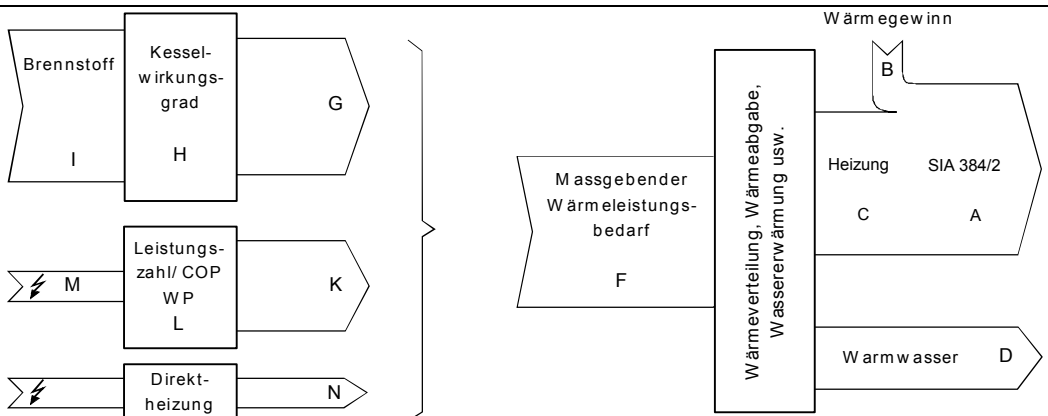
			
Leistung [kW] Leistungszahl/COP [-] Nutzungsgrad [-]	Sanierung aufgrund des bisherigen Energieverbrauchs	Sanierung mit Messung	Neubau
A Wärmeleistungsbedarf gemäss SIA 384/2			Berechnung nach SIA 384/2
B Wärmegewinn			Separate Berechnung
C Wärmeleistungsbedarf Heizung		Evtl. separate Messung	A – B
D Wärmeleistungsbedarf Warmwasser		Evtl. separate Messung	Separate Berechnung
E Wärmeleistungsbedarf der Wärmenutzungsanlage	Berechnung/Schätzung (z. B. «Bemessungsscheibe») aufgrund des bisherigen Energieverbrauchs (z. B. aus EW- und Brennstoffrechnungen)	Messwerte in Funktion der Aussentemperatur: – 10-Minuten-Mittelwerte – Stunden-Mittelwerte – Tages-Mittelwerte	$f \cdot (C + D)$ $f \leq 1$ (Gleichzeitigkeitsfaktor)
F Massgebender Wärmeleistungsbedarf der Wärmenutzungsanlage	Interpretation der Berechnung/Messung/Schätzung und Festlegung des massgebenden Wärmeleistungsbedarfs für die Auslegung der Wärmeerzeugung: – im Auslegepunkt – im Bivalenzpunkt (bei bivalenten Anlagen) – an der Heizgrenze – Spitzenwert (falls grösser als im Auslegepunkt) Achtung: Energiebedarf (Tabelle 27) und Wärmeleistungsbedarf sind voneinander abhängig (Berechnung z.B. mit Summenhäufigkeit, WP-CALC oder YUM WP/Holz)		
G Wärmeleistung Kessel	Gewählte Wärmeleistung Kessel		
H Kesselwirkungsgrad	Gemäss Lieferant/Typenprüfung		
I Brennstoffleistung	G / H		
K Wärmeleistung WP	Wärmeleistung in Funktion der Wärmequellen- und Vorlauftemperatur: – im Auslegepunkt (bei monovalenten und bivalent-parallelen Anlagen) – im Bivalenzpunkt (bei bivalenten Anlagen) – an der Heizgrenze		
L Leistungszahl/COP	Leistungszahl/COP in Funktion der Wärmequellen- und Vorlauftemperatur gemäss Lieferant/Typenprüfung: – im Auslegepunkt (bei monovalenten und bivalent-parallelen Anlagen) – im Bivalenzpunkt (bei bivalenten Anlagen) – an der Heizgrenze		
M El. Leistung WP	K / L Falls $L = \text{COP}$: inkl. Leistungsanteil für Verdampfungsdruckabfall, Verflüssigungsdruckabfall, Steuerung und Regelung sowie ggf. Abtauung		
N El. Leistung Direktheizung	Gewählte Leistung für Heizeinsätze im Heizungs- und/oder Warmwasserspeicher		

Tabelle 26: Anforderungen Leistung für eine bivalente Wärmepumpenanlage (gerastert: Q-Anforderungen im QM-Plan)

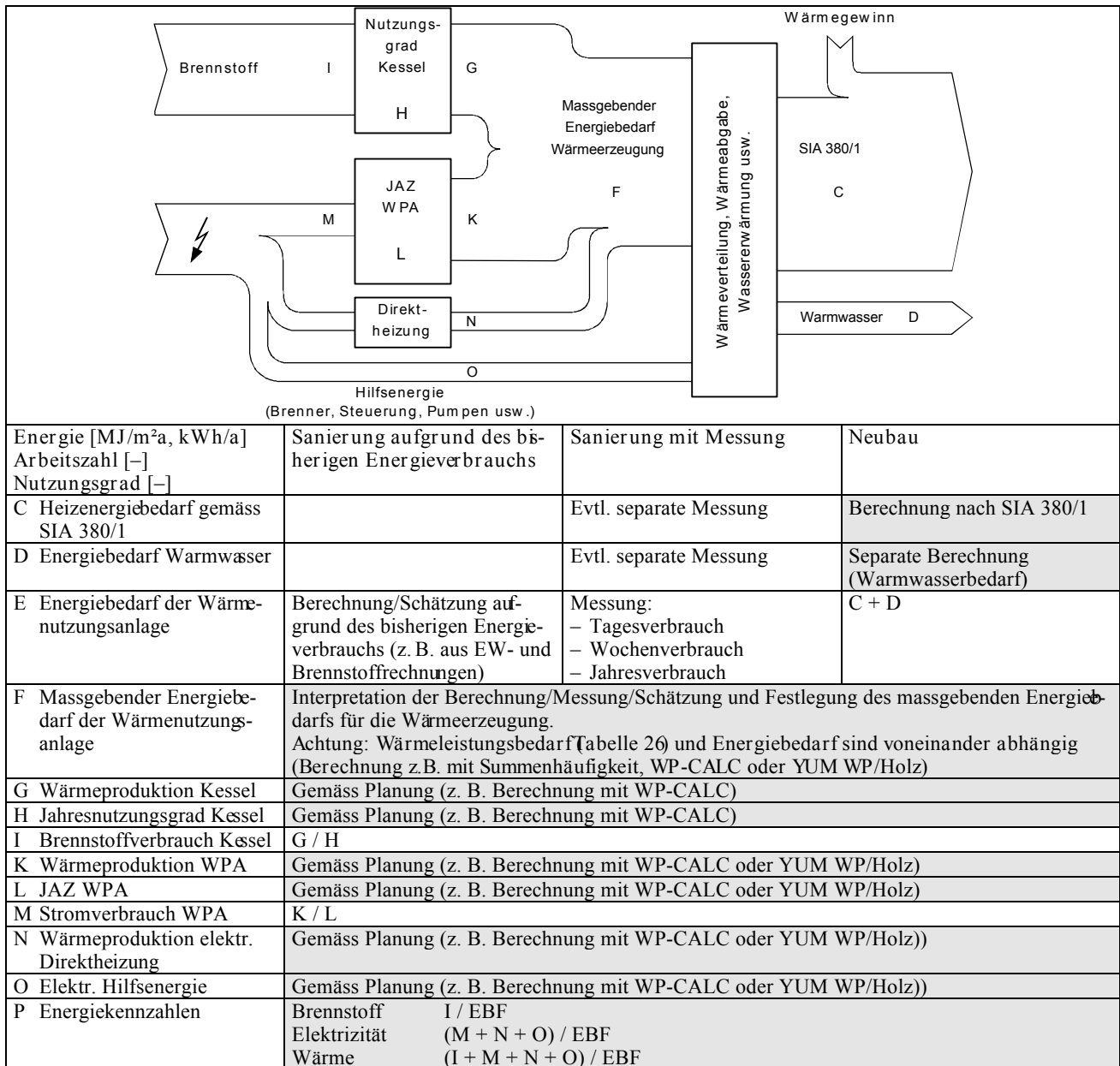


Tabelle 27: Anforderungen Energie für eine bivalente Wärmepumpenanlage (gerastert: Q-Anforderungen im QM-Plan)

Kessel Brenner Nennleistung	Kessel- wirkungs- grad [%]	Jahres- nutzungs- grad [%]
Heizkessel mit Gebläsebrenner für Erdgas oder Heizöl EL, nicht kon- densierend: – bis 70 kW – über 70 kW	91...93 ¹ 93...95 ¹	89...91 ¹ 91...93 ¹
Gasheizkessel mit atmosphärischem Gasbrenner, nicht kondensierend	89...91 ²	87...89 ²
Gasheizkessel mit atmosphärischem Gasbrenner, kondensierend	99...103 ³	96...100 ³
¹ Kesselwassertemperatur 70°C ² Kesselwassertemperatur 50°C ³ Gleitender Betrieb, Wärmeabgabesystem 45/35°C		

Tabelle 28: Planungswerte für die Kennzahlen von Heizkesseln (bezogen auf den unteren Heizwert)

Wärmequelle Betriebsart Nutzung	Lei- stungs- zahl ¹ [–]	Jahres- arbeits- zahl ² [–]
Grundwasser monovalent – Direktnutzung – Indirektnutzung	3,5...4,0 3,3...3,8	3,0...3,5 2,8...3,3
Oberflächengewässer monovalent Indirektnutzung	3,1...3,6	2,6...3,1
Abwasser monovalent Indirektnutzung	3,4...3,9	2,9...3,4
Erdsreich monovalent – Erdsonden – Erdregister	3,3...3,6 3,1...3,4	2,8...3,1 2,6...2,9
Aussenluft – EFH, monovalent – bivalent-parallel ³ – bivalent-alternativ ³	2,5...2,9 2,8...3,2 3,0...3,4	2,0...2,5 2,3...2,7 2,5...2,9
¹ Bezogen auf die Jahresmittelwerte der entsprechenden Verdampfeintrittstemperatur und 40...45°C Verflüssiger- austrittstemperatur ² Bei Verflüssigeraustrittstemperatur 40...45 °C ³ Bivalenzpunkt 0...3°C		

Tabelle 29: Planungswerte für die Kennzahlen von Elektrokompaktwärmepumpen im schweizerischen Mittelland

4.2 Heizkessel

Tabelle 28 zeigt Planungswerte, wie sie bei gut geplanten Anlagen heute möglich sind.

Kesselwirkungsgrad

Verhältnis Nutzwärmeleistung zu Brennstoffleistung bei Vollast. Die Nutzwärmeleistung kann aus Brennstoffleistung minus Abgas- und Strahlungsverluste (bei Vollast!) berechnet werden. Die Abgasverluste können relativ einfach gemessen werden, während die Strahlungsverluste aufgrund der Bereitschaftsverluste (aus Typenprüfung) abgeschätzt werden müssen.

Kessel-Jahresnutzungsgrad

Verhältnis Wärmeproduktion zu Brennstoffverbrauch im Betrachtungszeitraum von 1 Jahr. Es ist allerdings illusorisch, diesen auf der Anlage nachmessen zu wollen – der Messfehler wäre zu gross!

4.3 Wärmepumpen

Tabelle 29 zeigt Planungswerte, wie sie bei gut geplanten Anlagen heute möglich sind.

➡ Heft 3 «Wärmepumpen», Abschnitt 1.2 «Definitionen»

Leistungszahl, Coefficient of Performance (COP)

Bei der Leistung werden zwei unterschiedlich definierte Kennwerte verwendet:

- Leistungszahl: Verhältnis Verflüssiger-Heizleistung zu Verdichter-Leistungsaufnahme
- Coefficient of Performance (COP): Verhältnis Verflüssiger-Heizleistung zu Verdichter-Leistungsaufnahme plus Leistungsanteil für Verdampferdruckabfall, Verflüssigerdruckabfall, Steuerung und Regelung sowie ggf. Abtauung

Jahresarbeitszahl (JAZ)

Verhältnis Wärmeproduktion (ggf. abzüglich Speicher-
verluste) zu Energieverbrauch Verdichter, Wärmequellen-
förderung, Verflüssigerpumpe, Carterheizung, Steuerung
und Regelung sowie ggf. Abtauung (Betrachtungs-
zeitraum: 1 Jahr).

4.4 Wärmekraftkopplung

Jahresnutzungsgrade

Tabelle 30 zeigt Planungswerte, wie sie bei gut geplanten Anlagen heute möglich sind.

☞ Heft 1 «Elektrizität und Wärme», Abschnitt 3.3 «Wärmekraftkopplung»

Emissionsgrenzwerte

Tabelle 31 zeigt die Grenzwerte gemäss Luftreinhalteverordnung (LRV) sowie die strengeren Grenzwerte einiger Kantone.

☞ Heft 4 «Wärmekraftkopplung», Abschnitt 2.4 «Gesetzliche Rahmenbedingungen»

4.5 Wärmerückgewinnung und Abwärmenutzung

Temperaturwirkungsgrad Enthalpiewirkungsgrad

Die beiden wichtigsten Kennzahlen einer Wärmerückgewinnungs- oder Abwärmenutzungsanlage sind:

- Temperaturwirkungsgrad: Verhältnis der übertragenen Energie zur maximal übertragbaren Energie
- Enthalpiewirkungsgrad: Dieser muss beim Vorkommen von sensibler und latenter Wärme angewandt werden (z.B. bei feuchter Luft)

☞ Heft 2 «Wärmerückgewinnung und Abwärmenutzung», Abschnitt 3.3 «Kenngrössen»

Tabelle 32 zeigt Planungswerte für Temperaturwirkungsgrade von gut geplanten, modernen Anlagen.

Netto-Energierückgewinn, Nutzungsgrad

In Wärmerückgewinnungsanlagen werden die nachstehenden Kennzahlen verwendet:

- Netto-Energierückgewinn: Er ergibt sich aus dem totalen jährlichen Wärmerückgewinn vermindert um den Mehrbedarf an elektrischer Energie (Überwindung zusätzlicher Widerstände in Wärmetauschern und Luftfiltern, Rotorantrieb usw.) und um den Energieverlust durch Leckluftströme
- Nutzungsgrad: Verhältnis des Netto-Energierückgewinns zum gesamten jährlichen Wärme-Energiebedarf der Lüftungsanlage ohne WRG

Bauart	Jahresnutzungsgrad [-]		
	thermisch	elektrisch	gesamt
Gasturbinen-BHKW	0,50 bis 0,60	0,20 bis 0,30	0,75 bis 0,85
Gasmotor-BHKW	0,54 bis 0,58	0,30 bis 0,34	0,85 bis 0,92
Gasmotor-BHKW mit Umluft-WP und Abgaskondensation	0,68 bis 0,73	0,25 bis 0,30	0,95 bis 1,00

Tabelle 30: Jahresnutzungsgrade für Blockheizkraftwerke (bezogen auf den unteren Heizwert)

Emissionsgrenzwerte (Bezugs-Sauerstoffgehalt)	Gas- motor ¹ [mg/m ³ N] (5%)	Diesel- motor ² [mg/m ³ N] (5%)	Gastur- bine ³ [mg/m ³ N] (15%)
Emissionsgrenzwerte gemäss LRV:			
– CO	650	650	100
– Feststoffe	100	100	–
– Russzahl	–	–	2...4
– NO _x			
Fossile Brennstoffe	80	400	120
Klärgas, Deponie-, Biogas	400	400	120
Spezielle Emissionsgrenzwerte für NO _x :			
– ZH (ohne Stadt)	80	120	LRV
– Stadt Zürich	50	50	45
– BE ⁴	80	120	LRV
– SG ⁵			
Allgemein	80	120	LRV
Klärgas	150	–	LRV
– BL/BS ⁶			
Gas	70	–	40
Heizöl	–	110	50

¹ LRV: ab Brennstoffverbrauch 10 kg/h (40 kW_{el})

² LRV: ab Brennstoffverbrauch 50 kg/h (200 kW_{el})

³ LRV: bis 60 MW Feuerungswärmeleistung

⁴ Region Bern, Biel, Thun, Langenthal

⁵ Region St. Gallen, Rorschach, Linthgebiet, Wil

⁶ Stadt Basel sowie unteres Baselbiet

Tabelle 31: Emissionsgrenzwerte für Wärmekraftkopplungsanlagen (LRV = Luftreinhalteverordnung)

Wärmetauscher-Bauform	Temperatur- wirkungsgrad [-]
Plattenwärmetauscher	0,5...0,6
Kreislaufverbund	0,5...0,7
Wärmerohr	0,3...0,6
Rotationswärmetauscher	0,5...0,8
Massenstromverhältnis AUL/FOL = 1,0; Fortluft trocken	

Tabelle 32: Planungswerte für den Temperaturwirkungsgrad von Wärmetauschern in lüftungstechnischen Anlagen

Optimierungsgrad der Wärmerückgewinnungsanlage	Jährlicher Nutzungsgrad [%]
Voll energetisch optimiert	85...90
Wirtschaftlich optimiert	75...85
Standardmässig	65...75
Lowcost-Lösung	< 60
	ETV [-]
Bezüglich ETV optimiert	14...30
Ein kleinerer Optimierungsgrad führt zu tieferen Investitionskosten aber höheren Betriebskosten	

Tabelle 33: Planungswerte für die Kennzahlen von verschiedenen optimierten Wärmerückgewinnungsanlagen

Energiekennzahl Wärme [MJ/m²a]	Best. Bau		Neubau	
	Brennstoff, Wärme	Elektrizität, Wärme	Brennstoff, Wärme	Elektrizität, Wärme
EFH/ZFH				
Kessel/Elektroboiler	400	60	310	60
WP/Elektroboiler	–	180	–	155
WP/Kessel/Elektroboiler	120	145	95	125
MFH				
Kessel/Elektroboiler	400	100	280	100
WP/Elektroboiler	–	220	–	185
WP/Kessel/Elektroboiler	120	185	85	160
WP, WW über WP	–	170	–	135
Schulhaus				
Kessel/Elektroboiler	350	25	240	25
WP/Elektroboiler	–	130	–	100
WP/Kessel/Elektroboiler	105	100	75	75
WP, WW über WP	–	120	–	90
Bürogebäude				
Kessel/Elektroboiler	375	10	240	10
WP/Elektroboiler	–	125	–	85
WP/Kessel/Elektroboiler	115	90	75	60
Wichtige Hinweise ■ Die Zahlen basieren auf der SIA-Empfehlung 380/1. Fachleute erachten diese Werte aus heutiger Sicht eher als zu hoch. ■ Es handelt sich um die Energiekennzahl «Wärme» für Heizung und Warmwasser, der restliche Verbrauch (Licht, Kochen usw.) ist darin also nicht enthalten; es gilt: $E_{\text{Wärme}} = E_{\text{Heizung}} + E_{\text{Warmwasser}} = E_{\text{Brennstoff, Wärme}} + E_{\text{Elektrizität, Wärme}}$ $E_{\text{Rest}} = E_{\text{Brennstoff, Rest}} + E_{\text{Elektrizität, Rest}}$ $E_{\text{gesamt}} = E_{\text{Wärme}} + E_{\text{Rest}}$ ■ Grundlage für die Umrechnung der WP-Varianten: Kessel-Jahresnutzungsgrad 90 % JAZ Heizung 3,0 JAZ Wassererwärmung 2,0 Anteil WP/Kessel 70/30 %				

Tabelle 34: Planungswerte Energiekennzahl «Wärme» für Wärmepumpenanlagen

Tabelle 33 zeigt Planungswerte für den Nutzungsgrad gut geplanter, moderner Anlagen.

Elektro-Thermo-Verstärkung (ETV)

Die Elektro-Thermo-Verstärkung (ETV) ist das Verhältnis von Wärmegewinn zu Elektrizitäts-Mehraufwand für diesen Wärmegewinn. Sowohl für Abwärmenutzungs- wie auch für Wärmerückgewinnungsanlagen ist die Elektro-Thermo-Verstärkung (ETV) ein Mass für einen rationellen Elektrizitätseinsatz. Das Ziel ist mindestens eine $ETV > 3$ (d. h. besser als eine Wärmepumpe).

4.6 Energiekennzahl

Den Bauherrn interessiert vor allem, wieviel kostenpflichtige Energie seine Anlage schliesslich verbraucht. Die Energiekennzahl definiert diesen Verbrauch bezogen auf die Energiebezugsfläche (EBF).

Wärmepumpenanlagen

Bei Wärmepumpenanlagen muss die unterschiedliche Wertigkeit von Elektrizität und Wärme berücksichtigt werden. Tabelle 34 zeigt Planungswerte für neue und bestehende Bauten, ausgehend von den Vorgaben der SIA-Empfehlung 380/1.

Wärmekraftkopplungsanlagen

Bei Wärmekraftkopplungsanlagen muss der Brennstoffverbrauch für die Stromproduktion sowie der Stromverbrauch einer allfälligen Umluftwärmepumpe korrekt berücksichtigt werden. Abhängig vom Messkonzept muss von Fall zu Fall eine Umrechnung auf definierte Kennzahlen erfolgen.

5. Fallbeispiel Wärmepumpenanlage

5.1 Vorgeschichte

Die Realisierung einer projektbezogenen Qualitätssicherung ist keine Hexerei! Dies soll am Beispiel der Sanierung einer Schulhausheizung gezeigt werden (vgl. auch Bemerkungen in Kasten 35).

Allgemeine Beschreibung

Das Primarschulhaus und die Turnhalle waren 1970 mitten in der Hochkonjunktur gebaut worden – entsprechend schlecht die Wärmedämmung und überdimensioniert die Heizungsanlage! Der unmittelbar danebenstehende Kindergarten (Baujahr ca. 1930) wurde 1970 auch noch an die Schulhausheizung angeschlossen.

1984-1992: Energieverbrauch um 30% gesenkt

Durch verschiedene betriebliche und wärmetechnische Massnahmen konnte die Energiekennzahl des Schulhauses und des Kindergartens in den Jahren 1984 bis 1992 von 580 auf 410 MJ/m²a gesenkt werden (Tabelle 35).

Frühling 1992: Immer Ärger mit der Heizungsanlage – Sanierungsantrag

Die bestehende Wärmeerzeugungsanlage (Bild 36) war 1992 über 20 Jahre alt. Sie wies seit eh und je zahlreiche Probleme auf, die nie befriedigend gelöst wurden:

- Dauernd beide Kessel auf Betriebstemperatur
- Verteiler auch im Sommer heiss, trotz ausgeschalteter Hauptpumpe
- Kindergarten nie unter 45°C Vorlauftemperatur
- Thermostatventil-Geräusche im Kindergarten
- Wärmezählung Kindergarten zweifelhaft

Deshalb wurde beschlossen, die Wärmeerzeugungsanlage gegentlich zu sanieren.

Der beigezogene ortsansässige Planer, der die Anlage seinerzeit gebaut hatte, schlug zunächst vor – da die Anlage offensichtlich überdimensioniert war – die beiden bestehenden Kessel à je 250 kW herauszureissen und gegen einen einzigen à 250 kW zu ersetzen. Diesen Sanierungsantrag unterbreitete man der Gemeindeversammlung.

Bemerkungen

■ Das vorliegende Fallbeispiel wurde aus drei wirklich existierenden Anlagen zusammengesetzt. Die Ausgangslage, die Planungsgrundlagen und der Planungsablauf sind also durchwegs realistisch. Mit einer kleinen Ausnahme: In Wirklichkeit waren die Mängel, die beanstandet werden mussten, wesentlich umfangreicher . . .

■ Die ausführliche Beschreibung der Probleme der bestehenden Anlage soll deutlich machen, dass zuerst alle vorhandenen Mängel eruiert werden müssen, bevor die neue Anlage in Angriff genommen wird – insbesondere der Grad der Überdimensionierung!

■ Im Anschluss an die Beschreibung sind QM-Plan und Prüfplan vollständig ausgefüllt abgedruckt. Diese sind weitgehend selbsterklärend. Im Text wird deshalb lediglich auf einige Besonderheiten mit dem nachfolgenden Symbol hingewiesen:



Hinweise auf QM-Plan und Prüfplan

Kasten 35

Jahr	Erfolg der Massnahmen 1984-92		Zielsetzung für 1994/95	
	bis 1984	1991/1992	100% mit Öl	70...75% mit WP
EBF [m ²]	3'400	3'400	3'600	3'600
Heizöl EL [l]	54'000	38'000	34'000	9'000
Elektrizität* [kWh/a]	9'500**	9'500**	5'000	90'000
E _{Brennstoff} [MJ/m ² a]	570	400	345	90
E _{Elektrizität} * [MJ/m ² a]	10	10	5	90
E _{Wärme} [MJ/m ² a]	580	410	350	180
* Hilfsenergie und Wärme ** Grobe Schätzung				

Tabelle 35: Übersicht Energieverbrauch

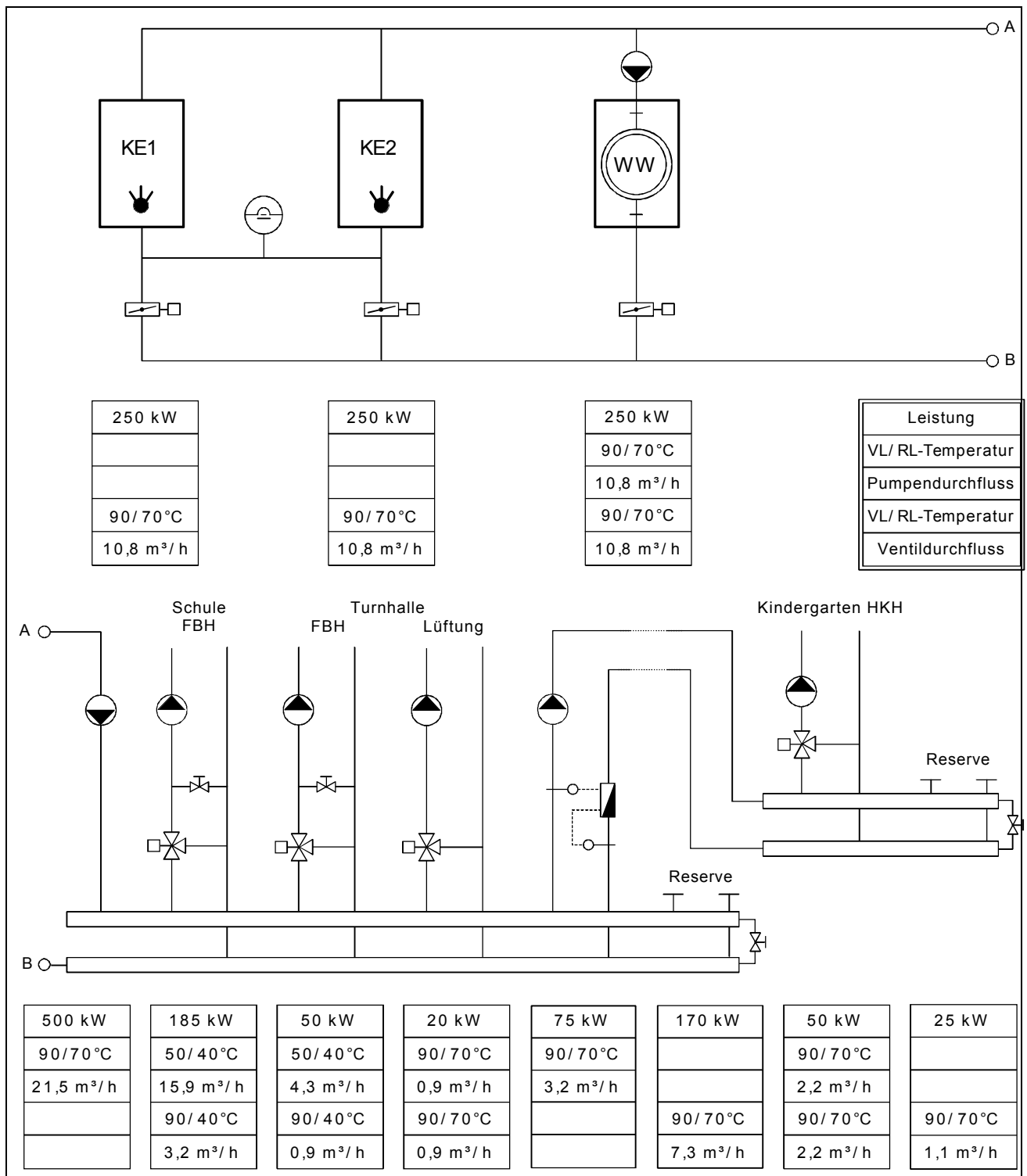


Bild 36: Prinzipschema der bestehenden Heizungsanlage

Sommer 1992: Eine «heisse» Gemeindeversammlung

Hitzige Diskussionen ergaben sich, als an der Gemeindeversammlung die Meinung aufkam, dass man auch eine Wärmepumpe prüfen sollte. Einige meinten, dass man besser die Finger davon lassen sollte, «nach den zweifelhaften Erfahrungen mit Wärmepumpenanlagen im Allgemeinen und der eigenen Ölkesselanlage im Besonderen». Schliesslich einigte man sich darauf, alle Möglichkeiten zu prüfen und von Anfang an eine projektbezogene Qualitätssicherung gemäss SN EN ISO 9000 aufzuziehen. Im Minimum sollte der Ölverbrauch nochmals um 10% gesenkt werden (Tabelle 35).

5.2 Vorstudien und Projektierung

Die oberste Leitung wurde definiert . . .

Die Festlegung der obersten Leitung machte selbstverständlich keine Schwierigkeiten, weil ja bereits eine Baukommission eingesetzt war.

. . . und der Q-Beauftragte bestimmt

Einzig die Wahl eines Q-Beauftragten bedeutete einiges Kopfzerbrechen. Die naheliegendste Lösung, den bereits beauftragten Planer auch als Q-Beauftragten einzusetzen, wurde verworfen, weil Interessenkonflikte nicht ausgeschlossen werden konnten. Man einigte sich schliesslich darauf, einen erfahrenen, unabhängigen Energieplaner als Q-Beauftragten beizuziehen.



QM-Plan 1. Seite

Winter 1992/93: Rechtzeitige Messungen zahlten sich aus

Als erstes wurde beschlossen, den bereits geschilderten Problemen mit der bestehenden Heizungsanlage nachzugehen und gleichzeitig die Machbarkeit einer bivalenten Wärmepumpenheizung abzuklären. Messungen mittels Datalogger und Abklärungen vor Ort ergaben folgendes Bild:

- Infolge der Überdimensionierung und der Sanierung der Aussenhülle war die Wärmeerzeugungsanlage rund 3mal zu gross (Bild 37 oben)
- Fehlzirkulation infolge unzulässiger Verbindung der Kessel durch eine Expansionsleitung
- Weitere Fehlzirkulation infolge fehlender Rückschlagventile im Hauptvorlauf und in der Wasserwärmer-Ladeleitung
- Wegen eines geschlossenen Bypasses wurde der Mischhahn «Kindergarten» durch den Differenzdruck dauernd auf eine minimale Öffnung aufgedrückt – kleine Ursache, grosse Wirkung!
- Die gemessenen Vor- und Rücklauftemperaturen (Bild 37 unten) würden den Einsatz einer bivalenten Wärmepumpenanlage erlauben

Ein Schnittstellenproblem

Schliesslich wurde noch bekannt, dass gelegentlich eine neue Fistellhalle mit Werkstatt für die Gemeindefahrzeuge gebaut und an die Schulhausheizung angeschlossen werden sollte. Die Angaben dazu

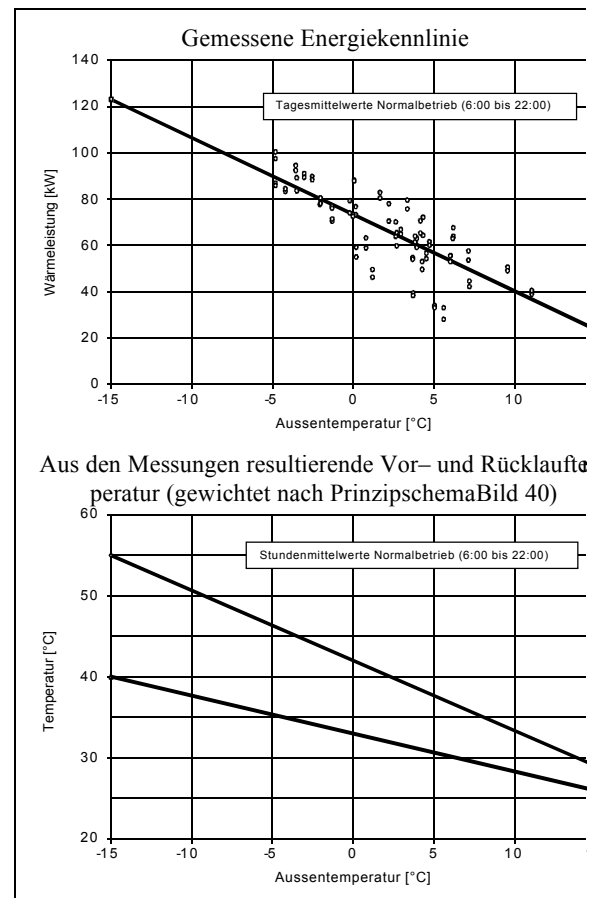


Bild 37: Messtechnisch bestimmte Energiekennlinie und Hkurven der bestehenden Schlusshausheizung

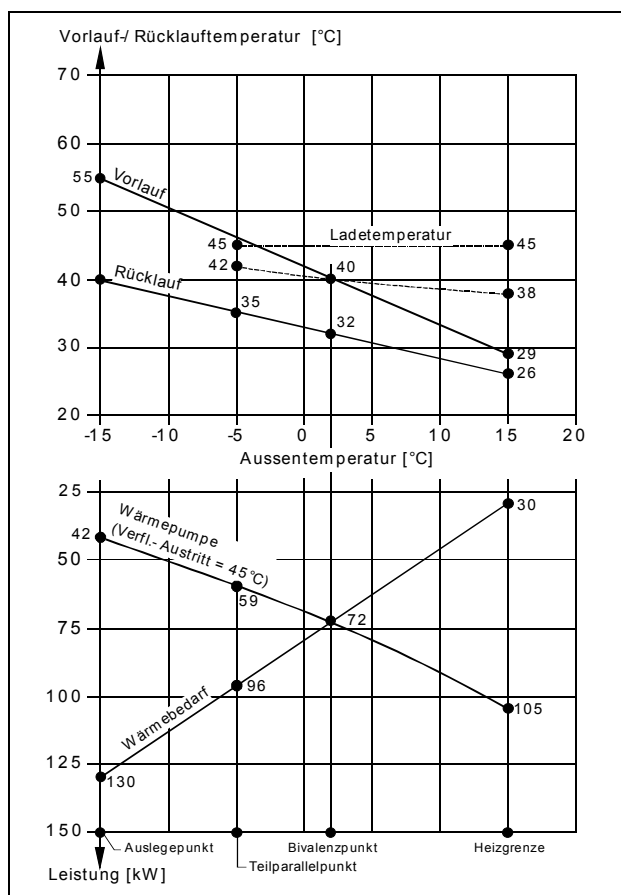


Bild 38: Temperatur-Leistungs-Diagramm (vgl. Kasten 39)

Korrekte Auslegung aufgrund berechneter und gemessener Daten

Immer wieder zu Diskussionen führt die korrekte Auslegung von Wärmeerzeugungsanlagen. Besonders die unterschiedliche Bewertung berechneter und gemessener Daten bietet oft Schwierigkeiten. Bei gemessenen Daten ist insbesondere zu berücksichtigen, dass die Wärmegewinne in der Messung berücksichtigt sind. Die Auslegetemperatur gemäss SIA 384/2 sollte deshalb um die Temperaturdifferenz der Wärmegewinne von 5...8 K nach unten geschoben werden.

	Berechnung	Messung
Leistungsbedarf	SIA 384/2	Tatsächliche Energiekennlinie
Grundlast Raumheizung	In der Regel 0% Last bei 20°C Aussentemp.	Tatsächliche Grundlast
Wärmegewinne	In der Regel nicht berücksichtigt	Tatsächliche Wärmegewinne berücksichtigt
Auslegetemperatur (Mittelland)	-8°C	-8°C - 5...8 K = -13°C ... -15°C

Kasten 39

waren aber zu diesem Zeitpunkt noch sehr diffus:

- Energiebezugsfläche ca. 200 m²
- Luftheizapparate ca. 20 kW
- Elektrischer Durchlauferhitzer zum Händewaschen (hier vernachlässigbar)

Gegen diese Auflage wurden einige Bedenken geäussert. Insbesondere befürchtete man, dass die vorgegebenen Leistungen und Temperaturen möglicherweise nicht eingehalten würden. Diese Schnittstelle musste deshalb speziell sorgfältig abgesichert werden.



QM-Plan 2. Seite «Q-Anforderungen Wärmerzeugungsanlage»

Frühling 1993: Das Projekt entsteht – und parallel dazu der QM-Plan

Aufgrund der positiven Messergebnisse wurde der Projektentscheid für eine bivalente Aussenluftwärmepumpe gefällt und die Projektierung konnte beginnen. Bild 38 zeigt das Temperatur-Leistungs-Diagramm und Bild 40 das Prinzipschema der neuen Anlage, welches auf RAVEL-Standardschaltungen (Kasten 42) aufgebaut ist. Der Planer hatte bereits nach kurzer Zeit (in enger Zusammenarbeit mit dem Q-Beauftragten) alle Q-Anforderungen durch Q-Vereinbarungen im QM-Plan festgelegt und diese konnten juristisch abgesichert werden.



QM-Plan 2. bis 4. Seite

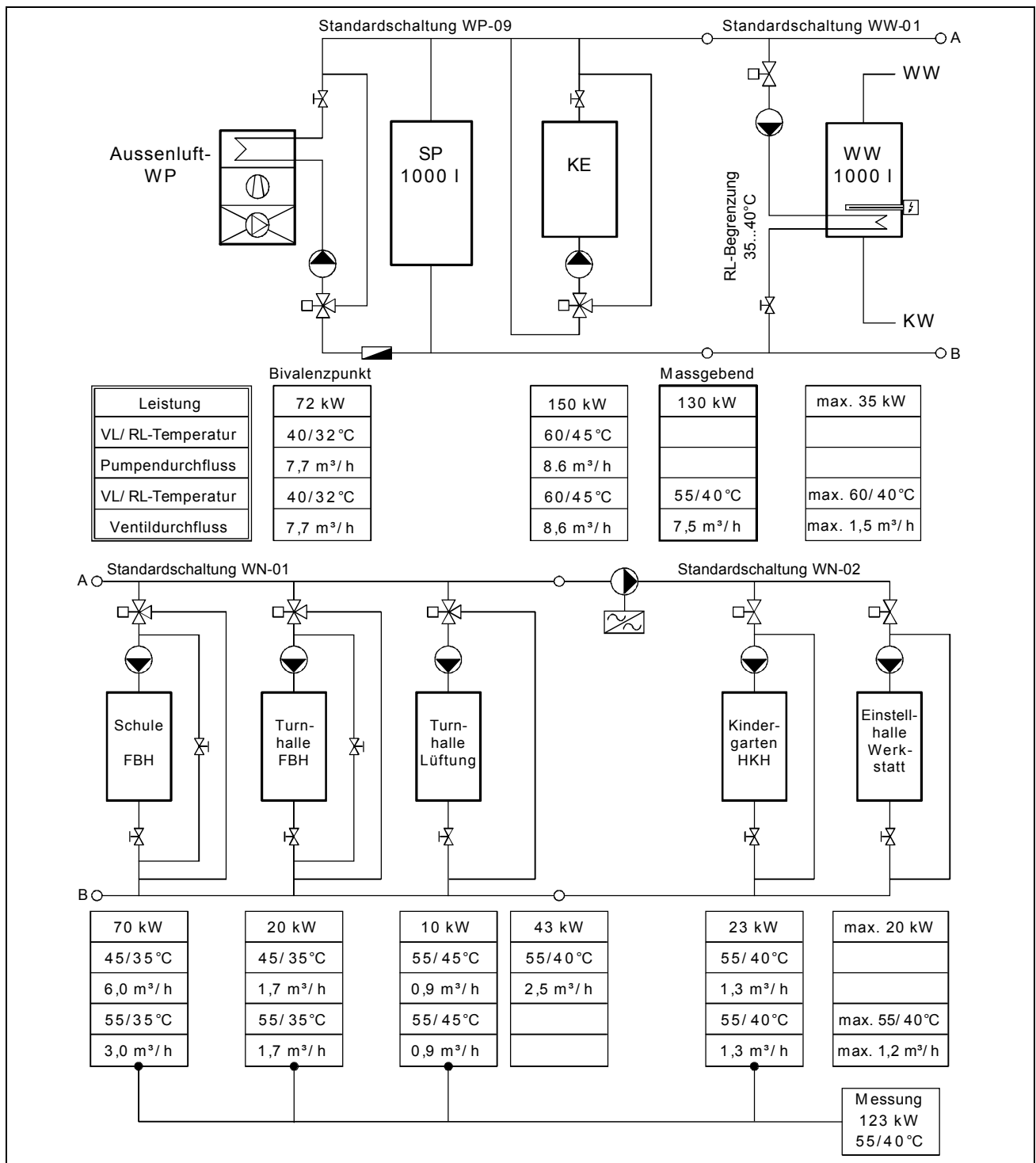


Bild 40: Prinzipschema der neuen Anlage. Hinweise dazu siehe Kasten 41.

Hinweise zum Prinzipschemain Bild 40

■ Dieses Prinzipschema erfüllt Minimalanforderungen. Für jedes Element sind Leistung, Vorlauf- und Rücklauf-temperatur sowie der Durchfluss, je für den Pumpenkreis (konstanter Durchfluss) und den Ventilkreis (variabler Durchfluss) angegeben. Zusätzlich wäre noch die Angabe der Druckabfälle und der Reglerfunktionen empfehlenswert (darauf musste hier aus Platzgründen verzichtet werden).

■ Da die Gleichzeitigkeit der einzelnen Verbraucher stark ins Gewicht fällt, wurde ein massgebender Bedarf festgelegt. Um Fehlzirkulationen über den Speicher zu vermeiden, sollte wenigstens der massgebende Durchfluss (7,5 m³/h) kleiner sein als der Wärmepumpendurchfluss (7,7 m³/h), was hier erfüllt ist.

■ Die Wassererwärmung ist infolge des tiefen Temperaturniveaus der Wärmepumpe und der (im Vergleich zur Wärmeerzeugung) geringen Leistung des innenliegenden Wärmetauschers problematisch. Der Warmwassertagesbedarf ist normalerweise wesentlich kleiner als der Wassererwärmer-Inhalt von 1000 Liter. Es wurde folgende, nicht restlos befriedigende Lösung gewählt:

- Die Warmwassertemperatur beträgt normalerweise nur 50°C; aus hygienischen Gründen (Legionellen) erfolgt aber periodisch eine Aufheizung auf 65°C
- Die Vorwärmung erfolgt soweit als möglich mit der Wärmepumpe und mit dem Kessel (unter dem Bivalentpunkt) und nur die Nachwärmung elektrisch
- Durch die Drosselregelung wird eine genügend tiefe Rücklauf-temperatur für die Wärmepumpe sichergestellt

Kasten 42

RAVEL-Standardschaltungen

RAVEL hat einen Katalog bewährter Schaltungen zusammengestellt. Alle Standardschaltungen sind gleich aufgebaut:

- Detailliertes Prinzipschema mit kompletter Instrumentierung für eine seriöse Qualitätssicherung
- Anwendungsbereich, Merkmale
- Funktionsbeschreibung
- Empfehlungen zur hydraulischen Auslegung
- Regelungstechnische Empfehlungen
- Besonderes

 Heft 5 «Standardschaltungen»

 QM-Plan 2. Seite «Q-Anforderungen Wärmenutzungsanlage» und 3. Seite «Q-Anforderungen Wärmeerzeugungsanlage»

Kasten 41

5.3 Realisierung und Betrieb unter Garantie

Sommer/Herbst 1993: Ausführung, Abnahme

Die Ausführung der Arbeiten schritt zügig voran. Die Lenkung und Prüfung der Qualität lag während dieser Zeit weitgehend in den Händen des Planers. Abgeschlossen wurde die Realisierungsphase mit der Abnahme der Anlage mittels SWKI-Abnahmeprotokoll im Herbst 1993.

Das erste Betriebsjahr 1993/94: Problemlose Betriebsoptimierung

Der Schulhausabwart wurde gut instruiert, und deshalb ergaben sich auch keine Probleme mit der wöchentlichen Ablesung und Erfassung der wichtigsten Betriebsparameter. Die vorbereiteten Formulare wurden monatlich dem Planer und dem Q-Bauftragten gesandt, worauf jeweils entsprechende Optimierungsschritte veranlasst wurden. Nach dem ersten Betriebsjahr konnte man mit gutem Gewissen sagen, dass die Anlage einwandfrei arbeitete.

Das zweite Betriebsjahr 1994/95: Unerwartete Schwierigkeiten

Gleich zu Beginn der zweiten Heizsaison traten plötzlich Probleme auf. Sehr schnell zeigte sich, dass dafür eine viel zu hohe Rücklauf-temperatur der Einstellhalle mit Werkstatt verantwortlich war, die erst zu diesem Zeitpunkt zugeschaltet worden war. Dank technisch und juristisch eindeutiger Q-Vereinbarungen konnte das Problem sehr schnell gelöst werden.



QM-Plan 2. Seite «Q-Anforderungen Wärmenutzungsanlage» und Prüfplan 4. Seite (Mangel 1)

5.4 Schlussprüfung

Die Schlussprüfung der Anlage im Sommer 1995, kurz vor Ablauf der Garantiezeit, war dann praktisch nur noch eine Formalie. Weil alle wussten, was von ihnen erwartet wurde, hatte die Selbstkontrolle der Beteiligten bereits dafür gesorgt, dass alle Dokumente vorlagen und nur noch geringfügige Mängel bestanden werden mussten.



Prüfplan 1. bis 4. Seite

Inhalt	A1 Verantwortlichkeiten
	A2 Gebäude, Wärmenutzungsanlage
	☐ Eigene Seite(n):
	A3 ☒ A3.1 Wärmepumpenanlage ☐ A3.2 Wärmekraftkopplungsanlage
	☐ A3.3 Abwärmenutzungsanlage ☐ A3.4 Lüftungs-WRG-Anlage
	☐ Eigene Seite(n):
	A4 Energiekennzahl, Ausführung, Dokumente, Anhänge, Besondere Vereinbarungen
	C ☒ Beilage Wirtschaftlichkeit

Projekt	Bezeichnung: Primarschulhaus . . .	
	Strasse:	
	PLZ/Ort:	
	BA	Bauherr: Gemeinde . . .
	Strasse:	
	PLZ/Ort:	
Telefon:		Fax:

Oberste Leitung für dieses Projekt Bestimmt, welche qualitätssichernden Massnahmen ergriffen werden	Name	Funktion
	H. Müller	Baukommission (Vorsitz)
	K. Meier	Baukommission
	B. Keller	Baukommission
	F. Huber	Q-Beauftragter

Q-Beauftragte(r) für dieses Projekt Realisiert die qualitätssichernden Massnahmen, ist Mitglied der obersten Leitung	Name: F. Huber	
	Firma:	
	Strasse:	
	PLZ/Ort:	
	Telefon:	
	Fax:	

Unternehmen, mit denen Q-Vereinbarungen (QV) getroffen werden
Der/die Q-Beauftragte kann auch als Unternehmen (z.B. Planungsbüro) aufgeführt werden. Dies sollte aber von einer QM-Darlegung abhängig gemacht werden, in welcher dargelegt wird, wie die Erfüllung der Q-Anforderungen – trotz Doppelfunktion – sichergestellt wird (vgl. ISO 8402 : 1994 «Qualitätssicherung/QM-Darlegung»)

PL	Unternehmen:
	Funktion: Planer Gesamtanlage
	Q-Beauftr.:
	Strasse:
	PLZ/Ort:
	Telefon: Fax:
	QM-System: ☒ nein ☐ ja ☐ zertifiziert
	QM-Darlegung: ☒ nicht notwendig ☐ notwendig
	☐ QM-Darlegung im Anhang

SA	Unternehmen:
	Funktion: Sanitär-Planer/Installateur
	Q-Beauftr.:
	Strasse:
	PLZ/Ort:
	Telefon: Fax:
	QM-System: ☒ nein ☐ ja ☐ zertifiziert
	QM-Darlegung: ☒ nicht notwendig ☐ notwendig
	☐ QM-Darlegung im Anhang

EI	Unternehmen:
	Funktion: Einstellhallen-Planer
	Q-Beauftr.:
	Strasse:
	PLZ/Ort:
	Telefon: Fax:
	QM-System: ☒ nein ☐ ja ☐ zertifiziert
	QM-Darlegung: ☒ nicht notwendig ☐ notwendig
	☐ QM-Darlegung im Anhang

HE	Unternehmen:
	Funktion: Heizungs-Installateur
	Q-Beauftr.:
	Strasse:
	PLZ/Ort:
	Telefon: Fax:
	QM-System: ☒ nein ☐ ja ☐ zertifiziert
	QM-Darlegung: ☒ nicht notwendig ☐ notwendig
	☐ QM-Darlegung im Anhang

WP	Unternehmen:
	Funktion: WP-Lieferant
	Q-Beauftr.:
	Strasse:
	PLZ/Ort:
	Telefon: Fax:
	QM-System: ☒ nein ☐ ja ☐ zertifiziert
	QM-Darlegung: ☒ nicht notwendig ☐ notwendig
	☐ QM-Darlegung im Anhang

EL	Unternehmen:
	Funktion: Elektro-Installateur
	Q-Beauftr.:
	Strasse:
	PLZ/Ort:
	Telefon: Fax:
	QM-System: ☒ nein ☐ ja ☐ zertifiziert
	QM-Darlegung: ☒ nicht notwendig ☐ notwendig
	☐ QM-Darlegung im Anhang

Bestehender Bau: Datenaufnahme Beobachtungs- periode: 91/92	Nutzung	☐ EFH/ZFH		☐ MFH		☒ Schule		☐ Büro		
		☐ Andere:								
	Wärmeabgabe	☒ Heizkörperheizung		☒ Fussbodenheizung		☐ Deckenheizung				
		☒ Andere: Luftheizkörper								
	Warmwasser	☒ Zentral		☐ Dezentral						
		☐ Wärmepumpe		☐ Elektrisch		☒ Kessel				
	Zukunft	☒ Keine Sanierungen/Erweiterungen geplant				☐ Beschreibung im Anhang				
	Baujahr Gebäude								1930/70	
	Baujahr Wärmenutzungsanlage								1970	
	Energiebezugsfläche	A								[m²] 3'400
Brennstoff	Wärme	B								[MJ/a] 1'368'000
	Gesamt	C								[MJ/a]
Elektrizität			HT/Wi	HT/So	NT/Wi	NT/So				
☐ [kWh/a]	Wärme	D								34'000
☒ [MJ/a]	Gesamt	E								
Energiekennzahl	Wärme (nach SIA 180/4)					(B+D)/A			[MJ/m²a] 412	
	Gesamt (nach SIA 180/4)					(C+E)/A			[MJ/m²a]	
☐ Detaillierte Messungen im Anhang										

Neubau oder Erweiterung: Grundlagendaten und Q-Anforde- rungen Gebäude	Nutzung	☐ EFH/ZFH		☐ MFH		☐ Schule		☐ Büro	
		☒ Andere: Einstellhalle/Werkstatt Gemeindefahrzeuge							
	Wärmeabgabe	☐ Heizkörperheizung		☐ Fussbodenheizung		☐ Deckenheizung			
		☒ Andere: Luftheizapparate							
	Warmwasser	☒ Zentral		☐ Dezentral					
		☐ Wärmepumpe		☒ Elektrisch		☐ Kessel			
	Zukunft	☒ Keine Erweiterungen geplant				☐ Beschreibung im Anhang			
	Gebäude					Planung		QV	
	☐ Wärmedämmnachweis im Anhang							101	
	Energiebezugsfläche (EBF) nach SIA 180/4	[m²]				200		102	
	Heizungsbedarf							103	
	Wärmeleistungsbedarf SIA 384/2 (ohne WG)	[kW]				20		104 BA-EI	
	Wärmegewinn	[kW]						105	
	Heizenergiebedarf ☐ SIA 380/1 ☐ Andere:	[MJ/m²a]				200		106 BA-EI	
	Warmwasserbedarf							107	
	Warmwassertemperatur	[°C]						108	
	Spitzenwert in 10 Minuten	[l/10min]						109	
	Spitzenwert pro Stunde	[l/h]						110	
	Tagesbedarf	[l/d]				vernachlässigbar		111	
	Elektrizitätsbedarf ☐ SIA 380/4 ☐ Andere:							112	
Hochtarif	Winter	[kWh/a]						113	
	Sommer	[kWh/a]						114	
Niedertarif	Winter	[kWh/a]						115	
	Sommer	[kWh/a]						116	

Q-Anforderungen Wärmenutzungs- anlage	Basis*		Planung			QV	
			Auslege- punkt	Bi-P	Heiz- grenze		
		Aussentemperatur	[°C]	-15	2	15	201
		Heizung					202
	M	Vorlauftemperatur	[°C]	55	40	29	203 BA-PL
	M	Rücklauftemperatur	[°C]	40	32	26	204 BA-PL
	M	Wärmeleistungsbedarf	[kW]	123	67	24	205 BA-PL
		Wassererwärmung (Vorwärmung)					206 BA-PL
	B	Vorlauftemperatur (Kessel nur ≤ Bi-P)	[°C]	60	60	50	207 BA-SA
	B	Rücklauftemperatur	[°C]	40	40	35	208 BA-SA
	B	Mittlerer Wärmeleistungsbedarf	[kW]	3	3	3	209 BA-SA
	B	Spitzen-Wärmeleistungsbedarf	[kW]	35	35	25	210 BA-SA
		Einstellhalle/Werkstatt					211 BA-SA
	B	Vorlauftemperatur	[°C]	55	40	29	212 BA-EI
	B	Rücklauftemperatur	[°C]	40	32	26	213 BA-EI
	B	Wärmeleistungsbedarf	[kW]	20	12	5	214 BA-EI
		Massgebender Bedarf gesamt					215 BA-EI
		Hauptvorlauftemperatur	[°C]	55	40	29	216
		Hauptrücklauftemperatur	[°C]	40	32	26	217 BA-PL
		Wärmeleistungsbedarf	[kW]	130	72	30	218 BA-PL
	Spitzen-Wärmeleistungsbedarf	[kW]	150			219 BA-PL	
	Heizenergiebedarf ☒ inkl. el. Direktheiz.	[kWh/a]	310'100			220 BA-PL	
* Datenbasis: M = Messung B = Berechnung S = Schätzung							
Schaltung ☒ RAVEL-Standardschaltung ☒ WN-01--- Var. ☐ A <u>3</u> Gruppen ☒ WN-02--- Var. ☐ A <u>2</u> Gruppen ☒ WW-01-- Var. ☐ A ☐ B ☐ C ☐ WW-02--- Var. ☐ A ☐ B ☐ C ☐ D ☐ Spezielle Schaltung (detailliertes Prinzipschema im Anhang)							

Grundlegenden Wärmeerzeugungsanlage	Wärmepumpe	Fabrikat/Typ:		☐ Geprüft nach EN 255		
		☒ R22	☐ R134a	☐ Propan	☐ Anderes Arbeitsmittel:	
	Wärmequelle	☒ Aussenluft	☐ Erdwärmesonden _____ m		☐ Grundwasser	
		☐ Oberflächenwasser	☐ Andere:			
	Speicher	☐ Ohne Speicher		☒ Techn. Speicher	☐ Wärmespeicher	
		Inhalt: 1'000 l		Max. Schalzhäufigkeit WP: 2mal pro Stunde		
		WP-EIN: 40°		Kessel-EIN:	Kessel-AUS:	
	Heizkessel	Fabrikat/Typ:		☐ Typengeprüft		
		☒ Heizöl EL	☐ Erdgas	☐ Holz	☐ Anderer Brennstoff:	
	Betriebsart	☐ Monovalent		☐ Bivalent-alternativ	☐ Monoenergetisch	
		☒ Bivalent-teilparallel		☐ Bivalent-parallel		
	Schaltung	Aussentemperatur [°C]		Auslegepunkt -15	Teilparallelbetrieb bis -5	Bivalenzpunkt 2
	☒ RAVEL-Standardschaltung und Funktionsbeschreibung					
	☐ WP-01	☐ WP-02	☐ WP-03	☐ WP-04	☐ WP-05	
	☐ WP-06	☐ WP-07	☐ WP-08-----	Var. ☐ A	☒ WP-09-----	
	☐ WP-10-----	Anschl.-Var.	☐ A/C	☐ A/D	☐ B/D	
	☐ Wärmequellenanlage gemäss SWKI-Richtlinie 92-1					
	☐ Spezielle Schaltung (detailliertes Prinzipschema im Anhang)					
	☐ Spezielle Funktionsbeschreibung (detaillierte Beschreibung im Anhang)					

Q-Anforderungen	Instrumentierung	QV
	☒ Instrumentierung gemäss RAVEL-Standardschaltung	301 BA-PL
	☐ Der Bauherr wünscht ausdrücklich keine vollständige Instrumentierung. Auf folgende Instrumente wird verzichtet:	302
	☐ Dort, wo keine Instrumente eingebaut werden, werden Passstücke eingebaut	303
	☐ Spezielle Instrumentierung (detaillierte Beschreibung im Anhang)	304
		305

Q-Anforderungen	Wärmepumpen-anlage	Planung	Toleranz	QV		
					Wärmepumpe	Th-P
Prüfung heizgrad-tagkorrigiert; Tok-ranz enthält zuläs-sige Messgeräte-Abweichung	Aussentemperatur [°C]	-5	2	15		321
	Verd.-Eintrittstemperatur [°C]	-5	2	15		322
	Verd.-Austrittstemperatur [°C]					323
	Verfl.-Eintrittstemperatur [°C]					324
	Verfl.-Austrittstemperatur [°C]	45	45	45		325
	Wärmepumpenleistung [kW]	59	72	105	-5%	326 HE-WP
	☒ Leistungszahl ☐ COP [-]	2,8	3,1	3,9	-10%	327 HE-WP
	Wärmeproduktion [kWh/a]	221'000			+10%	328 BA-PL
	Jahresarbeitszahl [-]	2,8			-10%	329 BA-PL
	Anteil Niedertarif [%]	38			-10%	330 BA-PL
	Betriebsstunden [h/a]	2'900			-15%	331 BA-PL
	Mittlere Laufzeit [min]	80			-25%	332 BA-PL
	Verflüssiger-Durchfluss [m³/h]	7,7				333
	Verflüssiger-Druckabfall [kPa]	10				334
						335
						336
		Wärmequelle				337
		Monat (Minimum/Mittelwert/Maximum)*				338
		Jahresgang* ☐ im Anhang [°C]				339
		Untere Einsatzgrenze [°C]				340
	Jahresentzug [kWh/a]				341	
					342	
	Schallschutz	Tag	Nacht		343	
* Falls nicht witte-rungsabhängig	Gebäudeinneres [dB(A)]	30	25	+5 dB(A)	344 BA-PL	
	Nachbarschaft [dB(A)]	50	40	+5 dB(A)	345 BA-PL	

Q-Anforderungen Zusatzheizung Prüfung heizgrad- tagkorrigiert; Tol- eranz enthält zuläs- sige Messgeräte- Abweichung	Heizkessel		Planung		Toleranz	QV
	Last	[%]		100		361
	Kesselwassertemperatur	[°C]		60		362
	Wärmeleistung	[kW]		150		363
	Abgastemperatur	[°C]		140		364
	Kesselwirkungsgrad	[-]		0,94		365
	Betriebsstunden	[h/a]		570	-15%	366 BA-PL
	Mittlere Laufzeit	[min]	10		-25%	367 BA-PL
	Wärmeproduktion	[kWh/a]	86'000		+10%	368 BA-PL
	Jahresnutzungsgrad	[-]	0,91			369
	Elektrische Hilfsenergie	[kWh/a]	1'300			370
	Elektrische Direktheizung					371
	Heizung	Wärmeleistung [kW]				372
		Wärmeproduktion [kWh/a]				373
Warmwasser	Wärmeleistung [kW]	15			374	
	Wärmeproduktion [kWh/a]	3'100		+10%	375 BA-SA	
Nutzungsgrad	[-]	1,00			376	

Q-Anforderungen Energiekennzahl Prüfung heizgrad- tagkorrigiert; inkl. Messgerätetoleranz	E _{Wärme}	Brennstoff	[MJ/m²a]	Planung	Toleranz	QV
		Elektrizität	[MJ/m²a]	95	+5%	701
	E _{gesamt}	Brennstoff	[MJ/m²a]	85	+5%	702
		Elektrizität	[MJ/m²a]			703
						704

Q-Anforderungen Ausführung ☒ Abnahmeprüfung gemäss SIA 118, Art. 157-164, mit Abnahmeprotokoll SWKI 88-1	Summarische Prüfung (Stichproben)			
	☒ Vollständigkeit gemäss Vertrag	☒ Schalldämmung	☒ Frostschutzsicherheit	
	☒ Wärmedämmung Rohre	☒ Speicheranschlüsse	☐ Hydraulischer Abgleich	
	☒ Wärmedämmung Armaturen	☒ Entlüftungen, Entleerungen	☒ Bezeichnungsschilder	
	☒ Wärmedämmung Speicher	☒ Expansionsanlage	☒ Zugänglichkeit für Revision	
	☒ Korrosionsschutz	☒ Sicherheitsorgane	☒ Elektrischer Anschluss	
	☐ Andere:			QV
	Fachgerechte Ausführung	Arbeitsgattung: Heizung		801 BA-HE
		Arbeitsgattung: Sanitär		802 BA-SA
		Arbeitsgattung: Elektro		803 BA-EL
Die folgenden Q-Anforderungen werden speziell genau geprüft:			804	
Hydraulischer Abgleich			805 BA-HE	
			806	
			807	

Q-Anforderungen Dokumente ☒ Betriebsoptimie- rung: wöchentliche Aufzeichnung der Betriebsdaten durch Betreiber und monatliche Aus- wertung durch Planer(in) ☒ Die Auswertung ist auch dem/der Q-Beauftragten zu senden	Beizubringende Dokumente					QV
	☒ Prinzipschema mit folgenden Eintragungen:					901
	☒ Leistungen ☒ Temperaturen ☒ Durchflüsse ☒ Druckabfälle/Ventilautoritäten					902
	☒ Funktionsbeschreibung					903
	☒ Diagramm mit Temperaturen und Leistungen in Funktion der Aussentemperatur					904
	☒ Revisionspläne					905
	☒ Elektro-Gesamtschema mit Liste der Reglereinstellungen					906
	☐ Softwaredokumentation mit Liste der Reglereinstellungen					907
	☒ Datenblätter Komponenten					908
	☒ Bewilligungen					909
	☒ Elektrizitätswerk ☐ Gewässerschutz ☐ Andere:					910
	☒ Benutzerfreundliche Bedienungsanleitung für den Betreiber					911
	☒ Betriebs- und Wartungskonzept					912
	☒ Aufzeichnungen der Betriebsoptimierung (siehe nebenstehende Anmerkung)					913
	☒ Abnahmeprotokoll					914
	☒ SWKI-Richtlinie 88-1 ☐ Andere:					915
						916

Verzeichnis der Anhänge	Nr.	Beschreibung
	☐ Allgemeine Erläuterungen: Projektbezogene Qualitätssicherung. RAVEL im Wärme- tor, Heft 6. BfK, Bern, 1996. (Bezugsquelle: EDMZ, 3000 Bern, Best.-Nr. 724.353d)	

Besondere Vereinbarungen	Besondere Vereinbarungen		
	☒ Der vorliegende QM-Plan ist durch den Bauherrn genehmigt und durch den Ingenieur als integrierender Bestandteil des Ingenieurvertrags vom <u>15.10.92</u> akzeptiert		
	Ort:		Datum: 14.5.93
	BA	Unterschrift:	
	PL	Unterschrift:	SA Unterschrift:
	EI	Unterschrift:	HE Unterschrift:
	WP	Unterschrift:	EL Unterschrift:

Inhalt	B1 Verantwortlichkeiten
	B2 Dokumente, Ausführung, Energieverbrauch, Energiekennzahl, Wärmenutzungsanlage
	☐ Eigene Seite(n):
	B3 ☒ B3.1 Wärmepumpenanlage ☐ B3.2 Wärmekraftkopplungsanlage
	☐ B3.3 Abwärmenutzungsanlage ☐ B3.4 Lüftungs-WRG-Anlage
	☐ Eigene Seite(n):
	B4 Messungen bei Problemfällen, Mängelliste, Unterschriften Schlussprüfung
	C ☒ Beilage Wirtschaftlichkeit

Projekt	Bezeichnung:	Primarschulhaus . . .
	Strasse:	
	PLZ/Ort:	
	BA Bauherr:	Gemeinde . . .
	Strasse:	
	PLZ/Ort:	
	Telefon:	Fax:

Oberste Leitung für dieses Projekt Bestimmt, welche qualitätssichernden Massnahmen ergriffen werden	Name	Funktion
	H. Müller	Baukommission (Vorsitz)
	K. Meier	Baukommission
	B. Keller	Baukommission
	F. Huber	Q-Beauftragter

Q-Beauftragte(r) für dieses Projekt Realisiert die qualitätssichernden Massnahmen, ist Mitglied der obersten Leitung	Name:	F. Huber
	Firma:	
	Strasse:	
	PLZ/Ort:	
	Telefon:	Fax:

Unternehmen, mit denen Q-Vereinbarungen (QV) getroffen wurden

PL	Unternehmen:
	Funktion: Planer Gesamtanlage
	Q-Beauftr.:
	Strasse:
	PLZ/Ort:
	Telefon: Fax:
	QM-System: ☒ nein ☐ ja ☐ zertifiziert
	QM-Darlegung: ☒ nicht notwendig ☐ notwendig

SA	Unternehmen:
	Funktion: Sanitär-Planer/Installateur
	Q-Beauftr.:
	Strasse:
	PLZ/Ort:
	Telefon: Fax:
	QM-System: ☒ nein ☐ ja ☐ zertifiziert
	QM-Darlegung: ☒ nicht notwendig ☐ notwendig

EI	Unternehmen:
	Funktion: Einstellhallen-Planer
	Q-Beauftr.:
	Strasse:
	PLZ/Ort:
	Telefon: Fax:
	QM-System: ☒ nein ☐ ja ☐ zertifiziert
	QM-Darlegung: ☒ nicht notwendig ☐ notwendig

HE	Unternehmen:
	Funktion: Heizungsinstallateur
	Q-Beauftr.:
	Strasse:
	PLZ/Ort:
	Telefon: Fax:
	QM-System: ☒ nein ☐ ja ☐ zertifiziert
	QM-Darlegung: ☒ nicht notwendig ☐ notwendig

WP	Unternehmen:
	Funktion: WP-Lieferant
	Q-Beauftr.:
	Strasse:
	PLZ/Ort:
	Telefon: Fax:
	QM-System: ☒ nein ☐ ja ☐ zertifiziert
	QM-Darlegung: ☒ nicht notwendig ☐ notwendig

EL	Unternehmen:
	Funktion: Elektro-Installateur
	Q-Beauftr.:
	Strasse:
	PLZ/Ort:
	Telefon: Fax:
	QM-System: ☒ nein ☐ ja ☐ zertifiziert
	QM-Darlegung: ☒ nicht notwendig ☐ notwendig

Prüfung der Q-Anforderungen Dokumente Die Dokumente sind bereits bei der Bereitmeldung zur Schlussprüfung abzuliefern	Vollständigkeit und Qualität der Dokumente			QV	Mängel
	☒ Prinzipschema mit folgenden Eintragungen:			901 BA-PL	o.k.
	☒ Leistungen ☒ Temperaturen ☒ Durchflüsse ☒ Druckabfälle/Ventilaut.			903 BA-PL	o.k.
	☒ Funktionsbeschreibung			904 BA-PL	o.k.
	☒ Diagramm mit Temperaturen und Leistungen in Funktion der Aussatemp.			905 BA-PL	o.k.
	☒ Revisionspläne			906 BA-PL	2
	☒ Elektro-Gesamtschema mit Liste der Reglereinstellungen			907	
	☐ Softwaredokumentation mit Liste der Reglereinstellungen			908 BA-PL	o.k.
	☒ Datenblätter Komponenten			909 BA-PL	o.k.
	☒ Bewilligungen				
	☒ Elektrizitätswerk ☐ Gewässerschutz ☐ Andere:			911 BA-PL	3
	☒ Benutzerfreundliche Bedienungsanleitung für den Betreiber			912 BA-PL	o.k.
	☒ Betriebs- und Wartungskonzept			913 BA-PL	o.k.
	☒ Aufzeichnungen der Betriebsoptimierung			914 BA-PL	o.k.
	☒ Abnahmeprotokoll				
	☒ SWKI-Richtlinie 88-1 ☐ Andere:				

Prüfung der Q-Anforderungen Ausführung Abnahmeprüfung gemäss SIA 118, Art. 157-164, mit Abnahmeprotokoll SWKI 88-1 erfolgte bereits am: 6.10.93	Die folgenden Q-Anforderungen wurden summarisch geprüft (Stichproben):				
	☐ Vollständigkeit gemäss Vertrag	☐ Schalldämmung	☐ Frostschutzsicherheit		
	☒ Wärmedämmung Rohre	☒ Speicheranschlüsse	☐ Hydraulischer Abgleich		
	☒ Wärmedämmung Armaturen	☐ Entlüftungen, Entleerungen	☒ Bezeichnungsschilder		
	☒ Wärmedämmung Speicher	☐ Expansionsanlage	☒ Zugänglichkeit für Revision		
	☐ Korrosionsschutz	☒ Sicherheitsorgane	☒ Elektrischer Anschluss		
	☐ Andere:				
	Fachgerechte Ausführung			801 BA-HE	o.k.
	Arbeitsgattung: Heizung				
	Arbeitsgattung: Sanitär			802 BA-SA	4
	Arbeitsgattung: Elektro			803 BA-EL	o.k.
	Die folgenden Q-Anforderungen wurden speziell genau geprüft:				
	Hydraulischer Abgleich			BA-HE	o.k.

Datenaufnahme Energieverbrauch Gemäss Aufzeichnung der Betriebsoptimierung für die Periode: 94/95 * Datenbasis: M = Messung B = Berechnung S = Schätzung	Basis*	Brennstoffverbrauch	[...]				kWh/a
	M	Total Brennstoffverbrauch Wärme	7'500 kg/a à 11,9 kWh/kg				89'250
		Brennstoffverbrauch Rest					
		Brennstoffverbrauch gesamt					
	M	Elektrizitätsverbrauch	HT/Wi	HT/So	NT/Wi	NT/So	
	M	Wärmepumpe	52'000		33'000		
	M	Warmwasser			6'900		
	S	übrige Hilfsenergie	800		500		
		Total Elektrizitätsverbrauch Wärme	52'800		40'400		93'200
		Elektrizitätsverbrauch Rest					
		Elektrizitätsverbrauch gesamt					

Prüfung der Q-Anforderungen Energiekennzahl Heizgradtag-korrigiert? ☐ ja ☒ nein	Energiebezugsfläche A [m²]			[...]	Istwert	Sollwert	QV	Mängel
	Wärme Brennstoff	B	[MJ/a]	321'000				
	Wärme Elektrizität	C	[MJ/a]	336'000				
	Gesamt Brennstoff	D	[MJ/a]					
	Gesamt Elektrizität	E	[MJ/a]					
	E _{Wärme} Brennstoff	B/A	[MJ/m²a]		89	100	701	o.k.
	E _{Wärme} Elektrizität	C/A	[MJ/m²a]		93	90	702	5
	E _{gesamt} Brennstoff	D/A	[MJ/m²a]				703	
	E _{gesamt} Elektrizität	E/A	[MJ/m²a]				704	

Prüfung der Q-Anforderungen Wärmenutzungsanlage Gemäss Aufzeichnung der Betriebsoptimierung bzw. Momentanwertmessungen	Istwert			Planung			QV	Mängel
	Messung 1	Messung 2	Messung 3	Auslegepunkt	Bi-P	Heizgrenze		
	Aussentemperatur [°C]	0	9	-15	2	15		
	Hauptvorlauftemperatur [°C]	39	33	55	40	29	218 BA-PL	o.k.
	Hauptrücklauftemperatur [°C]	31	28	40	32	26	219 BA-PL	o.k.
	Heizenergiebedarf [kWh/a]	307'100			310'100			222 BA-PL
	☒ inkl. elektrische Direktheizung							o.k.

Prüfung der Q-Anforderungen Instrumentierung ☒ Die Prüfung der Instrumentierung erfolgte bereits anlässlich der Abnahmeprüfung am: 6.10.93	Instrumentierung			QV	Mängel
	☒ Vollständige Instrumentierung gemäss RAVEL-Standardschaltung			301 BA-PL	o.k.
	☐ Unvollständige Instrumentierung gem. QM-Plan (auf Wunsch Baherr)				
	☐ Passtücke eingebaut				
	☐ Spezielle Instrumentierung gemäss QM-Plan			305	
	Fachgerechte Instrumentierung in Bezug auf:				
	Elektrozähler Wärmepumpenanlage				o.k.
	Wärmezähler Wärmepumpenanlage				o.k.
	Betriebsstundenzähler Verdichter				o.k.
	Einschaltimpulszähler Verdichter				o.k.
	Brennstoffzähler Kessel				
	Betriebsstundenzähler Kessel				o.k.
	Einschaltimpulszähler Kessel				o.k.
	Betriebsstundenzähler Elektroheizungsanlage				
	Betriebsstundenzähler Elektroheizungsanlage Warmwasser				o.k.
	Temperaturmesspunkte (z. B. Tauchhülsen)				o.k.

Datenaufnahme Wärmeproduktion Gemäss Aufzeichnung der Betriebsoptimierung für die Periode: 94/95 * Datenbasis: M = Messung B = Berechnung T = Typenprüfung H = Hersteller S = Schätzung	Basis*	Wärmepumpe			[...]	kWh/a
	M	Wärmezähler	A	[kWh/a]	220'000	
	S	Speicherverluste	B	[kWh/a]	1'000	
		Wärmeproduktion	A-B	[kWh/a]		219'000
		Heizkessel				
	M	Brennstoffverbrauch	C	[kWh/a]	89'250	
		Jahresnutzungsgrad	D	[-]	0,91	
		Wärmeproduktion	C · D	[kWh/a]		81'200
		Elektrische Direktheizung				
		Heizung	Betriebsstunden	E	[h/a]	
			Wärmeleistung	F	[kW]	
			Nutzungsgrad	G	[-]	
			Wärmeproduktion	E · F · G	[kWh/a]	
	M	Warmwasser	Betriebsstunden	H	[h/a]	460
	H		Wärmeleistung	J	[kW]	15
			Nutzungsgrad	K	[-]	1,00
			Wärmeproduktion	H · J · K	[kWh/a]	6'900

Prüfung der Q-Anforderungen Wärmepumpenanlage Heizgradtagkorrigiert? ☐ ja ☒ nein	Wärmepumpe			[...]	Istwert	Sollwert	QV	Mängel
	Wärmeproduktion	A	[kWh/a]		219'000	243'000	329 BA-PL	o.k.
	Elektrizitätsverbrauch NT	B	[kWh/a]	33'000				
	Elektrizitätsverbrauch HT	C	[kWh/a]	52'000				
	Jahresarbeitszahl	A/(B+C)	[-]		2,6	2,5	330 BA-PL	o.k.
	Anteil Niedertarif	100 B/(B+C)	[%]		39	34	331 BA-PL	o.k.
	Betriebsstunden	D	[h]		2'850	2'460	332 BA-PL	o.k.
	Einschaltimpulse	E	[-]	2'050				
	Mittlere Laufzeit	60 · D/E	[min]		83	60	333 BA-PL	o.k.

Prüfung der Q-Anforderungen Zusatzheizung Heizgradtagkorrigiert? ☐ ja ☒ nein	Heizkessel			[...]	Istwert	Sollwert	QV	Mängel
	Betriebsstunden	Stufe 1+2	A	[h]	560	480	366 BA-PL	o.k.
	Betriebsstunden	Stufe 2		[h]			366	
	Einschaltimpulse	Stufe 1	B	[-]	4'830			
	Einschaltimpulse	Stufe 2		[-]				
	Mittlere Laufzeit	60 · A/B	[min]		7	7	367 BA-PL	o.k.
	Wärmeproduktion		[kWh/a]		81'200	95'000	368 BA-PL	o.k.
	Elektrische Direktheizung							
	Wärmeproduktion Heizung [kWh/a]						373	
	Wärmeproduktion WW [kWh/a]				6'900	3'400	375 BA-SA	5

Projekt	Bezeichnung:	Primarschulhaus . . .
	Strasse:	
	PLZ/Ort:	

QM-Plan

Grundlegendaten Wirtschaftlich- keit	Allgemeine Inflationsrate (reale Betrachtungsweise, d. h. Inflationsrate = 0,0 %)				[%]	0,0	
	Realer Kalkulationszinssatz				[%]	2,0	
	Reale Kostensteigerung Wartung, Bedienung, Unterhalt				[%]	1,0	
	Betrachtungszeitraum				[Jahre]	15	
	Durchschnittliche Nutzungsdauer				[Jahre]	15	
	Bezug		Effektiver Arbeitspreis [Rp./kWh]	Umweltkostenzuschlag [Rp./kWh]	Berechnungspreis [Rp./kWh]	Reale Kostensteigerung [%]	
	Elektrizität	Winter	HT	17	5,5	22,5	1,0
			NT	11	5,5	16,5	1,0
		Sommer	HT	17	5,5	22,5	1,0
			NT	11	5,5	16,5	1,0
	Spitzenleistung		[Fr./kW]				
	Heizöl EL			3,0	6,0	9,0	2,0
	Erdgas						
	Rücklieferung (bei WKK)						
	Elektrizität	Winter	HT				
			NT				
	Sommer	HT					
		NT					

Q-Anforderungen Wirtschaftlich- keit	Spezifische Wärmegestiegungskosten		Planung	Toleranz	QV
	☐ Werte im ersten Jahr				
	☒ Mittelwerte im Betrachtungszeitraum				
	Reale Kosten dieser Anlage	A [Rp./kWh]			
	Fiktive Kosten Vergleichsanlage	B [Rp./kWh]			
	Verhältnis	A/B [-]	1,00	+10%	

Prüfplan

Prüfung der Q-Anforderungen Wirtschaftlich- keit	Spezifische Wärmegestiegungskosten		[...]	Istwert	Sollwert	QV	Mängel
	☐ Werte im ersten Jahr						
	☒ Mittelwerte im Betrachtungszeitraum						
	Reale Kosten dieser Anlage	A [Rp./kWh]	14,3				
	Fiktive Kosten Vergleichsanlage	B [Rp./kWh]	14,8				
	Verhältnis	A/B [-]		0,97	1,10		o.k.

Wirtschaftlichkeitsrechnung: Reale Kosten dieser Anlage Gemäss Aufzeichnung der Betriebs- optimierung für die Periode:	Kapitalkosten ☒ mit QS ☐ ohne QS		Investitionskosten [Fr.]	Annuität [—]	Jahreskosten im 1. Jahr [Fr./a]	Mittelwertfaktor [—]	Mittlere Jahreslo- sten [Fr./a]
	Nutzungsdauer <u>15</u> Jahre		150'000	0,078	11'700	—	11'700
	Nutzungsdauer _____ Jahre					—	
						—	
	Total Kapitalkosten A				11'700	—	11'700
	Energiekosten		Verbrauch [kWh/a]	Preis pro Einheit [Rp./kWh]			
	Elektrizität	Winter HT	52'800	22,5	11'880	1,080	12'830
		NT	40'400	16,5	6'670	1,080	7'200
	Sommer	HT					
		NT					
	Spitzenleistung [Fr./kW]						
	Heizöl EL		89'250	9,0	8'030	1,167	9'370
	Erdgas						
	Total Energiekosten B				26'580		29'400
	Wartungskosten						
	Fixe Kosten						
	Variable Kosten						
	Total Wartungskosten C				2'500	1,080	2'700
	Ertrag Rücklieferung (bei WKK)		Ertrag [kWh/a]	Preis pro Einheit [Rp./kWh]			
	Elektrizität	Winter HT					
		NT					
	Sommer	HT					
		NT					
	Total Ertrag Rücklieferung D						
	Wärmeproduktion E		[kWh/a]		307'100		307'100
	Wärmegestehungskosten A+B+C-D		[Fr./a]		40'780		43'800
	Spez. Wärmegest.-kost. $100(A+B+C-E)/E$		[Rp./kWh]		13,3		14,3

Wirtschaftlichkeitsrechnung: Fiktive Kosten einer Vergleichs- anlage	Kapitalkosten ☒ mit QS ☐ ohne QS		Investitionskosten [Fr.]	Annuität [—]	Jahreskosten im 1. Jahr [Fr./a]	Mittelwertfaktor [—]	Mittlere Jahreslo- sten [Fr./a]
	Nutzungsdauer <u>15</u> Jahre		100'000	0,078	7'800	—	7'800
	Nutzungsdauer _____ Jahre					—	
						—	
	Total Kapitalkosten A				7'800	—	7'800
	Energiekosten		Verbrauch [kWh/a]	Preis pro Einheit [Rp./kWh]			
	Elektrizität	Winter HT	1'200	22,5	270	1,080	290
		NT	800	16,5	130	1,080	140
	Sommer	HT					
		NT					
	Spitzenleistung [Fr./kW]						
	Heizöl EL Jahresnutzungsgrad <u>90</u> %		341'000	9,0	30'700	1,167	35'800
	Erdgas Jahresnutzungsgrad _____ %						
	Total Energiekosten B				31'100		36'230
	Wartungskosten						
	Fixe Kosten						
	Variable Kosten						
	Total Wartungskosten C				1'200	1,080	1'300
	Ertrag Rücklieferung (bei WKK)		Ertrag [kWh/a]	Preis pro Einheit [Rp./kWh]			
	Elektrizität	Winter HT					
		NT					
	Sommer	HT					
		NT					
	Total Ertrag Rücklieferung D						
	Wärmeproduktion E		[kWh/a]		307'100		307'100
	Wärmegestehungskosten A+B+C-D		[Fr./a]		40'100		45'330
	Spez. Wärmegest.-kost. $100(A+B+C-E)/E$		[Rp./kWh]		13,1		14,8

6. Neue Wege in der Planung

6.1 SIA-Leistungsmodell 95

Die Entwicklung auf dem Bausektor stellt vielfältige neue Anforderungen an alle Beteiligten. Diesen Anforderungen vermag die bisherige, bausummenbezogene Ordnung nicht mehr zu genügen. Dies veranlasste den SIA zur Erarbeitung des SIA-Leistungsmodells 95 (LM 95) mit folgenden wesentlichen Zielsetzungen:

- Dem Auftraggeber steht nur ein verantwortlicher Vertragspartner gegenüber: das Planungsteam. Dieses nimmt die Verantwortung ganzheitlich und spartenübergreifend wahr.
- Die entscheidungsorientierte Phasengliederung umfasst den gesamten Lebenszyklus des Bauwerks. Jede Phase ist durch ein Phasenziel charakterisiert. (Tabelle 43)
- Die einzelnen Phasen sind in ergebnisorientierte Leistungsmodulgegliedert, die auf das jeweilige Modulziel auszurichten sind. Sie umfassen sowohl Leistungen des Planungsteams als auch des Auftraggebers. (Beispiel in Tabelle 44)
- Die leistungsorientierte Honorierung misst sich an den ausgewiesenen Leistungen. Sie richtet sich also nicht mehr nach den Baukosten.



Das SIA-Leistungsmodell 95 ersetzt die bestehenden Ordnungen für Leistungen und Honorare SIA 102, 103 und 108 nicht, sondern ergänzt diese im Bereich der integralen Planung oder Generalplanung.



SIA-Empfehlung 112: Leistungsmodell 95. Teil 1: Unterlagen zur Regelung des Verhältnisses Auftraggeber – Auftragnehmer. Teil 2: Unterlagen zur Regelung des Verhältnisses innerhalb des Auftragnehmerenteams. Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein (SIA), Zürich. (Erscheint 1996, Bezugsquelle: SIA, Postfach, 8039 Zürich)



Teamorientiertes Planen. Impulsprogramm RAVEL, Bundesamt für Konjunkturfragen, Bern. (Erscheint 1996, Bezugsquelle: EDMZ, 3000 Bern)

Phasen LM 95		Phasenziel
1. Strategische Planung		Definition der Anforderungen
2. Vorstudien		Machbarkeit, Standortwahl, Projektdefinition
3. Projektierung	3.1 Vorprojekt	Definition der optimalen baulichen Lösung
	3.2 Bauprojekt	Baureifes Projekt, Definition der Kosten und Termine
4. Realisierung	4.1 Ausschreibung	Vergabereife
	4.2 Ausführung	Projekt- und vertragsgemässe Realisierung des Bauwerks und der technischen Gebäudeausrüstung
	4.3 Inbetriebsetzung	Nachweis der Vertragserfüllung, Ingebrauchnahme
	4.4 Abschluss	Schlussabrechnung, Schlussabnahme
5. Nutzung	5.1 Bewirtschaftung	Optimale Nutzung, Erhaltung und Entwicklung
	5.2 Rückbau	Ökologischer Rückbau und Entsorgung

Tabelle 43: Phasen Leistungsmodell 95

Leistungsmodul	Modulziel	Mögliche Inhalte
512 Betriebsoptimierung	Ressourcenschonender Betrieb	■ Erfassen von Verbrauchsdaten und Messwerten ■ Vergleichen mit Zielvorgaben und interpretieren der Abweichungen ■ Identifizieren von Optimierungspotentialen ■ Planen und durchführen von Massnahmen zur Betriebsoptimierung ■ Erfolgskontrolle

Tabelle 44: Beispiel eines Leistungsmoduls

LM 95 und projektbezogene Qualitätssicherung

Die in diesem Buch postulierten QS-Meilensteine sind in der LM 95 lediglich als «mögliche Inhalte» formuliert:

QS-Meilenstein 1 «Einrichtung des projektbezogenen QM-Systems»

Leistungsmodul: 205 Projektdefinition

Möglicher Inhalt: Festlegen der Qualitätssicherungskonzepte und -anforderungen

QS-Meilenstein 3 «Erstellen des QM-Planes»

Leistungsmodul: 410 Projektumsetzung

Möglicher Inhalt: Erstellen des QM-Planes

QS-Meilenstein 5 «Schlussprüfung mittels Prüfplan»

Leistungsmodul: 512 Betriebsoptimierung

Möglicher Inhalt: Erfolgskontrolle

Kasten 45

6.2 LM 95 und projektbezogene Qualitätssicherung

Keine eigenständigen QS-Leistungsmodule

Das Wichtigste vorweg: LM 95 setzt keine QS-Meilensteine in Form von eigenständigen QS-Leistungsmodulen. Die in diesem Buch postulierten QS-Meilensteine sind in der LM 95 lediglich als «mögliche Inhalte» formuliert (Kasten 45).

Eher «bottom up» als «top down»

LM 95 möchte eine von unten aufbauende Planungsstrategie («bottom up») verfolgen und nicht eine von oben organisierte («top down»). Dies bedeutet, dass man die projektbezogene Qualitätssicherung möglichst weitgehend den firmeneigenen QM-Systemen der Unternehmen überlassen möchte. Bild 46 zeigt das Verhältnis zwischen Auftraggeber (z.B. Bauherr) und Auftragnehmer (z. B. Planer) nach diesen Vorstellungen:

- Die Projektanforderungen des Auftraggebers werden einer Risikoanalyse unterzogen und nur Q-Anforderungen mit besonders grossen Risiken werden als QM-Vorgaben formuliert
- Nur diese ausgewählten Q-Anforderungen werden im QM-Plan festgeschrieben und durch entsprechende Q-Vereinbarungen im Vertrag abgesichert

6.3 Wie weit ist LM 95 auf die hier behandelten Projekte anwendbar?

Unterschiede zur Ausgangslage LM 95

In diesem Buch geht es allein um Haustechnikprojekte, speziell um Wärmepumpen-, Wärmekraftkopplungs-, Wärmerückgewinnungs- und Abwärmenutzungsprojekte. Es gilt deshalb zwei wesentliche Unterschiede zur Ausgangslage LM 95 zu beachten:

- Die Realisierung im Rahmen eines Planungsteams wäre zwar interessant, dürfte hier aber eher die Ausnahme als die Regel sein
- Hier wird kein Gesamt-Bauprojekt behandelt, sondern ein Haustechnikprojekt, welches eigenständig (bestehender Bau) oder in einem Gesamt-Bauprojekt integriert sein kann (Neubau)

Immer wieder die Gretchenfrage «Wie steht's um die Unabhängigkeit des/der Q-Beauftragten?»

Bei einem professionellen Bauherrn ist der unabhängige Q-Beauftragte in der Person des jeweiligen Projektleiters bereits vorhanden. Lediglich der Stellenbeschrieb muss den neuen Anforderungen angepasst werden. Bei nichtprofessionellen Bauherrn muss von Fall zu Fall durch den Bauherrn selbst entschieden werden, welchen Weg er wählen will:

- Der Bauherr ist sein eigener Q-Beauftragter, möglichst mit fachlicher Beratung z. B. durch Infoenergie oder eine kantonale Energiefachstelle
- Der Bauherr beauftragt einen/eine unabhängige(n) Q-Beauftragte(n)
- Es gelingt dem/der Planer(in) bzw. dem Planungsteam gegenüber dem Bauherrn das notwendige Vertrauen in ein planungsseitiges QM-System zu schaffen (QM-Darlegung)

Mit dem Ansatz in Bild 46 lässt sich leben, wenn die nachfolgend beschriebenen Bedingungen erfüllt werden.

Bedingung 1: Die Risikoanalyse muss stimmen

Es wurde bereits mehrfach gesagt: Haustechnikanlagen arbeiten häufig nicht so, wie man sich dies ursprünglich bei der Planung vorgestellt hatte. Oft ist nicht einmal bekannt, wie die betroffene Haustechnikanlage überhaupt arbeiten sollte, weil eine brauchbare Anlagedokumentation mit Funktionsbeschreibung und Bedienungsanleitung gar nicht vorhanden ist.



Die Erfahrungstatsache, dass das Risiko für Planungsfehler bei Haustechnikprojekten besonders gross ist, darf nicht ignoriert werden. Die RAVEL-QM-Pläne wurden speziell unter diesem Gesichtspunkt erstellt.

Bedingung 2: Die Grenze zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer darf nicht weiter nach links rutschen

Es gibt Leute – vor allem auf der Planungsseite –, die sähen es ganz gerne, wenn in Bild 46 die Grenze zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer noch weiter links gezogen würde.

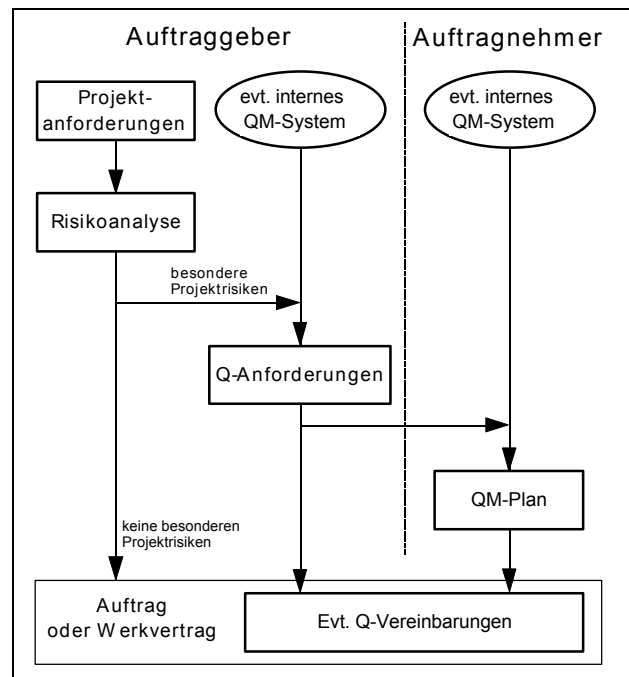


Bild 46: Verhältnis zwischen Auftraggeber (z.B. Bauherr) und Auftragnehmer (z.B. Planer) bezüglich projektbezogener Qualitätssicherung (Quelle: ETHZ, Prof. Schalcher)

➤ Ein Minimum an klar formulierten Qualitätsanforderungen – aufgrund einer Risikoanalyse (siehe Bedingung 1) – muss in jedem Falle durch den Auftraggeber (Bauherr) vorgegeben werden. Die RAVEL-QM-Pläne helfen dem Bauherrn, entsprechende Qualitätsanforderungen zu formulieren.

Bedingung 3: Der/die Planer(in) bzw. das Planungsteam muss glaubhaft darlegen, wie es die geforderte Qualität zu erbringen gedenkt

Die heutige «Philosophie» der Qualitätssicherung geht vor allem dahin, dass Vertrauen geschaffen werden soll, durch die Erkenntnis aller Beteiligten, dass festgelegte Anforderungen – dank Qualitätssicherung – regelmässig erfüllt werden. Es liegt also vor allem an der Planungsseite dieses Vertrauen zu schaffen.

➤ Der/die Planer(in) bzw. das Planungsteam soll dem Bauherrn glaubhaft darlegen, wie es die geforderte Qualität zu erbringen gedenkt (externe QM-Darlegung). Ein zertifiziertes QM-System ist dabei hilfreich. Aber allein schon das vollständige Ausfüllen des RAVEL-QM-Planes ist mindestens ein Indiz für eine gewissenhafte Planung. Eine erfolgreiche Schlussprüfung schafft erst recht Vertrauen für weitere Projekte!

7. Juristische Hinweise

7.1 QM-Plan als Arbeitspapier

Der QM-Plan muss nicht zwingend zum Vertragsbestandteil erklärt werden. Auch als nicht gegenseitig unterzeichnetes Arbeitspapier kann er seinen Zweck erfüllen. Dazu wird der vom Planer oder der Planerin erstellte QM-Plan an einer Sitzung mit allen Beteiligten besprochen und abgegeben. Im Protokoll wird entsprechend protokolliert: «Der QM-Plan wurde den beteiligten Unternehmen abgegeben. Diese erklärten sich mit den darin definierten Q-Anforderungen einverstanden.» Damit wird zwar keine juristisch einwandfreie Absicherung erreicht, aber jeder der Beteiligten weiss, was von ihm erwartet wird.

7.2 QM-Plan als Bestandteil des SIA-Werkvertrags 1023

Juristische Bedeutung des Werkvertrags

Das Obligationenrecht (OR) definiert in Art. 363: «Durch den Werkvertrag verpflichtet sich der Unternehmer zur Herstellung eines Werkes und der Besteller zur Leistung einer Vergütung.»

Das Ergebnis des Werkvertrags ist also das darin beschriebene Werk, in unserem Falle eine Haus-technikanlage. Der Unternehmer haftet dafür, dass das Werk mängelfrei und für den vertraglich vorgesehenen Verwendungszweck tauglich ist (Erfolgshaftung).

SIA-Norm 118 «Allgemeine Bedingungen für Bauarbeiten»

Typische, immer wiederkehrende Vertragsinhalte werden üblicherweise in sogenannten «Allgemeinen Vertragsbedingungen» formuliert. Diese brauchen dann im individuellen Vertragstext nur noch zum Vertragsbestandteil erklärt zu werden. Dies ist auch beim SIA-Werkvertrag 1023 mit der SIA-Norm 118 der Fall. Von besonderer juristischer Bedeutung sind hierbei die Abnahme und die Schlussprüfung (Kasten 47).

Der QM-Plan wird Bestandteil des Werkvertrags

Da der QM-Plan zum Zeitpunkt des Vertragsabschlusses bereits fertig vorliegt, kann dieser problemlos zum Vertragsbestandteil erklärt werden. Kasten 48 zeigt ein Beispiel.

Zwei Punkte gilt es besonders zu beachten:

Abnahme (SIA-Norm 118, Art. 157-164)

Artikel 157² sagt, was die Abnahme rechtlich bedeutet: «Mit der Abnahme ist das Werk (oder der Werkteil) abgeliefert. Es geht in die Obhut des Bauherrn über; dieser trägt fortan die Gefahr. Sowohl die Garantie- als auch die Verjährungsfrist für Mängelrechte des Bauherrn beginnen zu laufen.»

Artikel 158 sagt, dass der Unternehmer die Vollendung des Werkes dem Bauherrn anzeigt, worauf eine gemeinsame Prüfung innert Monatsfrist durchzuführen ist.

Die Artikel 159-163 beschreiben die verschiedenen Möglichkeiten der Abnahme:

- Abnahme des mängelfreien Werks
- Abnahme bei unwesentlichen Mängeln
- Zurückstellung bei wesentlichen Mängeln
- Abnahme trotz wesentlicher Mängel
- Abnahme bei Verzicht auf Geltendmachung von Mängeln

Bei Artikel 163³ ist Vorsicht geboten. Er lautet: «Stillschweigender Verzicht [auf die Geltendmachung von Mängeln] wird vermutet für erkannte Mängel, die ein allfälliges Prüfungsprotokoll nicht aufführt; ferner für Mängel, die bei der gemeinsamen Prüfung offensichtlich waren, jedoch nicht geltend gemacht wurden. Im zweiten Falle ist die Vermutung unwiderleglich.» Was sind «erkannte Mängel, die ein allfälliges Prüfungsprotokoll nicht aufführt»?

➡ Bei der Abnahme (z.B. mit dem SWKI-Abnahmeprotokoll) muss beachtet werden, dass die Mängelfreiheit des Werkes erst bei der Schlussprüfung (mit Prüfplan) kurz vor Ablauf der Garantiefrist anerkannt wird. Bei der Unterzeichnung der Abnahme ist deshalb ein entsprechender Vorbehalt anzubringen: «Abnahme unter dem Vorbehalt der Geltendmachung von Mängeln, die bei der Schlussprüfung festgestellt werden.»

Ein weiterer Fallstrick könnte auch Artikel 164⁴ sein: «Unterbleibt nach Anzeige der Vollendung die gemeinsame Prüfung innert Monatsfrist deswegen, weil entweder keine der Parteien die Prüfung verlangt oder von Seiten des Bauherrn die Mitwirkung unterlassen wird, so gilt das Werk (oder der Werkteil) nach Ablauf dieser Frist dennoch als abgenommen.»

Schlussprüfung (SIA-Norm 118, Art. 177)

Artikel 177 lautet: «Auf Verlangen der einen oder anderen Seite ist vor Ablauf der Garantiefrist (Rügefrist) der Zustand des Werkes zur Beweissicherung gemeinsam festzustellen. Über diese Schlussprüfung wird ein Protokoll aufgenommen und von den Beteiligten unterschriftlich anerkannt.»

Die Schlussprüfung soll in jedem Falle erfolgen: Mit Hilfe des Prüfplanes wird geprüft, ob die im QM-Plan vereinbarten Q-Anforderungen eingehalten wurden.

Kasten 47

Beispiel: So kann der QM-Plan zum Bestandteil des Werkvertrags erklärt werden

Artikel 8 «Besondere Vereinbarungen» des SIA-Werkvertrags 1023 wird wie folgt ergänzt:
Der beiliegende QM-Plan bildet einen integrierenden Bestandteil dieses Werkvertrags. Der Unternehmer verpflichtet sich, die im QM-Plan mit BA-UN* bezeichneten Q-Vereinbarungen einzuhalten und die mit UN-SL* bezeichneten Q-Vereinbarungen an seine Sublieferanten weiterzugeben. Bei sich widersprechenden Vertragsbestandteilen gilt der QM-Plan.

*Selbstverständlich sind die tatsächlich im QM-Plan verwendeten Kürzel einzusetzen; in diesem Beispiel bedeuten BA= Bauherr, UN = Unternehmer, SL = Sublieferant des Unternehmers

Kasten 48

Beispiel: So kann der QM-Plan zum nachträglichen Bestandteil des Ingenieurvertrags erklärt werden

Artikel 11 «Besondere Vereinbarungen» des SIA-Vertrags für Ingenieurleistungen 1008 wird wie folgt ergänzt:
Der Ingenieur verpflichtet sich, am Ende der Projektphase Q-Anforderungen und Q-Vereinbarungen in Form eines QM-Planes bekanntzugeben und nach erfolgter Genehmigung durch den Bauherrn als integrierenden Vertragsbestandteil zu akzeptieren. Der Ingenieur verpflichtet sich, die im QM-Plan mit BA-IN* bezeichneten Q-Vereinbarungen einzuhalten und die mit IN-SP* bezeichneten Q-Vereinbarungen an seine Subplaner weiterzugeben. Bei sich widersprechenden Vertragsbestandteilen gilt der QM-Plan.

*Selbstverständlich sind die tatsächlich im QM-Plan verwendeten Kürzel einzusetzen; in diesem Beispiel bedeuten BA = Bauherr, IN = Ingenieur, SP = Subplaner

Kasten 49

- Q-Vereinbarungen des Unternehmers mit seinen Sublieferanten sind an diese weiterzugegeben
- Die Rangordnung sich widersprechender Vertragsbestandteile muss klar definiert werden

7.3 QM-Plan als Bestandteil des SIA-Ingenieurvertrags 1008

Juristische Bedeutung des Ingenieurvertrags

Im Vergleich zum Werkvertrag ist beim Ingenieurvertrag nicht ausschliesslich ein materiell fassbares Werk Gegenstand des Vertrages – beispielsweise eine Haus technikanlage –, sondern auch eine immaterielle (geistige) Leistung. Die rechtliche Qualifikation des Ingenieurvertrags ist umstritten.

Werkvertragsrecht gilt gemäss aktueller bundesgerichtlicher Rechtssprechung für die Herstellung von Plänen («der Arbeitserfolg, der in einer Sache bzw. in einem Plan dauernde Gestalt annimmt»).

Auftragsrecht gilt für Bauleitung, Koordination, Beaufsichtigung, Arbeitsvergabe usw. Bei diesen Leistungen haftet der Ingenieur nicht für den Erfolg seiner Bemühungen (Erfolgshaftung), sondern lediglich für die sorgfältige Erbringung seiner Leistungen nach den anerkannten Regeln der Technik (Sorgfaltshaftung). Der Ingenieur kann hier nur zur Rechenschaft gezogen werden, wenn ihm eine Verletzung seiner Sorgfaltspflicht nachgewiesen werden kann. Entsprechend genau muss vereinbart werden, was «nach den anerkannten Regeln der Technik» bedeutet. Der QM-Plan ist eine Grundlage dazu.

Der QM-Plan wird zum nachträglichen Bestandteil des Ingenieurvertrags

Im Unterschied zum Werkvertrag steht der QM-Plan bei Vertragsabschluss noch nicht zur Verfügung. Dieser kann deshalb nur indirekt zum Vertragsbestandteil erklärt werden. Kasten 49 zeigt ein Beispiel.

Drei Punkte gilt es besonders zu beachten:

- Der QM-Plan muss nachträglich vom Ingenieur als Vertragsbestandteil akzeptiert werden
- Q-Vereinbarungen des Ingenieurs mit Subplanern müssen an diese weitergegeben werden
- Die Rangordnung sich widersprechender Vertragsbestandteile muss klar definiert werden

7.4 Struktur der Verträge und der Q-Vereinbarungen

➔ **Wichtiger Grundsatz:** Die Struktur der Verträge und die Struktur der Q-Vereinbarungen muss übereinstimmen.

Einzelbeauftragung

Das übliche Vertragsverhältnis der Einzelbeauftragung zeigt Bild 50a: Der Bauherr schliesst einen Ingenieurvertrag mit dem Planer und parallel dazu Werkverträge mit den ausführenden Unternehmen ab. Die Unternehmen können wiederum Verträge mit ihren Sublieferanten haben.

Nachteilig an dieser Struktur ist, dass die Zuordnung der Verantwortlichkeit für einen Mangel oft nicht 100%ig klar ist. Beispielsweise kann bei einer schlechten Jahresarbeitszahl nicht mit Sicherheit der Planer verantwortlich gemacht werden, auch ein Ausführungsmangel oder eine schlechte Leistungszahl der Wärmepumpe könnte die Ursache sein.

Generalunternehmer, Generalplaner, Totalunternehmer, Arbeitsgemeinschaft

Um den geschilderten Nachteil zu umgehen, möchte der Bauherr mit einer einzigen, alleinverantwortlichen Partei einen Vertrag abschliessen. Drei häufige anzutreffende Möglichkeiten sind:

- Er schliesst einen Werkvertrag mit einem Generalunternehmer ab, der die notwendigen Subunternehmer und Sublieferanten bezieht (Bild 50b)
- Er schliesst einen Ingenieurvertrag mit einem Generalplaner ab, der die erforderlichen Subplaner beauftragt (Bild 50c)
- Er schliesst einen Werkvertrag mit einem Totalunternehmer ab, der sowohl Subunternehmer und Sublieferanten als auch Subplaner bezieht (Bild 50d)

Die einzelnen Leistungsträger können sich auch zu einer Arbeitsgemeinschaft (ARGE) zusammenschliessen und als Einheit gegenüber dem Bauherrn auftreten. Die ARGE ist keine juristische Person, sie haftet dem Bauherrn gegenüber solidarisch im sogenannten Ausseneverhältnis. Dies bedeutet, dass der Bauherr ein beliebiges Mitglied der ARGE für die volle Leistungserbringung behaften kann. Entsprechend wichtig ist der Gesellschaftsvertrag der ARGE, der das sogenannte Inneneverhältnis regelt.

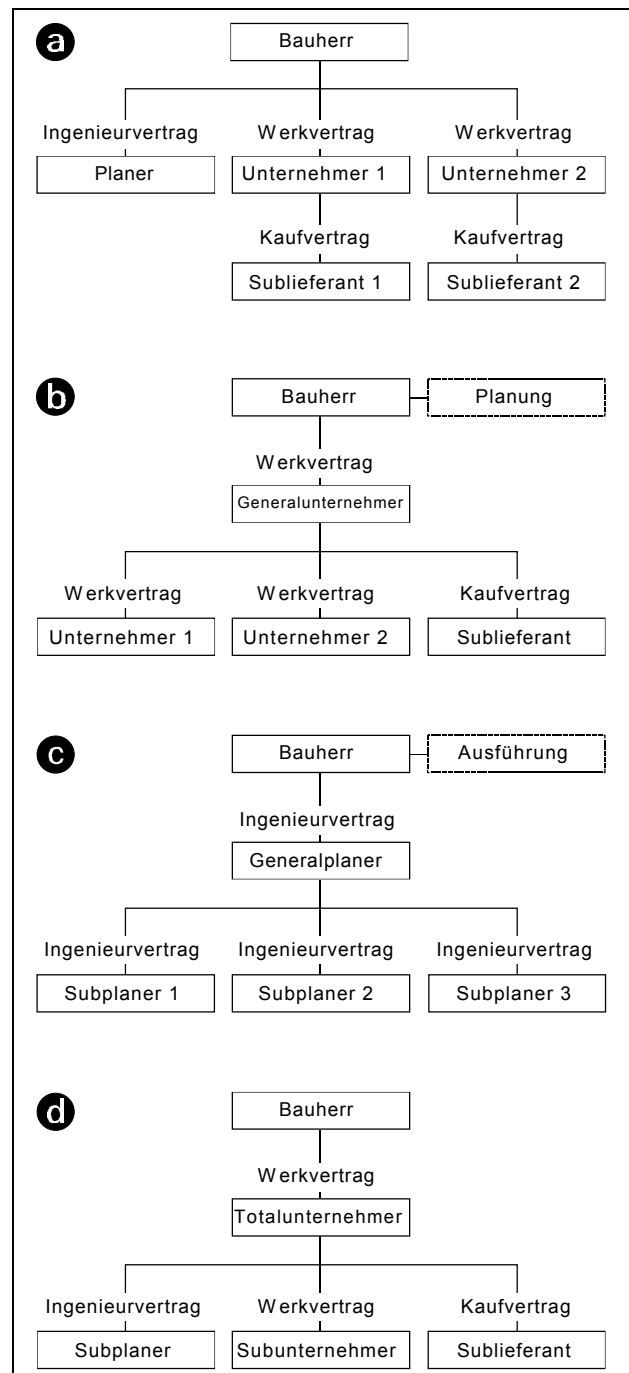


Bild 50: Beispiele für Strukturen von Verträgen. Die Q-Vereinbarungen müssen die gleiche Struktur wie die Verträge aufweisen!

Wie steht's um die Verantwortlichkeit des Q-Beauftragten?

Der Q-Beauftragte steht gegenüber dem Bauherrn in einem Vertragsverhältnis ähnlich demjenigen des Planers. Grundsätzlich gilt also das zum Ingenieurvertrag Gesagte (Abschnitt 7.3).

In seiner Funktion als Q-Beauftragter ist er lediglich für die fachgerechte Realisierung der qualitätssichernden Massnahmen verantwortlich.

Etwas anders sieht die Sache aus, wenn der Q-Beauftragte auch Planungsfunktion übernimmt. Dann haftet er selbstverständlich auch in diesem Bereich.



Die Funktion als Q-Beauftragter und eine allfällige Planungsfunktion sollten vertragsmässig strikte getrennt werden. Mit dem RAVEL-QM-Plan ist dies problemlos möglich, indem der Q-Beauftragte, der auch Planungsfunktion übernimmt, doppelt aufgeführt wird – sowohl als Q-Beauftragter wie als Planer. Nur in seiner Funktion als Planer kann er Q-Vereinbarungen eingehen.

Kasten 51

7.5 Mängelrüge und Sanktionen

Mängelrüge

Zunächst geht es darum, einen festgestellten Mangel unverzüglich zu rügen – aus Gründen der Beweis-sicherung am besten schriftlich und eingeschrieben (mit dem Prüfplan kein Problem). Dann stehen sowohl beim Werkvertrag wie beim Ingenieurvertrag folgende Möglichkeiten zur Wahl (juristisch: Rechtsbehelfe), die gegebenenfalls mit Schadenersatzforderungen verbunden werden können:

- Nachbesserung
- Preisminderung
- Wandlung, d. h. Rückgängigmachung des Vertrags (bei unbeweglichen Werken nur ausnahmsweise möglich!)

Mängelbehebung durch Dritte

Wenn die aufgeführten Rechtsbehelfe nicht zu einer befriedigenden Lösung führen, bleibt dem Auftraggeber noch die Möglichkeit, den Mangel durch Dritte beheben zu lassen und die dafür entstandenen Kosten beim Schuldigen einzufordern. Dabei darf aber die Beweis-sicherung nicht vernachlässigt werden!

Im Werkvertrag wird üblicherweise mit dem Unternehmer eine Bank- oder Versicherungsgarantie über 10% der Bausumme vereinbart. Wenigstens diese Summe steht sicher zur Verfügung, um einen allfälligen Schaden zu beheben. Eine Bank- oder Versicherungsgarantie könnte auch vom Ingenieur verlangt werden.

Vertragsstrafe (Konventionalstrafe), Bonus-Malus

Eine weitere Möglichkeit ist die Vereinbarung einer Vertragsstrafe (Konventionalstrafe) für nicht erreichte technische Garantiedaten. Der Vertragstext dazu könnte etwa lauten: «Die Vertragsstrafe für Nichterfüllung der im QM-Plan festgelegten Q-Anforderungen wird auf maximal 10% der Vertragssumme festgelegt. Die Entschädigung wird nach Ablauf einer Nachbesserungsfrist von 6 Monaten fällig.»

Auch Bonus-Malus-Abmachungen sind möglich – Bonus bei Übererfüllung der technischen Garantiedaten. Dabei sollte jedoch Honorierung von Überqualität vermieden werden!

Index Kapitel 1–7

- Abnahme 6; 7; 20; 47
Akkreditierung 13
anerkannte Regeln der Technik 21
Arbeitsgemeinschaft 49
Auftragsrecht 48
Begriffe 5; 10
Betriebsoptimierung 20; 32; 43
Bonus-Malus 50
Coefficient of Performance 24
COP 24
Einwände gegen Qualitätssicherung 8
Einzelbeauftragung 49
Elektro-Thermo-Verstärkung 26
Emissionsgrenzwerte BHKW 25
Energiekennlinie 29
Energiekennzahl 26
Enthalpiewirkungsgrad 25
ETV 26
Fallbeispiel Wärmepumpenanlage 27
Generalplaner 49
Generalunternehmer 49
Grundsätze des Qualitätsmanagements im Schweizer Bauwesen 14; 16
Heizenergiebedarf 21; 23
Heizkessel 24
Ingenieurvertrag 48
Instrumentierung 8
Jahresarbeitszahl 24
Jahresnutzungsgrad BHKW 25
JAZ 24
Juristische Hinweise 47
Kapitel der Norm 10; 11
Kessel-Jahresnutzungsgrad 24
Kesselwirkungsgrad 24
Konventionalstrafe 50
Kosten 8
Leistungsmodell 95 6; 43
Leistungszahl 24
Mängelbehebung durch Dritte 50
Mängelrüge 50
Meilensteine 6; 44
Messungen 29
Nachbesserung 50
Netto-Energierückgewinn WRG 25
Normenreihe SN EN ISO 9000 bis 9004 9
Nutzungsgrad WRG 25
oberste Leitung 5; 17; 29
oberste Leitung (Begriff) 11
Planungsablauf 15
Preisminderung 50
Prinzipschema 31; 32
projektbezogene Qualitätssicherung 5; 14
Prüfplan 20; 32
Q-Beauftragte(r) 5; 17; 29; 45; 50
Q-Beauftragte(r) (Begriff) 11
QM-Darlegung 20; 46
QM-Darlegung (Begriff) 11
QM-Handbuch 13
QM-Handbuch (Begriff) 12
QM-Plan 5; 6; 7; 14; 17; 18; 30; 32
QM-Plan (Begriff) 12
QM-Plan als Arbeitspapier 47
QM-Plan als Bestandteil des SIA-Ingenieurvertrags 48
QM-Plan als Bestandteil des SIA-Werkvertrags 47
QM-System 5; 6; 17; 18
QM-System (Begriff) 11
QS-Plattform 14; 16
Qualität (Begriff) 9; 10
Qualitätsmanagement (Begriff) 11
Qualitätsmanagementsystem (Begriff) 11
Qualitätspolitik (Begriff) 11
Qualitätssicherung (Begriff) 11
Regeln der Technik 21
Risikoanalyse 45
Sanktionen 50
Schlussprüfung 6; 7; 32
SIA-Merkblatt 2007 10; 14; 15
Standardschaltungen 32
Struktur der Verträge und der Q-Vereinbarungen 49
Temperaturwirkungsgrad 25
Totalunternehmer 49
Typenprüfung 8; 12; 15
Überqualität 9
Unternehmen Bauherr 16
unternehmensbezogene Qualitätssicherung 13
Versicherungsgarantie 50
Vertragsstrafe 50
Wandlung 50
Wärmekraftkopplung 25
Wärmeleistungsbedarf 21; 22
Wärmepumpen 24
Wärmepumpenprüfung nach EN 255 12
Wärmerückgewinnung und Abwärmenutzung 25
W-CALC (Software) 21
Werkvertrag 47
Werkvertragsrecht 48
WKK-CALC (Software) 21
WP-CALC (Software) 21
YUM WP/Holz (Software) 21
Zertifizierung 8; 13; 15
Zertifizierungsstellen 12

Anhang: Kopiervorlagen

Projektbezogene Qualitätsicherung in Kürze

- Im QM-Plan werden Q-Anforderungen in Form von Q-Vereinbarungen geregelt.
- Die vorgegebenen Q-Vereinbarungen (QV) können beliebig gestrichen oder ergänzt werden (direkt im Formular oder als Anhang). Wer mit wem welche Q-Vereinbarungen trifft, ist völlig offen. Q-Vereinbarungen werden als Kürzel in die dafür vorgesehenen Felder eingetragen. Damit können Q-Vereinbarungen mit beliebig vielen Unternehmen in einem einzigen QM-Plan geregelt werden.
- Die Begriffe oberste Leitung und Q-Beauftragte(r) sind entsprechend der Norm SN EN ISO 9000 zu verstehen (ausführliche Beschreibung in den Kapiteln 2 und 3). Auf die Verwendung neuer Ausdrücke (z.B. «Energiebeauftragter», «Prüfingenieur» usw.) wurde bewusst verzichtet, da dies nur Verwirrung stiften würden.
- Die Doppelfunktion Q-Beauftragte(r) und Planer(in) ist möglich, wenn das Folgende beachtet wird:
 - Einzig und allein der Bauherr entscheidet, ob er diese Doppelfunktion akzeptieren will
 - Der/die Planer(in) ist sowohl als Q-Beauftragte(r) wie auch als Unternehmen aufzuführen
 - Der Bauherr kann eine QM-Darlegung verlangen, in welcher der/die Planer(in) darlegt, wie sichergestellt wird, dass die Q-Anforderungen trotz der Doppelfunktion erfüllt werden
- Die Q-Anforderungen für die Gesamt-Planung sind sehr einfach festzuhalten, wenn RAVEL-Standard-schaltungen verwendet werden. Für spezielle Schaltungen wird empfohlen, firmeneigene Standardschaltungen nach dem Muster von RAVEL zu entwerfen.
- Bei den Q-Anforderungen für die Ausführung ist es empfehlenswert – neben der fachgerechten Ausführung – , einige Punkte zu definieren, die besonders genau geprüft werden.
- Die Toleranz muss neben der zulässigen Planungsabweichung auch die zulässigen Toleranzen der Komponenten und Messgeräte enthalten.
- Bei den speziell markierten Q-Vereinbarungen sollte im Normalfall eine Eintragung erfolgen. Ob dabei auch eine eindeutige Abmachung zwischen zwei Parteien getroffen wird (Kürzel-Eintrag), bleibt dem Anwender überlassen. (Beispiel: Q-Vereinbarungen über Energiekennzahlen oder Wirtschaftlichkeit können oft nicht eindeutig zugeordnet werden.)

Übersicht

- A QM-Plan
 - A1 Verantwortlichkeiten
 - A2 Gebäude, Wärmenutzungsanlage
 - A3.1 Wärmepumpenanlage
 - A3.2 Wärmekraftkopplungsanlage
 - A3.3 Abwärmennutzungsanlage
 - A3.4 Wärmerückgewinnungsanlage
 - A4 Energiekennzahlen, Ausführung, Dokumente, Anhänge, Besondere Vereinbarungen

Normalerweise hat der QM-Plan 4 Seiten, die allgemeinen Seiten A1, A2 und A4 sowie eine anlagebezogene Seite A3.x. Bei gemischten Anlagen können auch mehrere der vorliegenden Seiten verwendet werden. Es bleibt dem Anwender überlassen, weitere Seiten zu entwerfen (Beispiele siehe unten).
 - B Prüfplan
 - B1 Verantwortlichkeiten
 - B2 Dokumente, Ausführung, Energieverbrauch, Energiekennzahl, Wärmenutzungsanlage
 - B3.1 Wärmepumpenanlage
 - B3.2 Wärmekraftkopplungsanlage
 - B3.3 Abwärmennutzungsanlage
 - B3.4 Wärmerückgewinnungsanlage
 - B4 Messungen bei Problemfällen, Mängelliste, Unterschriften Schlussprüfung

Das zum QM-Plan gesagte gilt analog auch für den Prüfplan.
 - C Beilage Wirtschaftlichkeit
 - C1 QM-Plan, Prüfplan
 - C2 Wirtschaftlichkeitsrechnung reale Anlage und fiktive Vergleichsanlage

Q-Vereinbarungen zur Wirtschaftlichkeit können mittels dieser Beilage getroffen und geprüft werden.
- Beispiele für noch fehlende Seiten
- A2.2 Datenaufnahme/Grundlagendaten Gebäude inkl. Kälte
 - A2.3 Wärmenutzungsanlage (eigene Seite)
 - A2.4 Kältenutzungsanlage
 - A3.5 Mehrkesselanlage
 - A3.6 Holzkesselanlage
 - A3.7 Kälteerzeugungsanlage usw.
 - B2.2 Dokumente, Ausführung, Energieverbrauch, Energiekennzahl inkl. Kälte
 - B2.3 Wärmenutzungsanlage (eigene Seite)
 - B2.4 Kältenutzungsanlage
 - B3.5 Mehrkesselanlage
 - B3.6 Holzkesselanlage
 - B3.7 Kälteerzeugungsanlage usw.

Kasten 1

Hinweise zur Wirtschaftlichkeitsrechnung

Da man aus Gründen der Akzeptanz den QM-Plan auf 4 Seiten beschränken wollte, wurde die Wirtschaftlichkeitsrechnung als Beilage konzipiert. Damit sollten jedoch Wirtschaftlichkeitsüberlegungen nicht auf's «Abstellgleis» geführt werden!

Ausführlich wird die Wirtschaftlichkeitsrechnung in der nachstehenden RAVEL-Publikation beschrieben, insbesondere auch die Umweltkostenzuschläge.



Müller, André und Felix Walter: RAVEL zahlt sich aus. Praktischer Leitfaden für Wirtschaftlichkeitsberechnungen. Bern: Bundesamt für Konjunkturfragen, 2. erweiterte Auflage 1994. (Bezugsquelle: EDMZ, 3000 Bern, Best.-Nr. 724.397.42.01 d)

Kasten 2

■ Wie weit dann über die getroffenen Q-Vereinbarungen auch noch eine juristische Absicherung erfolgt – insbesondere über allfällige Sanktionen! –, bleibt ebenfalls dem Anwender überlassen.

■ Der Prüfplan ist ein Hilfsmittel zur Schlussprüfung des Projektes gemäss SIA 118, Art. 177. Es werden lediglich die wichtigsten Q-Vereinbarungen geprüft.

■ QM-Plan und Prüfplan haben die gleiche Numerierung der Q-Vereinbarungen. Damit wird das Übertragen der Q-Anforderungen und Q-Vereinbarungen erleichtert.

■ Die Prüfung der Ausführung und der Instrumentierung sollte sinnvollerweise bereits bei der Abnahme erfolgen (SIA 118, Art. 157-164).

■ Die Beilage Wirtschaftlichkeit kann sowohl beim QM-Plan wie beim Prüfplan verwendet werden, wenn auch Wirtschaftlichkeits-Q-Vereinbarungen getroffen werden sollen (vgl. auch Kasten 2).



QM-PLAN

A

Inhalt	A1 Verantwortlichkeiten
	A2 Gebäude, Wärmenutzungsanlage
	☐ Eigene Seite(n):
	A3 ☐ A3.1 Wärmepumpenanlage ☐ A3.2 Wärmekraftkopplungsanlage
	☐ A3.3 Abwärmenutzungsanlage ☐ A3.4 Lüftungs-WRG-Anlage
	☐ Eigene Seite(n):
A4 Energiekennzahl, Ausführung, Dokumente, Anhänge, Besondere Vereinbarungen	
C ☐ Beilage Wirtschaftlichkeit	

Projekt	Bezeichnung:
	Strasse:
	PLZ/Ort:
	Bauherr:
	Strasse:
	PLZ/Ort:
Telefon:	
Fax:	

Oberste Leitung für dieses Projekt Bestimmt, welche qualitätssichernden Massnahmen ergriffen werden	Name	Funktion

Q-Beauftragte(r) für dieses Projekt Realisiert die qualitätssichernden Massnahmen, ist Mitglied der obersten Leitung	Name:
	Firma:
	Strasse:
	PLZ/Ort:
	Telefon:
	Fax:

Unternehmen, mit denen Q-Vereinbarungen (QV) getroffen werden
Der/die Q-Beauftragte kann auch als Unternehmen (z.B. Planungsbüro) aufgeführt werden. Dies sollte aber von einer QM-Darlegung abhängig gemacht werden, in welcher dargelegt wird, wie die Erfüllung der Q-Anforderungen – trotz Doppelfunktion – sichergestellt wird (vgl. ISO 8402 : 1994 «Qualitätssicherung/QM-Darlegung»)

Unternehmen:
Funktion:
Q-Beauftr.:
Strasse:
PLZ/Ort:
Telefon:
Fax:
QM-System: ☐ nein ☐ ja ☐ zertifiziert
QM-Darlegung: ☐ nicht notwendig ☐ notwendig
☐ QM-Darlegung im Anhang

Unternehmen:
Funktion:
Q-Beauftr.:
Strasse:
PLZ/Ort:
Telefon:
Fax:
QM-System: ☐ nein ☐ ja ☐ zertifiziert
QM-Darlegung: ☐ nicht notwendig ☐ notwendig
☐ QM-Darlegung im Anhang

Unternehmen:
Funktion:
Q-Beauftr.:
Strasse:
PLZ/Ort:
Telefon:
Fax:
QM-System: ☐ nein ☐ ja ☐ zertifiziert
QM-Darlegung: ☐ nicht notwendig ☐ notwendig
☐ QM-Darlegung im Anhang

Unternehmen:
Funktion:
Q-Beauftr.:
Strasse:
PLZ/Ort:
Telefon:
Fax:
QM-System: ☐ nein ☐ ja ☐ zertifiziert
QM-Darlegung: ☐ nicht notwendig ☐ notwendig
☐ QM-Darlegung im Anhang

Unternehmen:
Funktion:
Q-Beauftr.:
Strasse:
PLZ/Ort:
Telefon:
Fax:
QM-System: ☐ nein ☐ ja ☐ zertifiziert
QM-Darlegung: ☐ nicht notwendig ☐ notwendig
☐ QM-Darlegung im Anhang

Unternehmen:
Funktion:
Q-Beauftr.:
Strasse:
PLZ/Ort:
Telefon:
Fax:
QM-System: ☐ nein ☐ ja ☐ zertifiziert
QM-Darlegung: ☐ nicht notwendig ☐ notwendig
☐ QM-Darlegung im Anhang

Bestehender Bau: Datenaufnahme Beobachtungs- periode:	Nutzung	☐ EFH/ZFH	☐ MFH	☐ Schule	☐ Büro
		☐ Andere:			
	Wärmeabgabe	☐ Heizkörperheizung	☐ Fussbodenheizung	☐ Deckenheizung	
		☐ Andere:			
	Warmwasser	☐ Zentral	☐ Dezentral		
		☐ Wärmepumpe	☐ Elektrisch	☐ Kessel	
	Zukunft	☐ Keine Sanierungen/Erweiterungen geplant			☐ Beschreibung im Anhang
	Baujahr Gebäude				
	Baujahr Wärmenutzungsanlage				
	Energiebezugsfläche	A	[m²]		
Brennstoff	Wärme	B	[MJ/a]		
	Gesamt	C	[MJ/a]		
Elektrizität		HT/Wi	HT/So	NT/Wi	NT/So
☐ [kWh/a]	Wärme	D			
☐ [MJ/a]	Gesamt	E			
Energiekennzahl	Wärme (nach SIA 180/4)	(B+D)/A		[MJ/m²a]	
	Gesamt (nach SIA 180/4)	(C+E)/A		[MJ/m²a]	
☐ Detaillierte Messungen im Anhang					

Neubau oder Erweiterung: Grundlagendaten und Q-Anforde- rungen Gebäude	Nutzung	☐ EFH/ZFH	☐ MFH	☐ Schule	☐ Büro
		☐ Andere:			
	Wärmeabgabe	☐ Heizkörperheizung	☐ Fussbodenheizung	☐ Deckenheizung	
		☐ Andere:			
	Warmwasser	☐ Zentral	☐ Dezentral		
		☐ Wärmepumpe	☐ Elektrisch	☐ Kessel	
	Zukunft	☐ Keine Erweiterungen geplant			☐ Beschreibung im Anhang
	Gebäude	Planung		QV	
	☐ Wärmedämmnachweis im Anhang			101	
	Energiebezugsfläche (EBF) nach SIA 180/4	[m²]		102	
	Heizungsbedarf			103	
	Wärmeleistungsbedarf SIA 384/2 (ohne Wärmegew.)	[kW]		104	
	Wärmegewinn	[kW]		105	
	Heizenergiebedarf ☐ SIA 380/1 ☐ Andere:	[MJ/m²a]		106	
	Warmwasserbedarf			107	
	Warmwassertemperatur	[°C]		108	
	Spitzenwert in 10 Minuten	[l/10min]		109	
	Spitzenwert pro Stunde	[l/h]		110	
	Tagesbedarf	[l/d]		111	
	Elektrizitätsbedarf ☐ SIA 380/4 ☐ Andere:			112	
Hochtarif	Winter	[kWh/a]		113	
	Sommer	[kWh/a]		114	
Niedertarif	Winter	[kWh/a]		115	
	Sommer	[kWh/a]		116	

Q-Anforderungen Wärmenutzungs- anlage	Basis*	Planung		QV
		Auslege- punkt	Heiz- grenze	
	Aussentemperatur	[°C]		201
	Heizung			202
	Vorlauftemperatur	[°C]		203
	Rücklauftemperatur	[°C]		204
	Wärmeleistungsbedarf	[kW]		205
	Wassererwärmung			206
	Vorlauftemperatur	[°C]		207
	Rücklauftemperatur	[°C]		208
	Mittlerer Wärmeleistungsbedarf	[kW]		209
	Spitzen-Wärmeleistungsbedarf	[kW]		210
				211
				212
				213
				214
				215
				216
	Massgebender Bedarf gesamt			217
	Hauptvorlauftemperatur	[°C]		218
	Hauptrücklauftemperatur	[°C]		219
	Wärmeleistungsbedarf	[kW]		220
Spitzen-Wärmeleistungsbedarf	[kW]		221	
Heizenergiebedarf ☐ inkl. el. Direktheiz.	[kWh/a]		222	
Schaltung	☐ RAVEL-Standardschaltung ☐ WN-01--- Var. ☐ A Gruppen ☐ WN-02--- Var. ☐ A Gruppen ☐ WW-01-- Var. ☐ A ☐ B ☐ C ☐ WW-02--- Var. ☐ A ☐ B ☐ C ☐ D ☐ Spezielle Schaltung (detailliertes Prinzipschema im Anhang)			

* Datenbasis:
M = Messung
B = Berechnung
S = Schätzung

Grundlagendaten Wärmeerzeugungsanlage	BHKW	Fabrikat/Typ:		
		☐ Gas-Fahrzeugmotor	☐ Gas-Industriemotor	☐ Gasturbine
		☐ Diesel-Fahrzeugmotor	☐ Diesel-Industriemotor	
		☐ mit Umluft-WP	☐ mit Abgaskondensation	
		☐ Erdgas	☐ Klärgas	☐ Deponiegas
		☐ Biogas	☐ Flüssiggas	☐ Heizöl EL
		☐ λ-1-Motor, Katalysator	☐ Magermotor, SCR-Kat.	
		☐ Andere Methode zur Abgasreinigung:		
		☐ Wärmegeführt	☐ Stromgeführt	☐ Notstromanlage
	Speicher	Inhalt:	Minimale Laufzeit BHKW:	
		BHKW-EIN:	BHKW-AUS:	Kessel-EIN: Kessel-AUS:
	Heizkessel	Fabrikat/Typ:		☐ Typengeprüft
		☐ Erdgas	☐ Klärgas	☐ Deponiegas
		☐ Biogas	☐ Flüssiggas	☐ Heizöl EL
Schaltung	☐ RAVEL-Standardschaltung und Funktionsbeschreibung			
	☐ WKK-01 ☐ WKK-02 ☐ WKK-03			
	☐ Spezielle Schaltung (detailliertes Prinzipschema im Anhang)			
	☐ Spezielle Funktionsbeschreibung (detaillierte Beschreibung im Anhang)			

Q-Anforderungen Instrumentierung		QV
☐ Instrumentierung gemäss RAVEL-Standardschaltung		401
☐ Der Bauherr wünscht ausdrücklich keine vollständige Instrumentierung. Auf folgende Instrumente wird verzichtet:		402
☐ Dort, wo keine Instrumente eingebaut werden, werden Passstücke eingebaut		403
☐ Spezielle Instrumentierung (detaillierte Beschreibung im Anhang)		404
		405

Q-Anforderungen Wärme- kraft- kopplungsanlage Prüfung heizgrad- tagkorrigiert; Tol- eranz enthält zuläs- sige Messgeräte- Abweichung		Planung	Toleranz	QV
Blockheizkraftwerk				
Elektrische Leistung	[kW]			421
Thermische Leistung	☐ inkl. WP [kW]			422
Wirkungsgrad elektrisch	[-]			423
Wirkungsgrad thermisch	[-]			424
Stromproduktion	[kWh/a]			425
Wärmeproduktion	☐ inkl. WP [kWh/a]			426
Nutzungsgrad elektrisch	[-]			427
Nutzungsgrad thermisch	[-]			428
Betriebsstunden	[h]			429
Mittlere Laufzeit	[min]			430
Elektrische Hilfsenergie	☐ inkl. WP [kWh/a]			431
				432
				433
Abgasreinigung				434
Katalysatorstandzeit	[h]			435
NO _x (gemessen als NO ₂ , 5% O ₂)	[mg/Nm ³]			436
CO (5% O ₂)	[mg/Nm ³]			437
Feststoffe (5% O ₂)	[mg/Nm ³]			438
				439
				440
Schallschutz				441
1 m von Schalldämmhaube	[dB(A)]			442
1 m von der Kaminmündung	[dB(A)]			443
1 m von Ansaug-/Abluftöffnung	[dB(A)]			444
				445
				446

Q-Anforderungen Zusatzheizung Prüfung heizgrad- tagkorrigiert; Tol- eranz enthält zuläs- sige Messgeräte- Abweichung		Planung	Toleranz	QV
Heizkessel				
Last	[%]			461
Kesselwassertemperatur	[°C]			462
Wärmeleistung	[kW]			463
Abgastemperatur	[°C]			464
Kesselwirkungsgrad	[-]			465
Betriebsstunden	[h/a]			466
Mittlere Laufzeit	[min]			467
Wärmeproduktion	[kWh/a]			468
Jahresnutzungsgrad	[-]			469
Elektrische Hilfsenergie	[kWh/a]			470
Elektrische Direktheizung				471
Heizung Wärmeleistung	[kW]			472
Wärmeproduktion	[kWh/a]			473
Warmwasser Wärmeleistung	[kW]			474
Wärmeproduktion	[kWh/a]			475
Nutzungsgrad	[-]			476

Grundlagendaten AWN-Anlage und Wärmeerzeugungsanlage	Beschreibung	☐ AWN über Wärmetauscher ☐ AWN direkt (ohne Wärmetauscher)			
		☐ AWN Verflüssiger Kältemaschine			
		☐ Andere: ☐ Beschreibung im Anhang			
	Wärmequelle	☐ Bezeichnung:			
		☐ Verflüssiger Kältemaschine			
		☐ Wasser ☐ Luft ☐ Anderes Medium:			
		☐ Zeitliche Übereinstimmung mit Senke ☐ Zeitliche Darstellung im Anhang			
	Wärmesenke	☐ Wärmenutzungsanlage gemäss Seite A2			
		☐ Andere: ☐ Beschreibung im Anhang			
		☐ Wasser ☐ Luft ☐ Anderes Medium:			
	Speicher	Inhalt:			
		AWN-EIN:	AWN-AUS:	Kessel-EIN:	Kessel-AUS:
	Heizkessel	Fabrikat/Typ: ☐ Typengeprüft			
		☐ Heizöl EL ☐ Erdgas ☐ Holz ☐ Anderer Brennstoff:			
	Schaltung	☐ RAVEL-Standardschaltung und Funktionsbeschreibung			
		☐ WRG-01 Schaltung A ☐ WRG-01 Schaltung B ☐ WRG-01 Schaltung C			
		☐ WRG-02--- Var. ☐ A ☐ WRG-03 --- Anschl.-Var. ☐ A/C ☐ A/D ☐ B/D			
		☐ Spezielle Schaltung (detailliertes Prinzipschema im Anhang)			
		☐ Spezielle Funktionsbeschreibung (detaillierte Beschreibung im Anhang)			

Q-Anforderungen Instrumentierung	☐ Instrumentierung gemäss RAVEL-Standardschaltung			QV
	☐ Der Bauherr wünscht ausdrücklich keine vollständige Instrumentierung. Auf folgende Instrumente wird verzichtet:			
	☐ Dort, wo keine Instrumente eingebaut werden, werden Passstücke eingebaut			
	☐ Spezielle Instrumentierung (detaillierte Beschreibung im Anhang)			

Q-Anforderungen Abwärmenutzungsanlage Prüfung heizgradtagkorrigiert; Toleranz enthält zulässige Messgeräte-Abweichung	Basis*	Planung		Toleranz	QV
		Wärmequelle			
		Eintrittstemperatur Quelle [°C]			521
		Austrittstemperatur Quelle [°C]			522
		Volumenstrom [m³/s]			523
		Spez. Wärmekapazität [W/(kg K)]			524
		Untere Einsatzgrenze [°C]			525
					526
		Wärmesenke ☐ gemäss Seite A2			527
		Eintrittstemperatur Senke [°C]			528
		Austrittstemperatur Senke [°C]			529
		Volumenstrom [m³/s]			530
		Spez. Wärmekapazität [W/(kg K)]			531
					532
					533
		Wärmetauscher			534
		Thermische Leitfähigkeit $k \cdot A$ [W/K]			535
		Logarithmische Temperaturdifferenz [K]			536
		Leistung [kW]			537
		Temperaturwirkungsgrad [-]			538
					539
		AWN-Anlage			540
		Jahresnutzung [kWh/a]			541
		Elektro-Thermo-Verstärkung [-]			542
		Betriebsstunden [h/a]			543
					544
					545

* Datenbasis:
M = Messung
B = Berechnung
S = Schätzung

Q-Anforderungen Zusatzheizung Prüfung heizgradtagkorrigiert; Toleranz enthält zulässige Messgeräte-Abweichung	Heizkessel		Planung		Toleranz	QV
	Last [%]					561
	Kesselwassertemperatur [°C]					562
	Wärmeleistung [kW]					563
	Abgastemperatur [°C]					564
	Kesselwirkungsgrad [-]					565
	Betriebsstunden [h/a]					566
	Mittlere Laufzeit [min]					567
	Wärmeproduktion [kWh/a]					568
	Jahresnutzungsgrad [-]					569
	Elektrische Hilfsenergie [kWh/a]					570
	Elektrische Direktheizung					571
	Heizung	Wärmeleistung [kW]				572
		Wärmeproduktion [kWh/a]				573
	Warmwasser	Wärmeleistung [kW]				574
		Wärmeproduktion [kWh/a]				575
	Nutzungsgrad [-]					576

Grundlagendaten Lüftungs-WRG- Anlage	Bezeichnung		
	Bauart	☐ Platten-Wärmetauscher	☐ Kreislaufverbund
		☐ Regenerator	☐ Andere:
	Vorwärmung	☐ Erdregister	☐ Andere:
	Klimadaten	☐ Design Referenz Year (EMPA)	☐ Andere:
		Station:	
		☐ Detaillierte Berechnung im Anhang	
	Schaltung	☐ RAVEL-Standardschaltung/Funktionsbeschreibung (nur Kreislaufverbund)	
		☐ WRG-01 Schaltung A	☐ WRG-01 Schaltung B ☐ WRG-01 Schaltung C
		☐ Spezielle Schaltung (detailliertes Prinzipschema im Anhang)	
		☐ Spezielle Funktionsbeschreibung (detaillierte Beschreibung im Anhang)	

Q-Anforderungen Instrumentierung			QV
	☐ Instrumentierung gemäss RAVEL-Standardschaltung (nur Kreislaufverbund)		601
	Wärmezähler im Zwischenkreis? ☐ ja ☐ nein		602
	☐ Spezielle Instrumentierung (detaillierte Beschreibung im Anhang)		603
			604
			605
			606
			607

Q-Anforderungen Lüftungs-WRG- Anlage Prüfung heizgrad- tagkorrigiert; Tol- eranz enthält zuläs- sige Messgeräte- Abweichung				Planung	Toleranz	QV
						621
	Ablufttemperatur	(WRG _{Ein})	[°C]			622
	Fortlufttemperatur	(WRG _{Aus})	[°C]			623
	Fortluftfeuchte	(WRG _{Aus})	[%]			624
	Aussenlufttemperatur	(WRG _{Ein})	[°C]			625
	Zulufttemperatur	(WRG _{Aus})	[°C]			626
	Zuluft-Zieltemperatur	(NW _{Aus})	[°C]			627
	Temperaturwirkungsgrad		[-]			628
						629
						630
	Aussenluft-Volumenstrom		[m³/h]			631
	Fortluft-Volumenstrom		[m³/h]			632
	Druckabfall WRG fortluftseitig		[Pa]			633
	Druckabfall WRG zuluftseitig		[Pa]			634
	Wirkungsgrad Luftförderung fortluftseitig		[-]			635
	Wirkungsgrad Luftförderung zuluftseitig		[-]			636
	Betriebsstunden Hilfsantriebe WRG		[h/a]			637
	Betriebsstunden Lüftungsanlage		[h/a]			638
	Leistung Hilfsantriebe WRG		[kW]			639
	Leistung Luftförderung		[kW]			640
						641
						642
						643
						644
	Energiebedarf Luftförderung		[kWh/a]			645
	Bruttoenergiebedarf		[kWh/a]			646
	Netto-Energierückgewinn		[kWh/a]			647
	Nutzungsgrad		[-]			648
	Elektro-Thermo-Verstärkung		[-]			649
						650
						651
						652
						653
						654
						655
						656
						657
						658
						659
						660
						661
						662
						663

Diese Seite ist als Zusatzseite für Anlagen mit Lüftungs-WRG gedacht (pro Monoblock eine eigene Seite)

Verwenden Sie hier Ihre selbst entworfene(n) Seite(n) zum QM-Plan!

Normalerweise hat der QM-Plan 4 Seiten, die allgemeinen Seiten A1, A2 und A4 sowie eine anlagebezogene Seite A3.x. Bei gemischten Anlagen können auch mehrere der vorliegenden A3-Seiten verwendet werden. Es bleibt dem Anwender überlassen, weitere Seiten zu entwerfen; noch fehlende Seiten sind beispielsweise:

A2.2 Datenaufnahme/Grundlagendaten Gebäudinkl. Kälte

A2.3 Wärmenutzungsanlage(eigene Seite)

A2.4 Kältenutzungsanlage

A3.5 Mehrkesselanlage

A3.6 Holzkesselanlage

A3.7 Kälteerzeugungsanlage

usw.

Q-Anforderungen Energiekennzahl Prüfung heizgrad- tagkorrigiert; inkl. Messgerätetoleranz	E _{Wärme}	Brennstoff	[MJ/m²a]	Planung	Toleranz	QV
		Elektrizität	[MJ/m²a]			701
	E _{gesamt}	Brennstoff	[MJ/m²a]			702
		Elektrizität	[MJ/m²a]			703
						704

Q-Anforderungen Ausführung ☐ Abnahmeprü- fung gemäss SIA 118, Art. 157-164, mit Abnahmeproto- koll SWKI 88-1	Summarische Prüfung (Stichproben)			
	☐ Vollständigkeit gemäss Vertrag	☐ Schalldämmung	☐ Frostschutzsicherheit	
	☐ Wärmedämmung Rohre	☐ Speicheranschlüsse	☐ Hydraulischer Abgleich	
	☐ Wärmedämmung Armaturen	☐ Entlüftungen, Entleerungen	☐ Bezeichnungsschilder	
	☐ Wärmedämmung Speicher	☐ Expansionsanlage	☐ Zugänglichkeit für Revision	
	☐ Korrosionsschutz	☐ Sicherheitsorgane	☐ Elektrischer Anschluss	
	☐ Andere:			QV
	Fachgerechte Ausführung	Arbeitsgattung: Heizung		801
		Arbeitsgattung:		802
		Arbeitsgattung:		803
	Die folgenden Q-Anforderungen werden speziell genau geprüft:			804
			805	
			806	
			807	

Q-Anforderungen Dokumente ☐ Betriebsoptimie- rung: wöchentliche Aufzeichnung der Betriebsdaten durch Betreiber und monatliche Aus- wertung durch Planer(in) ☐ Die Auswertung ist auch dem/der Q-Beauftragten zu den	Beizubringende Dokumente					QV
	☐ Prinzipschema mit folgenden Eintragungen:					901
	☐ Leistungen ☐ Temperaturen ☐ Durchflüsse ☐ Druckabfälle/Ventilautoritäten					902
	☐ Funktionsbeschreibung					903
	☐ Diagramm mit Temperaturen und Leistungen in Funktion der Aussentemperatur					904
	☐ Revisionspläne					905
	☐ Elektro-Gesamtschema mit Liste der Reglereinstellungen					906
	☐ Softwaredokumentation mit Liste der Reglereinstellungen					907
	☐ Datenblätter Komponenten					908
	☐ Bewilligungen					909
	☐ Elektrizitätswerk ☐ Gewässerschutz ☐ Andere:					910
	☐ Benutzerfreundliche Bedienungsanleitung für den Betreiber					911
	☐ Betriebs- und Wartungskonzept					912
	☐ Aufzeichnungen der Betriebsoptimierung (siehe nebenstehende Anmerkung)					913
	☐ Abnahmeprotokoll					914
	☐ SWKI-Richtlinie 88-1 ☐ Andere:					915
						916

Verzeichnis der Anhänge	Nr.	Beschreibung
	☐ Allgemeine Erläuterungen: Projektbezogene Qualitätssicherung. RAVEL im Wärme- tor, Heft 6. BfK, Bern, 1996. (Bezugsquelle: EDMZ, 3000 Bern, Best.-Nr. 724.353d)	

Besondere Vereinbarungen	Besondere Vereinbarungen				
	☐ Der vorliegende QM-Plan ist durch den Bauherrn genehmigt und durch den Ingenieur als integrierender Bestandteil des Ingenieurvertrags vom _____ akzeptiert				
	Ort:		Datum:		
			Unterschrift:		
			Unterschrift:		
			Unterschrift:		
			Unterschrift:		



PRÜFPLAN

B

Inhalt	B1 Verantwortlichkeiten
	B2 Dokumente, Ausführung, Energieverbrauch, Energiekennzahl, Wärmenutzungsanlage
	☐ Eigene Seite(n):
	B3 ☐ B3.1 Wärmepumpenanlage ☐ B3.2 Wärmekraftkopplungsanlage
	☐ B3.3 Abwärmenutzungsanlage ☐ B3.4 Lüftungs-WRG-Anlage
	☐ Eigene Seite(n):
	B4 Messungen bei Problemfällen, Mängelliste, Unterschriften Schlussprüfung
	C ☐ Beilage Wirtschaftlichkeit

Projekt	Bezeichnung:
	Strasse:
	PLZ/Ort:
	Bauherr:
	Strasse:
	PLZ/Ort:
	Telefon:
	Fax:

Oberste Leitung für dieses Projekt Bestimmt, welche quali- tätssichernden Mass- nahmen ergriffen wer- den	Name	Funktion

Q-Beauftragte(r) für dieses Projekt Realisiert die qualitäts- sichernden Massnah- men, ist Mitglied der obersten Leitung	Name:
	Firma:
	Strasse:
	PLZ/Ort:
	Telefon:
	Fax:

Unternehmen, mit denen Q-Vereinbarungen (QV) getroffen wurden

Unternehmen:
Funktion:
Q-Beauftr.:
Strasse:
PLZ/Ort:
Telefon:
Fax:
QM-System: ☐ nein ☐ ja ☐ zertifiziert
QM-Darlegung: ☐ nicht notwendig ☐ notwendig

Unternehmen:
Funktion:
Q-Beauftr.:
Strasse:
PLZ/Ort:
Telefon:
Fax:
QM-System: ☐ nein ☐ ja ☐ zertifiziert
QM-Darlegung: ☐ nicht notwendig ☐ notwendig

Unternehmen:
Funktion:
Q-Beauftr.:
Strasse:
PLZ/Ort:
Telefon:
Fax:
QM-System: ☐ nein ☐ ja ☐ zertifiziert
QM-Darlegung: ☐ nicht notwendig ☐ notwendig

Unternehmen:
Funktion:
Q-Beauftr.:
Strasse:
PLZ/Ort:
Telefon:
Fax:
QM-System: ☐ nein ☐ ja ☐ zertifiziert
QM-Darlegung: ☐ nicht notwendig ☐ notwendig

Unternehmen:
Funktion:
Q-Beauftr.:
Strasse:
PLZ/Ort:
Telefon:
Fax:
QM-System: ☐ nein ☐ ja ☐ zertifiziert
QM-Darlegung: ☐ nicht notwendig ☐ notwendig

Unternehmen:
Funktion:
Q-Beauftr.:
Strasse:
PLZ/Ort:
Telefon:
Fax:
QM-System: ☐ nein ☐ ja ☐ zertifiziert
QM-Darlegung: ☐ nicht notwendig ☐ notwendig

Prüfung der Q-Anforderungen Dokumente Die Dokumente sind bereits bei der Bereitmeldung zur Schlussprüfung abzuliefern	Vollständigkeit und Qualität der Dokumente	QV	Mängel
	☐ Prinzipschema mit folgenden Eintragungen:	901	
	☐ Leistungen ☐ Temperaturen ☐ Durchflüsse ☐ Druckabfälle/Ventilaut.		
	☐ Funktionsbeschreibung	903	
	☐ Diagramm mit Temperaturen und Leistungen in Funktion der Aussentemp.	904	
	☐ Revisionspläne	905	
	☐ Elektro-Gesamtschema mit Liste der Reglereinstellungen	906	
	☐ Softwaredokumentation mit Liste der Reglereinstellungen	907	
	☐ Datenblätter Komponenten	908	
	☐ Bewilligungen	909	
	☐ Elektrizitätswerk ☐ Gewässerschutz ☐ Andere:		
	☐ Benutzerfreundliche Bedienungsanleitung für den Betreiber	911	
	☐ Betriebs- und Wartungskonzept	912	
	☐ Aufzeichnungen der Betriebsoptimierung	913	
	☐ Abnahmeprotokoll	914	
	☐ SWKI-Richtlinie 88-1 ☐ Andere:		

Prüfung der Q-Anforderungen Ausführung ☐ Abnahmeprüfung gemäss SIA 118, Art. 157-164, mit Abnahmeprotokoll SWKI 88-1 erfolgte bereits am:	Die folgenden Q-Anforderungen wurden summarisch geprüft (Stichproben):				
	☐ Vollständigkeit gemäss Vertrag	☐ Schalldämmung	☐ Frostschutzsicherheit		
	☐ Wärmedämmung Rohre	☐ Speicheranschlüsse	☐ Hydraulischer Abgleich		
	☐ Wärmedämmung Armaturen	☐ Entlüftungen, Entleerungen	☐ Bezeichnungsschilder		
	☐ Wärmedämmung Speicher	☐ Expansionsanlage	☐ Zugänglichkeit für Revision		
	☐ Korrosionsschutz	☐ Sicherheitsorgane	☐ Elektrischer Anschluss		
	☐ Andere:				
	Fachgerechte Ausführung	Arbeitsgattung: Heizung	801	QV	Mängel
		Arbeitsgattung:	802		
		Arbeitsgattung:	803		
	Die folgenden Q-Anforderungen wurden speziell genau geprüft:				

Datenaufnahme Energieverbrauch Gemäss Aufzeichnung der Betriebsoptimierung für die Periode:	Basis*	Brennstoffverbrauch	[...]				kWh/a
		Total Brennstoffverbrauch Wärme					
		Brennstoffverbrauch Rest					
		Brennstoffverbrauch gesamt					
		Elektrizitätsverbrauch	HT/Wi	HT/So	NT/Wi	NT/So	
* Datenbasis: M = Messung B = Berechnung S = Schätzung		Total Elektrizitätsverbrauch Wärme					
		Elektrizitätsverbrauch Rest					
		Elektrizitätsverbrauch gesamt					

Prüfung der Q-Anforderungen Energiekennzahl Heizgradtag-korrigiert? ☐ ja ☐ nein	[...]			Istwert	Sollwert	QV	Mängel
	Energiebezugsfläche	A	[m²]				
	Wärme Brennstoff	B	[MJ/a]				
	Elektrizität	C	[MJ/a]				
	Gesamt Brennstoff	D	[MJ/a]				
	Elektrizität	E	[MJ/a]				
	E _{Wärme} Brennstoff	B/A	[MJ/m²a]			701	
	Elektrizität	C/A	[MJ/m²a]			702	
	E _{gesamt} Brennstoff	D/A	[MJ/m²a]			703	
	Elektrizität	E/A	[MJ/m²a]			704	

Prüfung der Q-Anforderungen Wärmenutzungsanlage Gemäss Aufzeichnung der Betriebsoptimierung bzw. Momentanwertmessungen	Istwert			Planung		QV	Mängel
		Messung 1	Messung 2	Messung 3	Auslegungspunkt	Heizgrenze	
	Aussentemperatur						
	Hauptvorlauftemperatur						218
	Hauptrücklauftemperatur						219
	Heizenergiebedarf						222
	☐ inkl. elektrische Direktheizung						

Prüfung der Q-Anforderungen Instrumentierung ☐ Die Prüfung der Instrumentierung erfolgte bereits anlässlich der Abnahmeprüfung am:	Instrumentierung			QV	Mängel
	☐ Vollständige Instrumentierung gemäss RAVEL-Standardschaltung			301	
	☐ Unvollständige Instrumentierung gem. QM-Plan (auf Wunsch Baherr)				
	☐ Passstücke eingebaut				
	☐ Spezielle Instrumentierung gemäss QM-Plan			305	
	Fachgerechte Instrumentierung in Bezug auf:				
	Elektrozähler Wärmepumpenanlage				
	Wärmezähler Wärmepumpenanlage				
	Betriebsstundenzähler Verdichter				
	Einschaltimpulszähler Verdichter				
	Brennstoffzähler Kessel				
	Betriebsstundenzähler Kessel				
	Einschaltimpulszähler Kessel				
	Betriebsstundenzähler Elektroheizungsanlage				
	Betriebsstundenzähler Elektroheizungsanlage Warmwasser				
	Temperaturmesspunkte (z. B. Tauchhülsen)				

Datenaufnahme Wärmeproduktion Gemäss Aufzeichnung der Betriebsoptimierung für die Periode:	Basis*	Wärmepumpe			[...]	kWh/a
		Wärmezähler	A	[kWh/a]		
		Speicherverluste	B	[kWh/a]		
		Wärmeproduktion	A-B	[kWh/a]		
		Heizkessel				
		Brennstoffverbrauch	C	[kWh/a]		
		Jahresnutzungsgrad	D	[-]		
		Wärmeproduktion	C-D	[kWh/a]		
		Elektrische Direktheizung				
		Heizung	Betriebsstunden	E	[h/a]	
			Wärmeleistung	F	[kW]	
			Nutzungsgrad	G	[-]	
			Wärmeleistung	E-F-G	[kWh/a]	
		Warmwasser	Betriebsstunden	H	[h/a]	
			Wärmeleistung	J	[kW]	
			Nutzungsgrad	K	[-]	
			Wärmeleistung	H-J-K	[kWh/a]	

* Datenbasis:
M = Messung
B = Berechnung
T = Typenprüfung
H = Hersteller
S = Schätzung

Prüfung der Q-Anforderungen Wärmepumpenanlage Heizgradtag-korrigiert? ☐ ja ☐ nein	Wärmepumpe			[...]	Istwert	Sollwert	QV	Mängel
	Wärmeleistung	A	[kWh/a]				329	
	Elektrizitätsverbrauch NT	B	[kWh/a]					
	Elektrizitätsverbrauch HT	C	[kWh/a]					
	Jahresarbeitszahl	A/(B+C)	[-]				330	
	Anteil Niedertarif	100 B/(B+C)	[%]				331	
	Betriebsstunden	D	[h]				332	
	Einschaltimpulse	E	[-]					
	Mittlere Laufzeit	60 D/E	[min]				333	

Prüfung der Q-Anforderungen Zusatzheizung Heizgradtag-korrigiert? ☐ ja ☐ nein	Heizkessel			[...]	Istwert	Sollwert	QV	Mängel
	Betriebsstunden	Stufe 1+2	A	[h]			366	
	Betriebsstunden	Stufe 2		[h]			366	
	Einschaltimpulse	Stufe 1	B	[-]				
	Einschaltimpulse	Stufe 2		[-]				
	Mittlere Laufzeit	60 A/B	[min]				367	
	Wärmeleistung		[kWh/a]				368	
	Elektrische Direktheizung							
	Wärmeleistung Heizung		[kWh/a]				373	
	Wärmeleistung WW		[kWh/a]				375	

Prüfung der Q-Anforderungen Instrumentierung ☐ Die Prüfung der Instrumentierung erfolgte bereits anlässlich der Abnahmeprüfung am:	Instrumentierung		QV	Mängel
	☐ Vollständige Instrumentierung gemäss RAVEL-Standardschaltung		401	
	☐ Unvollständige Instrumentierung gem. QM-Plan (auf Wunsch Baherr)			
	☐ Passstücke eingebaut			
	☐ Spezielle Instrumentierung gemäss QM-Plan		405	
	Fachgerechte Instrumentierung in Bezug auf:			
	Elektrozähler Produktion			
	Wärmezähler BHKW			
	Betriebsstundenzähler BHKW			
	Einschaltimpulszähler BHKW			
	Brennstoffzähler Kessel			
	Betriebsstundenzähler Kessel			
	Einschaltimpulszähler Kessel			
	Betriebsstundenzähler Elektroerinsatz Heizung			
	Betriebsstundenzähler Elektroerinsatz Warmwasser			
	Temperaturmesspunkte (z. B. Tauchhülsen)			

Datenaufnahme Wärme- und Stromproduktion Gemäss Aufzeichnung der Betriebsoptimierung für die Periode:	Basis*	Wärmeproduktion BHKW	[...]				kWh/a
		Wärmezähler A [kWh/a]					
		Speicherverluste B [kWh/a]					
		Wärmeproduktion A-B [kWh/a]					
		Wärmeproduktion Heizkessel					
		Brennstoffverbrauch C [kWh/a]					
		Jahresnutzungsgrad D [-]					
		Wärmeproduktion C-D [kWh/a]					
		Wärmeprod. elektrische Direktheizung					
	Heizung	Betriebsstunden E [h/a]					
		Wärmeleistung F [kW]					
		Nutzungsgrad G [-]					
		Wärmeproduktion E-F-G [kWh/a]					
	WW	Betriebsstunden H [h/a]					
		Wärmeleistung J [kW]					
		Nutzungsgrad K [-]					
		Wärmeproduktion H-J-K [kWh/a]					
* Datenbasis: M = Messung B = Berechnung T = Typenprüfung H = Hersteller S = Schätzung		Stromproduktion BHKW	HT/Wi	HT/So	NT/Wi	NT/So	
		Produktion [kWh/a]					
		davon Eigenbedarf [kWh/a]					
		davon Rücklieferung [kWh/a]					

Prüfung der Q-Anforderungen Wärme- und Stromkopplungsanlage Heizgradtag-korrigiert? ☐ ja ☐ nein	Blockheizkraftwerk		[...]	Istwert	Sollwert	QV	Mängel
	Stromproduktion	A [kWh/a]				425	
	Wärmeproduktion ☐ inkl. WP	B [kWh/a]				426	
	Brennstoffverbrauch	C [kWh/a]					
	Nutzungsgrad elektrisch	A/C [-]				427	
	Nutzungsgrad thermisch	B/C [-]				428	
	Betriebsstunden	D [h]				429	
	Einschaltimpulse	E [-]					
	Mittlere Laufzeit	60 D/E [min]				430	
	Elektrische Hilfsenergie ☐ inkl. WP	[kWh/a]				431	
	Abgasreinigung						
	Katalysatorstandzeit	[h]				435	
	NO _x (gemessen als NO ₂ , 5% O ₂)	[mg/Nm ³]				436	
	CO (5% O ₂)	[mg/Nm ³]				437	
	Feststoffe (5% O ₂)	[mg/Nm ³]				438	

Prüfung der Q-Anforderungen Zusatzheizung Heizgradtag-korrigiert? ☐ ja ☐ nein	Heizkessel		[...]	Istwert	Sollwert	QV	Mängel
	Betriebsstunden	Stufe 1+2 A [h]				466	
	Betriebsstunden	Stufe 2 [h]				466	
	Einschaltimpulse	Stufe 1 B [-]					
	Einschaltimpulse	Stufe 2 [-]					
	Mittlere Laufzeit	60 A/B [min]				467	
	Wärmeproduktion	[kWh/a]				468	
	Elektrische Direktheizung						
	Wärmeproduktion Heizung	[kWh/a]				473	
	Wärmeproduktion WW	[kWh/a]				475	

Prüfung der Q-Anforderungen Instrumentierung ☐ Die Prüfung der Instrumentierung erfolgte bereits anlässlich der Abnahmeprüfung am:	Instrumentierung		QV	Mängel
	☐ Vollständige Instrumentierung gemäss «RAVEL-Standardschaltung»		501	
	☐ Unvollständige Instrumentierung gem. QM-Plan (auf Wunsch Baherr)			
	☐ Passstücke eingebaut			
	☐ Spezielle Instrumentierung gemäss QM-Plan		505	
	Fachgerechte Instrumentierung in Bezug auf:			
	Elektrozähler AWN			
	Wärmezähler AWN			
	Betriebsstundenzähler AWN			
	Brennstoffzähler Kessel			
	Betriebsstundenzähler Kessel			
	Einschaltimpulszähler Kessel			
	Betriebsstundenzähler Elektroinsatz Heizung			
	Betriebsstundenzähler Elektroinsatz Warmwasser			
	Temperaturmesspunkte (z. B. Tauchhülsen)			

Datenaufnahme Wärmeproduktion Gemäss Aufzeichnung der Betriebsoptimierung für die Periode:	Basis*	Abwärmenutzung			[...]	kWh/a
		Wärmezähler	A	[kWh/a]		
		Speicherverluste	B	[kWh/a]		
		Wärmeproduktion	A-B	[kWh/a]		
		Kessel				
		Brennstoffverbrauch	C	[kWh/a]		
		Jahresnutzungsgrad	D	[-]		
		Wärmeproduktion	C-D	[kWh/a]		
		Elektrische Direktheizung				
		Heizung	Betriebsstunden	E	[h/a]	
			Wärmeleistung	F	[kW]	
			Wärmeproduktion	E-F	[kWh/a]	
		Warmwasser	Betriebsstunden	G	[h/a]	
			Wärmeleistung	H	[kW]	
			Wärmeproduktion	G-H	[kWh/a]	

* Datenbasis:
M = Messung
B = Berechnung
T = Typenprüfung
H = Hersteller
S = Schätzung

Prüfung der Q-Anforderungen Abwärmenutzungsanlage Heizgradtag-korrigiert? ☐ ja ☐ nein	Wärmequelle	Istwert			Sollwert	QV	Mängel
		Messung 1	Messung 2	Messung 3			
		Eintrittstemperatur Quelle A [°C]				522	
		Austrittstemperatur Quelle B [°C]				523	
		Wärmesenke					
		Eintrittstemperatur Senke C [°C]				529	
		Austrittstemperatur Senke D [°C]				530	
		Wärmetauscher					
		Temp.-wirk.-grad (C-D)/(B-D) [-]				538	
		AWN-Anlage					
		Jahresnutzung E [kWh/a]				541	
		Elektro-Mehrverbrauch F [kWh/a]					
		ETV E/F [-]				542	
		Betriebsstunden [h]				543	

Prüfung der Q-Anforderungen Zusatzheizung Heizgradtag-korrigiert? ☐ ja ☐ nein	Heizkessel				[...]	Istwert	Sollwert	QV	Mängel
	Betriebsstunden	Stufe 1+2	A	[h]				566	
	Betriebsstunden	Stufe 2		[h]				566	
	Einschaltimpulse	Stufe 1	B	[-]					
	Einschaltimpulse	Stufe 2		[-]					
	Mittlere Laufzeit	60 A/B		[min]				567	
	Wärmeproduktion			[kWh/a]				568	
	Elektrische Direktheizung								
	Wärmeproduktion Heizung [kWh/a]							573	
	Wärmeproduktion WW [kWh/a]							575	

Prüfung der Q-Anforderungen Instrumentierung ☐ Die Prüfung der Instrumentierung erfolgte bereits an- lässlich der Abnah- meprüfung am:	Instrumentierung		
	☐ Instrumentierung gemäss RAVEL-Standardschaltung (nur Kreislaufverbund)	601	
	Wärmezähler im Zwischenkreis? ☐ ja ☐ nein		
	☐ Spezielle Instrumentierung gemäss QM-Plan	603	
	Fachgerechte Instrumentierung in Bezug auf:		
	Wärmezähler WRG (nur bei Kreislaufverbund möglich)		
	Elektrozähler Lüftungsanlage		
	Betriebsstundenzähler Hilfsantriebe WRG		
	Betriebsstundenzähler Lüftungsanlage		
	Druckdifferenzmesspunkte		
Temperaturmesspunkte			

Prüfung der Q-Anforderungen		Istwert			Sollwert			QV	Mängel
		Messung 1	Messung 2	Messung 3					
Lüftungs-WRG- Anlage Heizgradtag- korrigiert? ☐ ja ☐ nein	Ablufttemperatur A [°C]								
	Fortlufttemperatur [°C]								
	Aussenlufttemperatur B [°C]								
	Zulufttemperatur C [°C]								
	Zuluft-Zieltemperatur [°C]								
	Temp.-wirk.-grad (C–B)/(A–B) [–]							628	
	Aussenluft-Volumenstrom [m³/h]							631	
	Fortluft-Volumenstrom [m³/h]							632	
	Druckabfall WRG fortluftseitig [Pa]							633	
	Druckabfall WRG zuluftseitig [Pa]							634	
	Betriebsstunden WRG [h/a]								
	Betriebsstunden Lüftung [h/a]								
	Wärmerückgewinn D [kWh/a]								
	Elektro-Mehrbedarf E [kWh/a]								
	Leckverluste F [kWh/a]								
	Bruttoenergiebedarf G [kWh/a]								
Netto-Energierückg. D–E–F [kWh/a]							647		
Nutzungsgrad (D–E–F)/G [–]							648		
ETV (D–F)/E [–]							649		

Verwenden Sie hier Ihre selbst entworfene(n) Seite(n) zum Prüfplan!

Normalerweise hat der Prüfplan 4 Seiten, die allgemeinen Seiten B1, B2 und B4 sowie eine anlag bezogene Seite B3.x. Bei gemischten Anlagen können auch mehrere der vorliegenden B3-Seiten verwendet werden. Es bleibt dem Anwender überlassen, weitere Seiten zu entwerfen; noch fehlende Seiten sind beispielsweise:

B2.2 Dokumente, Ausführung, Energieverbrauch, Energiekennzahl inkl. Kälte

B2.3 Wärmenutzungsanlage (eigene Seite)

B2.4 Kältenutzungsanlage

B3.5 Mehrkesselanlage

B3.6 Holzkesselanlage

B3.7 Kälteerzeugungsanlage

usw.

[illegible][illegible]

Schlussprüfung nach SIA 118, Art. 177	☐ Schlussprüfung bestanden, keine Mängel	
	☐ Schlussprüfung bestanden, unwesentliche Mängel	Mängelbehebung bis:
	☐ Schlussprüfung nicht bestanden	Wiederholung am:
	Ort:	Datum:



BEILAGE WIRTSCHAFTLICHKEIT

C

Projekt	Bezeichnung:
	Strasse:
	PLZ/Ort:

QM-Plan

Grundlegenden Wirtschaftlichkeit	Allgemeine Inflationsrate (reale Betrachtungsweise, d. h. Inflationsrate = 0,0 %)				[%]	0,0	
	Realer Kalkulationszinssatz				[%]		
	Reale Kostensteigerung Wartung, Bedienung, Unterhalt				[%]		
	Betrachtungszeitraum				[Jahre]		
	Durchschnittliche Nutzungsdauer				[Jahre]		
	Bezug						
	Elektrizität	Winter	HT	Effektiver Arbeitspreis [Rp./kWh]	Umweltkostenzuschlag [Rp./kWh]	Berechnungspreis [Rp./kWh]	Reale Kostensteigerung [%]
			NT				
		Sommer	HT				
			NT				
	Spitzenleistung		[Fr./kW]				
	Heizöl EL						
	Erdgas						
Rücklieferung (bei WKK)							
Elektrizität	Winter	HT					
		NT					
	Sommer	HT					
		NT					

Q-Anforderungen Wirtschaftlichkeit	Spezifische Wärmegestellungskosten		Planung	Toleranz	QV
	☐ Werte im ersten Jahr				
	☐ Mittelwerte im Betrachtungszeitraum				
	Reale Kosten dieser Anlage	A [Rp./kWh]			
	Fiktive Kosten Vergleichsanlage	B [Rp./kWh]			
Verhältnis		A/B [-]			

Prüfplan

Prüfung der Q-Anforderungen Wirtschaftlichkeit	Spezifische Wärmegestellungskosten	[...]	Istwert	Sollwert	QV	Mängel
	☐ Werte im ersten Jahr					
	☐ Mittelwerte im Betrachtungszeitraum					
	Reale Kosten dieser Anlage	A [Rp./kWh]				
	Fiktive Kosten Vergleichsanlage	B [Rp./kWh]				
	Verhältnis	A/B [-]				

Wirtschaftlichkeitsrechnung: Reale Kosten dieser Anlage Gemäss Aufzeichnung der Betriebs- optimierung für die Periode:	Kapitalkosten ☐ mit QS ☐ ohne QS	Investitionskosten [Fr.]	Annuität [-]	Jahreskosten im 1. Jahr [Fr./a]	Mittelwertfaktor [-]	Mittlere Jahreskosten [Fr./a]
	Nutzungsdauer _____ Jahre				—	
	Nutzungsdauer _____ Jahre				—	
					—	
					—	
	Total Kapitalkosten A				—	
	Energiekosten	Verbrauch [kWh/a]	Preis pro Einheit [Rp./kWh]			
	Elektrizität Winter HT					
	NT					
	Sommer HT					
	NT					
	Spitzenleistung [Fr./kW]					
	Heizöl EL					
	Erdgas					
	Total Energiekosten B					
	Wartungskosten					
	Fixe Kosten					
	Variable Kosten					
	Total Wartungskosten C					
	Ertrag Rücklieferung (bei WKK)	Ertrag [kWh/a]	Preis pro Einheit [Rp./kWh]			
	Elektrizität Winter HT					
	NT					
	Sommer HT					
	NT					
	Total Ertrag Rücklieferung D					
	Wärmeproduktion E		[kWh/a]			
	Wärmegegestehungskosten A+B+C-D		[Fr./a]			
	Spez. Wärmegegest.-kost. $100(A+B+C-E)/E$		[Rp./kWh]			

Wirtschaftlichkeitsrechnung: Fiktive Kosten einer Vergleichsanlage	Kapitalkosten ☐ mit QS ☐ ohne QS	Investitionskosten [Fr.]	Annuität [-]	Jahreskosten im 1. Jahr [Fr./a]	Mittelwertfaktor [-]	Mittlere Jahreskosten [Fr./a]
	Nutzungsdauer _____ Jahre				—	
	Nutzungsdauer _____ Jahre				—	
					—	
					—	
	Total Kapitalkosten A				—	
	Energiekosten	Verbrauch [kWh/a]	Preis pro Einheit [Rp./kWh]			
	Elektrizität Winter HT					
	NT					
	Sommer HT					
	NT					
	Spitzenleistung [Fr./kW]					
	Heizöl EL Jahresnutzungsgrad _____ %					
	Erdgas Jahresnutzungsgrad _____ %					
	Total Energiekosten B					
	Wartungskosten					
	Fixe Kosten					
	Variable Kosten					
	Total Wartungskosten C					
	Ertrag Rücklieferung (bei WKK)	Ertrag [kWh/a]	Preis pro Einheit [Rp./kWh]			
	Elektrizität Winter HT					
	NT					
	Sommer HT					
	NT					
	Total Ertrag Rücklieferung D					
	Wärmeproduktion E		[kWh/a]			
	Wärmegegestehungskosten A+B+C-D		[Fr./a]			
	Spez. Wärmegegest.-kost. $100(A+B+C-E)/E$		[Rp./kWh]			