

Schlussbericht:

Energie am Bau in Chile

Energetische Erneuerung bestehender Bauten



Autor(en):

Roger Walther, EBP Chile
Franco Morales, EBP Chile
Laure LePape, EBP Chile
Armin Binz, Binz Energie am Bau

Datum des Berichts: 15. Dezember 2018	Vertragsnummer: 2016.06
Institution: EBP Chile	Land: Chile

Ausgearbeitet durch:

EBP Chile

La Concepción 191, Of. 1201, Providencia, Chile
+56 2 2573 8505, roger.walther@ebp.ch, www.ebpchile.cl

Binz Energie am Bau GmbH

Eichtalhöhe 10e, CH-5400 Baden, Schweiz
+41 56 536 64 09, armin.binz@arminbinz.ch, www.arminbinz.ch



Mit Unterstützung der:

REPIC Plattform

c/o NET Nowak Energie & Technologie AG
Waldweg 8, CH-1717 St. Ursen
Tel: +41(0)26 494 00 30, Fax: +41(0)26 494 00 34, info@repic.ch / www.repic.ch

Die REPIC-Plattform ist ein Mandat von:

Staatssekretariat für Wirtschaft SECO
Direktion für Entwicklung und Zusammenarbeit DEZA
Bundesamt für Umwelt BAFU
Bundesamt für Energie BFE

Der oder die Autoren sind allein verantwortlich für Inhalt und Schlussfolgerungen des Berichtes.



Inhaltsverzeichnis

1. Zusammenfassung.....	2
2. Abstract / Abstracto	3
3. Ausgangslage.....	5
4. Ziele.....	6
5. Projektreview	8
5.1 Umsetzung des Projekts	8
5.2 Projektanpassungen	18
5.3 Zuständigkeiten	19
6. Ausblick und weiteres Vorgehen.....	20
6.1 Zielerreichung und Resultate.....	20
6.2 Vorbereitung der Multiplikation und Replikation	21
6.3 Wirkung und Nachhaltigkeit	21
6.4 Multiplikation und Replikation	22
6.5 Erwartete Wirkung und Nachhaltigkeit	22
7. Lessons Learned und Fazit.....	23
8. Referenzen	25

1. Zusammenfassung

Für Neubauten wurden in Chile in den letzten Jahren (relativ milde) Anforderungen an die energetische Qualität in Kraft gesetzt, und es bestehen in Chile fachliche Kenntnisse und bereits einige gute Beispiele energieeffizienter Neubauten. Sehr wenig verbreitet ist aber das Bewusstsein, dass der bestehende Gebäudepark dringend energetisch saniert werden müsste, wenn akute lufthygienische Probleme – vor allem in den Städten des Südens – gelöst werden sollen und energetische Nachhaltigkeit erreicht werden soll. Das Projekt „Energie am Bau in Chile“ soll einen Beitrag leisten, dass diese riesige Aufgabe erkannt sowie fachgerecht und angemessen angegangen wird.

Kernelement bilden drei repräsentative bestehende Gebäude, für die eine energetische Sanierung geplant und in einem Fall auch ausgeführt wurde. Die Gebäude wurden im Rahmen der Städtepartnerschaft von Bern mit chilenischen Städten in Coyhaique und Temuco gefunden:

- Das **Colegio Baquedano in Coyhaique** ist ein älteres, völlig ungedämmtes Gebäude mit einer ineffizienten Holzspalten-Zentralheizung, wie eine Vielzahl anderer älterer Schulbauten auch. Mit der konsequenten Wärmedämmung des gesamten Schule und einer weitgehend erneuerten Holzschnitzelfeuerung konnte ein guter thermischer Komfort geschaffen werden und damit ein vernünftiger Schulbetrieb mit weniger kranken Kindern ermöglicht werden.
- Das **Centro Cultural** ist ein grosser, markanter Bau in Coyhaique, noch nicht einmal 10 Jahre alt, aber mit seinen Wänden aus 15 cm ungedämmtem Beton über viele Wochen hinweg kaum benutzbar. Die Erneuerung ist fertig geplant. Finanzielle Mittel zur Gebäudesanierung sind vom Kulturministerium erschlossen worden. Im Jahr 2019 wird die Gebäudesanierung von der Gemeinde Coyhaique ausgeführt.
- Das **Edificio Consistorial**, das Rathaus von Temuco, ist ein grosser, etwa 35 - jähriger Verwaltungsbau. Ebenfalls weitgehend ungedämmt und mit schweren Komfortmängeln im Winter wie im Sommer. Die erste Etappe der Sanierung (Gebäudehülle) ist geplant und soll kommendes Jahr realisiert werden.

Nicht zu unterschätzen ist die ökonomische Relevanz der energetischen Erneuerungen. Die Energiekosten in Chile sind grundsätzlich als sehr hoch zu bezeichnen im Vergleich zur Kaufkraft. Da die energetische Qualität der Bestandsbauten häufig miserabel ist und ein starker Unterhalts- und Sanierungs-Nachholbedarf besteht, können längst fällige Sanierungsarbeiten genutzt werden, um gleichzeitig hochwirksame energetische Optimierungsmassnahmen durchzuführen. Auch wenn ein Teil des Effektes sich als Komfortgewinn manifestiert, bleiben in der Regel Energiekosteneinsparungen, welche wesentliche Teile der Erneuerung kostenmässig zu tragen vermögen.

Die drei energetischen Gebäudeerneuerungen dienten als Grundlage für Fach- und Breiten-Veranstaltungen, um Fachkräfte in Architektur, Fachplanung und Ausführung zu schulen und breite Bevölkerungskreise zu Erneuerungen zu motivieren. Im Bereich Ausbildung, Schulung und Kommunikation wurde eng mit CDT (Cooperación de Desarrollo Tecnológico, Cámara Chilena de Construcción) zusammengearbeitet.

Mit dem hier beschriebenen Projekt wurden konkrete Lösungen zur energetischen Ertüchtigung der chilenischen Bestandsbauten erarbeitet und verbreitet. Es bestand von Anfang an die Absicht, das in diesem Projekt erarbeitete Wissen und die „Lessons learned“ auch über Chile hinaus anzuwenden, was derzeit bereits in einem Projekt zur energetischen Erneuerung von kolumbianischen Colegios geschieht.

2. Abstract / Abstracto

English

In Chile, approximately a quarter of the total energy consumption is used to operate existing buildings. More than half of that is used for heating, and another 20% for hot water. The majority of the buildings have poor thermal envelope specifications. In addition, heating and domestic hot water are usually supplied with inefficient technologies. With the energy renovation of three representative existing buildings, it was demonstrated that there is enormous potential for energy savings with relatively small resources.

These three buildings are: a Primary School and a Cultural Center, both in Coyhaique, and the main Municipality building of Temuco (built around 1980). There is a plethora of benefits. Apart from the energy saving (together with the corresponding reductions in energy costs), an appropriate thermal environment is achieved, which is a prerequisite for health and occupant satisfaction in a building.

These demonstrative renovations were used to organize various events for the public and professionals. This experience can already be used as knowledge base for future projects and to spread the possibilities of energy renovations of buildings in Chile and abroad. AS a first step, the lessons learnt in Chile can be applied in Colombia and other countries in the future.

Español

En Chile, aproximadamente la cuarta parte del consumo de energía total es utilizada para operar los edificios existentes. De esta, más de la mitad es utilizada para calefacción y otro 20% para agua caliente sanitaria. La mayoría de los edificios tienen bajos estándares energéticos y la calefacción y el calentamiento de agua se realizan con tecnologías ineficientes. Con la renovación energética de tres edificios existentes representativos, se demostró que existen grandes potenciales de ahorro de energía, que pueden ser aprovechados realizando inversiones relativamente modestas. Estos tres edificios son: un Colegio y un Centro Cultural, ambos en Coyhaique, y el Edificio Consistorial de Temuco (de 35 años de antigüedad). Los beneficios son diversos: aparte del ahorro de energía (y las correspondientes reducciones de los costos de energía), se crea un ambiente interior con condiciones de confort térmico, que es prerequisite para un uso satisfactorio del edificio. Además, el desarrollo de los pilotos de renovaciones fueron un punto de interés que permitió organizar diversos eventos en torno al tema, tanto para la ciudadanía como para grupos de profesionales.

La experiencia adquirida, ya pudo ser utilizada como parte de otro proyecto en Colombia, que permitirá difundir el conocimiento sobre las posibilidades de la renovación energética de edificios más allá de las fronteras de Chile. Se espera que esta experiencia pueda ser replicada en otros países.

Deutsch

In Chile wird etwa ein Viertel der Gesamtenergie für den Betrieb der bestehenden Gebäude gebraucht, gut die Hälfte für die Beheizung und rund 20% für die Wassererwärmung. Die Gebäude sind energetisch schlecht gebaut. Zudem erfolgt die Beheizung und Wassererwärmung mit ineffizienten Technologien. Mit der energetischen Erneuerung von drei repräsentativen Gebäuden, einem Colegio sowie dem Kulturzentrum in Coyhaique und dem 35-jährigen Rathaus von Temuco, wurde gezeigt, dass grosse Potentiale relativ günstig genutzt werden können. Der Nutzen ist vielfältig. Neben der Energieeinsparung (inkl. Energiekostenreduktionen), wird auch der nötige Komfort geschaffen, um die Gebäude befriedigend nutzen zu können. Mit den Renovationen wurden verschiedene Veranstaltungen für Öffentlichkeit und Fachleute durchgeführt. Die gewonnenen Erkenntnisse werden auch bereits in Kolumbien genutzt. Weitere Länder sollen folgen.

3. Ausgangslage

Trotz energieintensivem Industrie- (Minen) und Transportsektor in Chile wird etwa ein Viertel der Gesamtenergie für den Betrieb der Gebäude gebraucht, davon wiederum mehr als die Hälfte für die Beheizung und weitere rund 20% für die Wassererwärmung. Die Gebäude verfügen in der Regel über eine energetisch schlechte Qualität. Zudem erfolgt die Beheizung und Wassererwärmung mit ineffizienten Technologien.

Die von der Regierung entwickelte Energie-Agenda aus dem Jahr 2014 enthält sieben Schwerpunktthemen, darunter auch die Förderung der Energieeffizienz. Nebst energetischem und ökonomischem Nutzen sind mit vermehrter Energieeffizienz auch grosse Verbesserungen im Bereich Komfort und vor allem auch Lufthygiene und damit Gesundheit realisierbar.

Ein erheblicher Teil der Gebäude wird mit unverarbeitetem Brennholz beheizt. Die Qualität des Brennholzes ist dabei grösstenteils schlecht und der Feuchtigkeitsgehalt für eine effiziente Verbrennung bei weitem zu hoch. Kommt hinzu, dass die Holzfeuerungsanlagen meist ineffizient sind. Dies führt zu einer Reihe problematischer Entwicklungen, unter anderem zur erheblichen Luftverschmutzung insbesondere in den südlichen Städten Chiles. Folge davon ist auch eine Degradierung wertvoller Waldressourcen durch nicht nachhaltige Bewirtschaftungsformen, mit entsprechend massiven Treibhausgasemissionen.

Die Hauptursache für den hohen Energie- und Brennholzbedarf liegt in schlechten energetischen Baustandards. Während neue Gebäude in der Regel gewisse Energiestandards einhalten, ist die Situation bei älteren Gebäuden oft aus energetischer, aber auch gesellschaftlicher Sicht prekär. Thermische Behaglichkeit in den Wintermonaten ist ausser in teuren Gebäuden Mangelware.

Mit dem fortschreitenden Wirtschaftswachstum strebt eine breite Bevölkerungsschicht eine verbesserte Komfortsituation in den Gebäuden an. Heute übliche Raumlufttemperaturen von 15-18 °C im Winter im Wohnzimmer und gänzlicher Verzicht auf Heizung in den übrigen Räumen werden nicht mehr hingenommen, und es wird mehr geheizt. Dafür werden je nach Kaufkraft Elektroheizgeräte oder Parafinbrenner eingesetzt. Ersteres überlastet das Stromnetz, letzteres führt jährlich zu zahlreichen Todesfällen wegen toxischer Emissionen. Wenn die Wärmeproduktion auf der Basis der heute angewendeten Bau- und Gebäudetechnologien geschieht, drohen folgenschwere Fehlentwicklungen. Insbesondere ist damit zu rechnen, dass der Verbrauch an fossilen Brennstoffen massiv zunehmen wird, wenn die Gebäude selbst bezüglich Wärmeschutz, Gebäudehüllendichtigkeit und passiver Sonnenenergienutzung nicht verbessert werden. Erst nach einer solchen Optimierung entstehen Chancen, das Wachstum der Energienachfrage vom rasant wachsenden Wohlstand zu entkoppeln und den Energiebedarf substantiell mit (neuen) erneuerbaren Energien zu decken und damit die nationalen Ziele der Treibhausgasemissionen zu erreichen.

4. Ziele

Als übergeordnete Zielsetzung sollte das Projekt mithelfen, die chilenische Baukultur im Sinne der energetischen Ertüchtigung der Bestandsbauten zu verändern. Es sollte bewusst einer der relevantesten und gleichzeitig stark vernachlässigten Bereiche angegangen werden, wo mit Effizienzmassnahmen grosse Energiesparpotentiale genutzt werden können. Damit steht das Projekt auch in Übereinstimmung mit den Zielsetzungen der nationalen Energie-Agenda.

Auf der Basis von konkreten Lösungen zur energetischen Ertüchtigung typischer chilenischer Bestandsbauten soll die einfache und kostengünstige Machbarkeit und Renovierbarkeit demonstriert werden. Die Modellerneuerungen sollen als Kern für Aus- und Weiterbildungsveranstaltungen und als Kontaktgrundlage für Gespräche mit Behörden und Fachorganisationen dienen. Das Wissen kann, analog dem in Chile eingeführten Energiestadtprozess, anschliessend auf weitere Länder Südamerikas übertragen werden (beispielsweise Peru, Kolumbien).

Im Projekt waren dafür vier Module vorgesehen:

- M1: Anhand von **Pilot-Erneuerungen** werden zweckmässige, d.h. an die ökonomischen und gesellschaftlichen Rahmenbedingungen angepasste Lösungen aufgezeigt. Die Modellsanierungen bilden die Basis für die Verbreitung und Einführung der aufgezeigten Sanierungstechniken.
- M2: Die Sanierungen dienen als Grundlage für Fach- und Breiten-Veranstaltungen, um **Fachkräfte** in Architektur, Fachplanung und Ausführung **zu schulen**.
- M3: Für die nationalen Behörden (Umweltministerium, Energieministerium und Ministerium für Planung und Städtebau) wird ein **Gebäudesanierungsprogramm** konzipiert, das den Prozess der energetischen Ertüchtigung des Chilenischen Gebäudeparks beschleunigen und verbessern soll.
- M4: Die Ergebnisse werden systematisch erfasst, **ausgewertet und breitenwirksam kommuniziert**, im Sinne einer Sensibilisierung und maximalen Replikation der Erkenntnisse.

Das Projekt wurde im Rahmen der vereinbarten Energiestadtkooperation zwischen den drei chilenischen Städten Coyhaique, Temuco und Vitacura und der Stadt Bern durchgeführt. Eine finanzielle Beteiligung durch Coyhaique und Temuco wurde schon zu Beginn zugesichert.

Zur Erreichung der übergeordneten Zielsetzung des Projektes wurden auf Stufe der einzelnen Projekt-Module die folgenden Ziele anvisiert:

- Realisierung von mindestens **drei Pilot-Bauvorhaben** in den chilenischen Partnerstädten (Coyhaique, Temuco, Vitacura), sowie deren Nutzung als Erfahrungsgrundlage, Schulungsbasis und für die Information der Öffentlichkeit.
- Erarbeitung von **Schulungsunterlagen** und Informationsmaterial und deren Weitergabe an interessierte Kreise zur weiteren Nutzung für Publikation und Weiterbildung. Darin wird auch die Definition des Gebäudestandards enthalten sein, der als Erneuerungsziel für Wohnbauten empfohlen wird.
- Durchführung von mindestens je drei **Workshops, Fachkursen und Veranstaltungen** zur Schulung und Information von Fachleuten. Schulungsunterlagen und Kursteilnehmer sollen den Grundstock für weiterlaufende Weiterbildungsveranstaltungen mit chilenischen Trägerschaften bilden.
- Erarbeitung von einer **Grobkonzeption und einem Finanzierungsplan für ein Gebäudesanierungsprogramm**, welches die Rahmenbedingungen für die energetische Ertüchtigung der Bestandsbauten verbessert.
- Durchführung von drei **Gesprächsrunden mit Vertretern von Baufach- und Bauwirtschaft-Organisationen** mit dem Zweck, über zweckmässige Materialien und Technologien in Chile zur Umsetzung des energieeffizienten Bauens und Erneuerns verfügen zu können (Vorbereitung eines allfälligen späteren Moduls "Technologiepromotion").
- Publikation von **Medienartikeln und Fachbeiträgen**, damit das Projekt in den drei Gemeinden sowie auf nationaler Ebene bekannt gemacht wird.

5. Projektreview

5.1 Umsetzung des Projekts

Modul 1: Pilot-Bauvorhaben

Es wurden drei Gebäude in zwei Gemeinden als Pilotvorhaben in das Projekt einbezogen. In Coyhaique das Colegio Baquedano sowie das Centro Cultural und in Temuco das Edificio Consistorial (Gemeindeverwaltung). In Vitacura haben die Gespräche mit den Verantwortlichen der Gemeinde leider nicht zu einem geeigneten Renovationsvorhaben geführt.

Für alle drei Bauvorhaben wurden in einem ersten Schritt Energiekonzepte erstellt. Als Orientierungshilfe konnten dazu die Erfahrungen in der Schweiz mit dem GEAK Plus und der Vornorm SIA 2047 „Energetische Gebäudeerneuerung“ genutzt werden. Allerdings gehen die Energiekonzepte sehr ins Detail, um einerseits die nötige Sicherheit über die zu erwartenden Wirkungen zu haben und andererseits, um Grundlagen für eine bereits relativ genaue Kostenschätzung zu haben. Die Kostenschätzungen bildeten einen wichtigen Teil dieser Konzepte, weil diese vor allem als Basis für die notwendigen Entscheide in den Gemeinden zur Ausführung bzw. zur Finanzierung der Arbeiten bildeten. Tatsächlich haben alle Gemeinden den Renovationen grundsätzlich zugestimmt und verbindliche Beschlüsse für die Durchführung der nächsten Schritte getroffen und die nötigen finanziellen Mittel zugesichert. Auf dieser Basis konnten die Grundlagen für die Ausschreibung und die zugehörigen Unterlagen (insbesondere die Devisierung der Renovationsarbeiten) angegangen werden. In der zeitlichen Abfolge stand Planung und Ausführung der Renovation des Colegio Baquedano am Anfang. Die Phase der Ausschreibung wurde in diesem Fall von der Bauabteilung der Gemeinde Coyhaique mit Unterstützung durch das zuständige nationale Ministerium nach den in Chile gängigen Regeln der Baukunst erstellt. Das bedeutet, dass einerseits nur minimale Vorarbeiten im Sinne eines präzisen Ausmasses des Gebäudes bzw. der Gebäudehülle und der Ermittlung der bestehenden konstruktiven Ausgangslage erfolgte. Andererseits wurde die Devisierung auch relativ allgemein und kurz gehalten. Die nachfolgenden Ausschreibungen der Casa Cultural in Coyhaique und des Edificio Consistorial in Temuco wurden durch das Projektteam erstellt. Hier konnte man aus den Erfahrungen der vorhergegangenen Ausschreibung des Colegio Baquedano lernen. So wurde insbesondere die Devisierung für schweizerische Verhältnisse ausserordentlich detailliert ausgearbeitet und dargestellt. Nicht nur die relative Neuigkeit der verlangten Arbeiten, sondern auch das Fehlen von dokumentiertem Fachwissen im Sinne eines „Standes der Technik“ (zB. in Fachpublikationen oder Normen) hat dazu geführt, dass auch relativ einfache Arbeiten aufwändig und detailliert beschrieben werden mussten.

Im Verlauf der Projektabwicklung hat sich gezeigt, dass der umfassende Ansatz des Projektes mit der Verknüpfung der Renovations-Vorhaben mit Weiterbildung, Wirtschaftskontakten und breitenwirksamer Kommunikation der Grundanliegen des Projektes generell auf Interesse und Sympathie gestossen ist. Dies hat dazu geführt, dass für diverse Massnahmen ausserhalb der projektbezogenen Budgets gesonderte Unterstützung gefunden werden konnte, so etwa für den Kesslersatz für die Holzfeuerung und die thermischen Sonnenkollektoren im Colegio Baquedano.

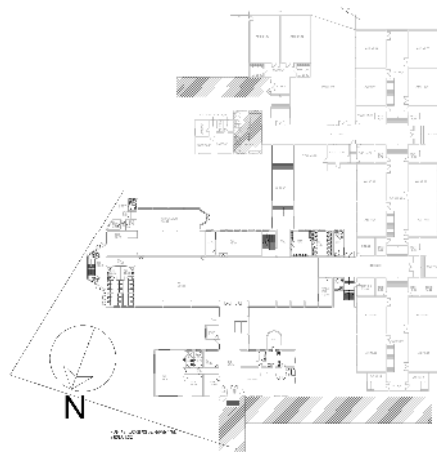
Colegio Baquedano in Coyhaique

Das Colegio Baquedano ist eine Schule mit etwa 550 Schülern auf rund 3600 m² Bruttogeschossfläche und mit 32 Schulzimmern. Im ursprünglichen Zustand war das Gebäude vollkommen ungedämmt. Die Wärmeerzeugung erfolgte mit einem veralteten und bezüglich Energieeffizienz und Emissionen absolut ungenügendem Kessel für Holzspalten. Als Spitzenlastabdeckung bestand und besteht weiterhin ein Kessel für Heizöl. Ausserdem war die Zentralheizung hydraulisch in keiner Weise abgeglichen. Trotz eines sehr hohen Brennholzverbrauchs für die Beheizung (Energiekennzahl Heizen = 173 kWh/(m²a)) konnten die Schulzimmer nur ansatzweise beheizt werden. Dieser schwerwiegende Komfortmangel führte, insbesondere in Kombination mit der starken Luftverschmutzung auch zu vermehrter Krankheit der Kinder und beeinträchtigte auch die Qualität der Lehre.

In einem ersten Schritt wurde von EBP Chile eine gründliche Analyse der Situation durchgeführt und auf dieser Basis ein relativ detailliertes Konzept für die energetische Erneuerung erstellt (Beilage, Ref. 1). Auf dieser Basis hat die Gemeinde den Beschluss zur Erneuerung des Colegio gefasst und die Ausschreibung und Vergabe der Arbeiten in die Wege geleitet.



Das Colegio Baquedano mit Heizzentrale vor der energetischen Erneuerung



Plan des Erdgeschosses



Der alte Holzspaltenkessel



Erneuerte Holzsnitzelfeuerung mit Speicher



Erneuerung der Wärmeverteilung



Noch unverputzte Aussendämmung

Die energetische Erneuerung de Colegio Baquedano umfasste:

- Einen konsequenten Wärmeschutz von Wänden und Dächer und den Ersatz der einfachverglasten Fenster durch neue Kunststoffenster mit zweischiebiger Isolierverglasung.
- Den Ersatz der alten Wärmeerzeuger durch eine moderne Holzsnitzelfeuerung.
- Teilweiser Ersatz und Einregulierung der Wärmeverteilung.
- Einsatz einer thermischen Solaranlage für das Warmwasser (vor allem für die Duschen) (Beilage, Ref. 10).
- Ersatz aller Leuchten bzw. Leuchtmittel durch LED.
- Tarifwechsel des Elektrizitätsbezuges.

Im Februar 2017 hat die beauftragte Baufirma die Gebäudesanierung im Colegio Baquedano abgeschlossen. EBP hat die erbrachten Leistungen gemäss den Ausschreibungsunterlagen analysiert und etliche Baumängel festgestellt. Diese wurden in der Folge besprochen und sind bis dato teilweise behoben (Beilage, Ref. 9).

Die Nutzer äussern sich sehr positiv über die Auswirkungen, sowohl was den Komfort betrifft, wie auch über die gesunkenen Betriebskosten.

Am Schulhauses Baquedano konnte exemplarisch gezeigt werden, dass mit einer fachgerechten energetischen Erneuerung nicht nur komfortable Schulzimmer geschaffen, sondern auch die Feinstaubbelastung, der Energieverbrauch und die Klimagas-Emissionen massiv reduziert werden können. Vor allem die Reduktion der Klimagas-Emission ist nicht selbstverständlich, weil schon im unsanierten Zustand Holz als klimaverträglicher Energieträger der Hauptsächliche Brennstoff gewesen war.

Massnahmen:	Energie-Einsparung kWh/a	Reduktion to CO2/a
Wärmedämmung Gebäudehülle und Fensterersatz, Luftdichtigkeit	207000	12
Moderne Holzsnitzelfeuerung mit optimierter Verteilung	103000	6
Thermische Sonnenkollektoranlage	10000	1
Ersatz aller Leuchten bzw. Leuchtmittel durch LED	20000	5
Tarifwechsel des Elektrizitätsbezuges	0	0
Summe	340000	24

Die vorstehende Tabelle zeigt die Massnahmen der energetischen Erneuerung des Colegio Baquedano und die damit verbundene Reduktionen des Energieverbrauchs und der CO₂-Emissionen.

Centro Cultural in Coyhaique

Das Centro Cultural in Coyhaique ist ein junges Gebäude. Es wurde 2012 eingeweiht und ist ein grosszügiges, repräsentatives Kulturzentrum für Coyhaique mit fast 2000 m² Bruttogeschossfläche, darunter einem Saal für über 200 Zuschauer, zwei Ausstellungsräumen und verschiedenen weiteren Räumlichkeiten wie Unterrichts- und Übungszimmer. Das Gebäude weist grosse energetische Schwächen auf. Während die Dachflächen mehrheitlich über eine gewisse Wärmedämmung verfügen und die Fenster immerhin mit zweischiebigen Isolierverglasungen ausgestattet sind, bestehen die Wände aus 15 cm ungedämmtem Beton.

Das zentrale, auf Stückholz basierte Heizungssystem ist stark unterdimensioniert. Hinzu kommt, dass an Tagen mit hoher Feinstaubbelastung aus rechtlichen Gründen die Holzfeuerungsanlage nicht benutzt werden darf. Wegen den überdimensionierten, hohen Räumen, der unzureichenden Heizleistung und der unzweckmässigen Wärmeverteilung ist der Wärmekomfort im Gebäude ungenügend. So werden im Dachbereich z.T. bedeutend höhere Temperaturen gemessen als in Bodennähe. Insgesamt ist die Folge ein schlechter Wärmekomfort bei hohem Energieverbrauch. Mit ineffektiven Mitteln wie partiellen Luftheizungen und flaschengasbetriebenen Wärmepilzen wird versucht, einen minimalen Komfort herzustellen. Trotz völlig ungenügendem Komfort liegt die Gesamtenergiekennzahl bei hohen 119 kWh/(m²a). Die gesamten Energiekosten des Gebäudes belaufen sich auf ca. 24'000 CHF pro Jahr. Es wurde ebenfalls festgestellt, dass mit dem lokalen Elektrizitätsversorgungssystem ein schlechter Grundtarif ausgehandelt wurde. Dies widerspiegelt sich in stark erhöhten Elektrizitätskosten (ca. 44 Rp./kWh).

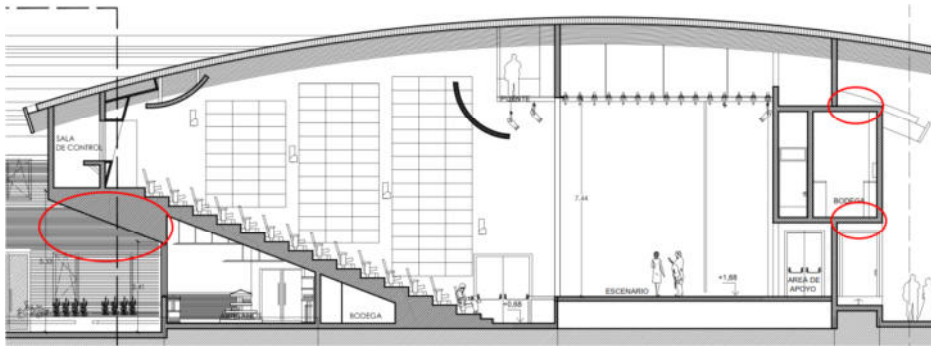
Die Gemeinde Coyhaique hat auf der Basis des Energiekonzeptes (siehe Beilage, Ref. 2) – das vom Projektteam erstellt worden ist - im Budget 2018 60'000 CHF für die Gebäudesanierung des Centro Cultural reserviert. Auf dieser Basis wurden vom Projektteam die Ausschreibungsunterlagen für die Gebäudesanierung erarbeitet und an die Gemeinde für das öffentlichen Ausschreibungsverfahren gesendet (siehe Beilage, Ref. 3). Die Ausführung der Renovation wird von der Gemeinde im Jahr 2019 ausgeführt. Die finanziellen Mitteln sind vom Kulturministerium erschlossen worden.



Das Centro Cultural als markanter Eingang zum Stadtzentrum



Komplizierte Bauformen prägen das Gebäude. Alle Wände sind ungedämmt



Der grosse Saal des Centro Cultural mit Luftheizung und unklar abgegrenztem thermischem Perimeter und permanenten Luftöffnungen gegen den Aussenraum



Dominanz der grossen, überhohen und schlecht abgegrenzten Räume (Saal, Eingangshalle)



Undichte Anschlüsse an den vielfältigen komplizierten Stössen der Bauteile



Holzspaltenkessel, bei Smog Betrieb verboten

Die Unterlagen sind fertiggestellt für die geplante Ausschreibung, Vergabe und Durchführung der energetischen Erneuerung des Centro Cultural. Das Gebäude ist räumlich sehr komplex und weist eine Vielzahl von unterschiedlichsten konstruktiven Situationen auf, die verbessert werden müssen. Die Devisierung der Arbeiten ist ausserordentlich detailliert, um sicherzustellen, dass bei der Offertstellung und bei der Ausführung möglichst wenig Unklarheiten bestehen bzw. Fehler passieren können. Nebst der Beschreibung unzähliger konstruktiver Details sind auch die nötigen Vorarbeiten (zB. Gerüstung) sowie die Anforderungen an die Abläufe genau festgelegt (bis hin zu Vorgaben, in welchen Räumen die Erneuerungsarbeiten wann zu erfolgen haben, um die Nutzung möglichst wenig zu beeinträchtigen). Das Schwergewicht der Massnahmen besteht in der konsequenten Dämmung der Gebäudehülle, in erster Linie der ungedämmten Betonwände, aber auch anderer Wandpartien sowie der Boden- und Deckenpartien verschiedener auskragender Bauteile. In diesem Zug muss auch die derzeit völlig ungenügende Luftdichtigkeit der thermischen Gebäudehülle verbessert werden. In vielen Bereichen sind die Fugen zwischen zusammenstossenden Bauteilen, etwa Wand und Dach, so gross, dass sie Durchblick gewähren. Ausserdem ist die räumliche Abtrennung von Arbeitsplatzbereichen in grossen überhohen und kaum komfortabel beheizbaren Räumen vorgesehen.

Mit teilweise vollständig ungedämmter Gebäudehülle und grössten Undichtigkeiten in Form von Fugen und Löchern mit direkter Durchsicht vom Inneren ins Freie ist das Centro Cultural über die Wintermonate weitgehend unbenutzbar. Die Sanierung, die einen ganzjährigen Vollbetrieb des Centro

ermöglicht, ist nicht mit einem Mehrverbrauch verbunden, sondern bringt nicht nur eine massive Reduktion der Feinstaubbelastung, sondern ist auch mit erheblichen Einsparungen an Energieverbrauch und Reduktion der CO₂-Emissionen gegenüber dem Teilbetrieb verbunden. In Bezug auf einen hypothetischen Vollbetrieb des Centro unter unsanierten Bedingungen sind die erzielten Einsparungen sehr beeindruckend. Auch in diesem Fall sind die Einsparungen an CO₂-Emissionen umso erstaunlicher, als Holz auch im unsanierten Zustand hauptsächlich Brennstoff ist.

Massnahmen:	Im Vergleich zu Vollbetrieb des unsanierten Gebäudes		Im Vergleich zu Teilbetrieb des unsanierten Gebäudes	
	Einsparung kWh/a	Reduktion to CO ₂ /a	Einsparung kWh/a	Reduktion to CO ₂ /a
Wärmedämmung Gebäudehülle und Fensterersatz, Luftdichtigkeit	240000	48.0	78506	15.7
Holzschnitzelkessel als Alternative zu Gaskessel (Ersatz Spaltenkessel)	63000	12.6	20608	4.1
Sanierung der Luftheizung im Saal	0	0.0	0	
Ersatz aller Leuchten bzw. Leuchtmittel durch LED	10000	3.6	3271	1.2
Tarifwechsel des Elektrizitätsbezuges	0	0.0	0	
Summe	313000	64	102385	21

Die vorstehende Tabelle zeigt die Massnahmen der energetischen Erneuerung des Centro Cultural und die damit verbundene Reduktionen des Energieverbrauchs und der CO₂-Emissionen in Bezug auf den aktuellen Teilbetrieb und auf einen potentiellen Vollbetrieb ohne energetische Verbesserung.

Edificio Consistorial in Temuco

Das Rathaus der Stadt Temuco stammt aus den 80er Jahren und ist ein markantes Element am Hauptplatz. Eine erhebliche Erschwernis für eine ganzheitliche Erneuerung dieses Gebäudes ist die Tatsache, dass etwa ein Drittel des Gebäudes verschiedenen anderen Nutzern gehört und weder eine eigentliche Organisation im Sinne einer Gebäudeeigentümergeinschaft noch rechtlich verbindliche Regeln dazu bestehen. Die unterschiedlichen Eigentumsanteile der Miteigentümer greifen hinter der gemeinsamen Fassade in komplizierter Weise ineinander. In Frage gekommen ist seit Beginn nur die Sanierung der Gebäude- (und Fassaden-) Teile, welche der Gemeinde gehören. Der Teil der Gemeindeverwaltung umfasst 3'650 m² Bruttogeschossfläche, auf denen 135 Arbeitsplätze für Mitarbeitende der Verwaltung eingerichtet sind. Daneben sind diverse weitere Räumlichkeiten zu finden, wie etwa ein grosser Versammlungsraum, öffentlich zugängliche Bereiche mit Schalterhallen etc. Das Gebäude hat sich über die Jahre ziemlich unkontrolliert entwickelt und ist in vielen Teilen in schlechtem Zustand. Die wesentlichen Teile der thermischen Gebäudehülle sind aus ungedämmtem Beton (Aussenwände, Decken und Böden) und die Fenster sind überwiegend einfach verglast. Das Gebäude ist mit zwei 35 Jahre alten Oelkesseln ausgerüstet, welche eine Zentralheizung bedienen. Sie haben aber keine Chance, im Winter auch nur annähernd einen akzeptablen thermischen Komfort zu erzeugen. Es wird dezentral daher noch kräftig elektrisch und mit Flüssiggas nachgeheizt – ebenfalls mit unbefriedigendem Resultat. Das Gebäude verfügt nur in wenigen Bereichen eine (offenbar ohnehin nicht funktionierende) Lüftungsanlage. Wegen der tiefen Temperaturen im Winter in den Büros wird zurückhaltend gelüftet, was bei der dichten Belegung der Arbeitsflächen zu deutlich zu hohen CO₂-Werten führt. Die sommerliche Komfortsituation ist nicht in allen, aber in vielen Bereichen ähnlich unbefriedigend. Der Sonnenschutz an den Fenstern ist, wo überhaupt vorhanden, innenliegend und sehr dürrftig. Im Gebäude sind vereinzelt Einzel-Klimageräte (Split) unterschiedlichen

Alters und Qualität montiert. Die Gesamtenergiekennzahl liegt bei 123 kWh/(m²a), wovon drei Viertel Elektrizitätsbezug ist. Die jährlichen Gesamtkosten des Energieverbrauchs liegen bei rund CHF 75'000.

Die Analyse und Erstellung des Energiekonzeptes (Beilage, Ref. 4) war aufgrund der Grösse und Komplexität des Objektes sehr aufwändig und hat zu einem umfangreichen Bericht geführt (siehe Beilage, Dokument 4), der schon sehr detailliert Auskunft gibt über die möglichen Massnahmen, inklusive ihrer Auswirkungen und ihrer ungefähren Kosten. Im Energiekonzept werden Massnahmen vorgeschlagen, um den Wärmekomfort sowie die Luftqualität in den Büros zu verbessern, sowie die Wärme- und Stromversorgung auf erneuerbare Energien umzustellen. Damit werden auch die operativen Energiekosten gesenkt. Für die Wärmeversorgung ist ein zentrales Heizungs- und Kühlsystem auf der Basis einer Wärmepumpe vorgesehen. Die Beleuchtung wird durch energieeffiziente LED-Lampen ausgewechselt und die Stromversorgung mit einer eigenen PV-Anlage teilweise selbst erzeugt. Eine wichtige und kostengünstige Massnahme ist der Wechsel zu einem günstigeren Stromlieferungsvertrag. Die Gemeinde Temuco hat auf der Basis dieses Energiekonzeptes im Budget 2018 444'000 CHF für die Gebäudesanierung ausgewiesen und für die Installation von Solaranlagen weitere 65'000 CHF budgetiert.



Hauptfassade mit Eingangspartie des Edificio Consistorial



Komplizierte Eigentumsverhältnisse am Edificio Consistorial (die rote Linie bezeichnet den Teil der Gemeinde)



Rückwärtige Fassade ohne Fenster...



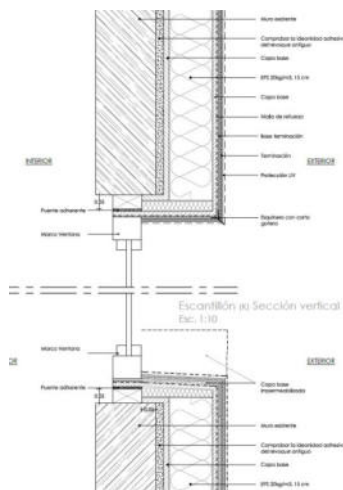
...und mit Fenstern



Die zwei 35-jährigen Oelkessel



Nachrüstung mit Einzelklimageräten über die Jahre



Detaillierungsgrad der Devisierung am Beispiel verputzte Aussenwärmesdämmung



Komplexe Gebäudestruktur mit verschiedensten Gebäudeteilen in unterschiedlichsten Zuständen und Ausführungsvarianten

In einer nächsten Phase wurden vom Projektteam die Ausschreibungsunterlagen erstellt. Auch in diesem Fall wurden, vor allem was die technischen Beschreibungen angeht, sehr detaillierte Unterlagen erarbeitet (Beilage, Ref. 5). Aufgrund des beschränkten Budgets wurden jedoch nicht alle im Energiekonzept empfohlenen Massnahmen devisiert. Zur Ausführung sollen vor allem die umfassende Dämmung der Gebäudehülle mit praktisch allen Wand-, Dach- und Deckenflächen über Aussenräumen samt dem Ersatz der einfachverglasten Fenster kommen. Im Bereich der Fassade gegen den Hauptplatz wird die alte Fassade aus ästhetischen Gründen belassen und renoviert. Dahinter werden als thermische Abgrenzung neue Fenster mit zweischiebigen Isoliergläsern eingesetzt. Die Schrägverglasung der Hauptfassade wird durch eine moderne Dachfensterkonstruktion ersetzt, wo als ausserordentliche Massnahme zweischiebige Wärmeschutzverglasungen (mit IR-Beschichtung) eingesetzt werden sollen. Bei verschiedenen Fensterpartien sind starre metallische Beschattungselemente an der Fassade im Bereich des Fenstersturzes vorgesehen. An anderen Fenstern sollen innenliegende Rollos mit reflektierenden Textilien zum Einsatz kommen. Weitere Massnahmen sind der Ersatz alter Leuchten und Lampen mit

modernen LED-Leuchten. Ausserdem wird im Bereich der Elektrizitätsnutzung ein Lastmanagement eingeführt und wird ein Tarifwechsel erhebliche finanzielle Einsparungen bringen.

Auch hier wurde die Ausführung der Renovation von der Gemeinde aus Budgetgründen auf das Jahr 2019 verschoben. Die im Energiekonzept empfohlenen weiteren Massnahmen sollen in den Folgejahren zum Einsatz kommen. Es sind dies insbesondere der Ersatz der alten Heizölkessel sowie eine Lüftungsanlage in Kombination mit Kältezufuhr, evtl. unter Einbezug des bestehenden Kanalnetzes, welches aber nicht mehr in Betrieb ist.

Auch bei der energetischen Erneuerung des Edificio Consistorial in Temuco geht es in erster Linie darum, die ganzjährige Brauchbarkeit des Gebäudes bei guter Behaglichkeit und gesunden Raumbedingungen herzustellen. Dabei soll demonstriert werden, dass dies nicht mit einer Erhöhung des Energieverbrauchs (und der damit verbundenen Umweltbelastung) verbunden sein muss, sondern im Gegenteil, dass mit einer fachgerechten energetischen Erneuerung sogar eine Reduktion des Energieverbrauchs, der CO₂-Emissionen und anderer Umweltbelastungen erreicht werden kann.

Massnahmen:	Energie- Einsparung kWh/a	Reduktion to CO ₂ /a
Wärmedämmung Gebäudehülle und Fensterersatz, Luftdichtigkeit	154000	38.7
Sonnenschutzmassnahmen an Fenstern	5000	1.8
Ersatz der Oelkessel durch geothermale Wärmepumpe für Wärme und Kälte	55000	3.0
Modernisierung der Lüftungsanlage und Einbau einer Wärme-/Kälterückgewinnung	10000	3.6
Ersatz aller Leuchten bzw. Leuchtmittel durch LED	20000	7.2
Photovoltaikanlage	22000	7.9
Tarifwechsel des Elektrizitätsbezuges	0	0.0
Summe	266000	62

Die vorstehende Tabelle zeigt die Massnahmen der energetischen Erneuerung des Edificio Consistorial und die damit verbundene Reduktionen des Energieverbrauchs und der CO₂-Emissionen.

Modul 2: Weiterbildung und Schulung

Im November 2016 besuchte eine Delegation der Stadt Bern die drei Partnerstädte und führte dort Gespräche mit verschiedenen Interessengruppen. In diesem Rahmen wurde auch je eine Veranstaltung in Santiago, Temuco und Coyhaique durchgeführt. Die Themen der Seminare waren die Gebäudesanierung und die Wärmeverbunde in den Energiestädten. Insgesamt konnten über 200 Personen an den Veranstaltungen begrüsst werden (<https://www.ebpchile.cl/es/node/1481>).

In Coyhaique und Temuco wurden zweitägige Fachkurse zum Thema Energie am Bau gehalten, im November 2016, respektive im April 2017. Anwesend waren je nach Fachkurs zwischen 17 und 25 Personen (siehe Beilage, Dokument 7, Dokument 8). Als Referenten waren u.a. auch Armin Binz und Bernhard Eggen beteiligt (<https://www.ebpchile.cl/es/node/1499>).

Die im November 2016 aufgelegte Partnerschaft zwischen der Universität Bern und der Universität Frontera, Chile wurde im Jahr 2017 konkretisiert. Es konnte ein Austausch zwischen Professoren von beiden Universitäten stattfinden. Eines der Themen ist u.a. welche lokalen Materialien für die Gebäudesanierungen eingesetzt werden können.

Vom 4. September bis 9. September 2017 hat eine chilenische Delegationsgruppe mit 25 Vertretern der chilenischen Regierung (beispielsweise Vizeminister Ivan Leonardt Cárdenas), der Gemeinden Temuco, Coyhaique und Vitacura (beispielsweise der Bürgermeister von Temuco), im Rahmen der Städteallianz Bern – Vitacura, Temuco und Coyhaique die Schweiz besucht. Die Delegationsgruppe ist u.a. auch von Bundesrätin Doris Leuthard empfangen worden (<https://www.ebpchile.cl/es/node/1518>).

Die Delegationsgruppe hat innovative Energieprojekte in der Stadt Bern und Umgebung angeschaut, hat das Wallis sowie die energieregionGOMS besucht. Mit einer Fachdelegation der Universität Frontera wurde ein Besichtigungs- und Knowhow – Austauschtag in der Schweiz im Oktober 2017 von Armin Binz durchgeführt (<http://www.ufro.cl/index.php/noticias/12-destacadas/1359-avanza-alianza-entre-ufro-y-universidad-de-berna-de-suiza>).

Modul 3: Gebäudesanierungsprogramm

Die Erfahrungen des Gebäudeprogrammes in der Schweiz wurden zahlreichen Entscheidungsträgern (Camara de Construcción de Chile, Ministerio de Vivienda y Urbanismo, Ministerio de Energía) vorgestellt. Ebenfalls wurde - vermittelt über die regionalen Regierungsstellen – in der Region Araucania ein regionales Gebäudeprogramm vorgeschlagen.

Modul 4: Kommunikation und Replikation

Das Medienecho für das Thema Gebäudesanierung war sehr gross: Ein Beispiel dafür ist die Solaranlage auf dem Schulhaus Baquedano. Die finanziellen Mittel für die Installation wurden vom Energieministerium akquiriert. EBP Chile hat die Ausschreibungsunterlagen für die Planung und Installation der Solaranlagen erarbeitet. Die Solaranlagen sind erfolgreich installiert und eingeweiht worden (http://redaysen.com/escuela-baquedano-inaugura-moderno-sistema-solar-termico-de-agua-caliente-sanitaria_1510868162u2juY.html).

Im Rahmen der Berner Delegationsreise wurden über 20 Artikel in Chile veröffentlicht (<http://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahUKEwiVhbi4oPHbAhUIC->

[CwKHQoZCuIQFggoMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.bern.ch%2Fmediencenter%2Fmedienmitteilung%2Faktuell_ptk%2Fpartnerschaft-mit-chilenischen-staedten-positive-zwischenbilanz%2Fftw-simplelayout-filelistingblock%2Ffactsheet-stadtpartnerschaft-chile-pdf-733-kb.pdf%2Fdownload&usg=AOvVaw1fPEnl_5qnwiPAdHVcqVzi](http://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahUKEwiVhbi4oPHbAhUIC-CwKHQoZCuIQFggoMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.bern.ch%2Fmediencenter%2Fmedienmitteilung%2Faktuell_ptk%2Fpartnerschaft-mit-chilenischen-staedten-positive-zwischenbilanz%2Fftw-simplelayout-filelistingblock%2Ffactsheet-stadtpartnerschaft-chile-pdf-733-kb.pdf%2Fdownload&usg=AOvVaw1fPEnl_5qnwiPAdHVcqVzi)).

5.2 Projektanpassungen

Im Verlauf der Projektbearbeitung mussten drei wesentliche Anpassungen am Projekt vorgenommen werden:

1. Andreas Meyer (Nova Energie Basel AG): Die für Nova Energie Basel AG budgetierten Mittel wurden infolge Ausscheidens von Nova Energie aus dem Projekt von EBP Chile für die Bearbeitung derselben Aufgabe genutzt.
2. Die Aufwendungen für die Analyse, die Planung und die Umsetzung und die damit verbundene Kooperation mit den Gemeinden waren wesentlich aufwändiger als geplant. Dies aus folgenden Gründen:
 - *Fehlende Planungsgrundlagen, Daten und Informationen zu den Gebäuden:* Für die Daten- und Informationsbeschaffung musste das Projektteam eigene Ausmasse in den Gebäuden erheben und Messungen durchführen. Beispielsweise gab es keine Planungsgrundlagen im Edificio Consistorial in Temuco.
 - *Fehlende fachliche Kapazitäten in den Gemeinden:* Die Energiekonzepte sind sehr detailliert verfasst worden, um den Gemeinden eine genaue Situationsanalyse zur Verfügung zu stellen und den Massnahmenplan mit Angaben zu den Investitions- und Betreiberkosten auszuarbeiten. Dies war wichtig, damit die Gemeinden einen Entscheid treffen konnten.
 - *Fehlendes Fachwissen bei Gebäudesanierungen:* Im Colegio Baquedano hatte das Projektteam beschlossen, einen lokalen Architekten für die Bauleitung anzustellen. Dies mit dem Ziel, dass die Realisierung der Bauvorhaben von einer Fachperson kontrolliert werden sollte. Diese Kosten sind im REPIC-Projekt nicht integriert worden.
 - *Temuco und Coyhaique sind 700 km bzw. 1600 km südlich von Santiago:* Das Projektteam musste aufgrund von auftretenden Problemen häufiger nach Coyhaique mit dem Flugzeug reisen.

Insgesamt mussten aus obenstehenden Gründen mehr eigene Mittel eingesetzt werden, andere Fremdmittel akquiriert werden und die nicht ganz ausgenutzten Budgetbeträge der Position "Gebäudeprogramm" für den Mehraufwand für die Pilot-Bauvorhaben genutzt werden.

3. Die grundsätzliche Finanzknappheit und Komplexität der Entscheidungsabläufe in den Gemeinden Chiles war zwar bekannt. Es wurde aber zu wenig in Betracht gezogen, dass dies vor allem auch die Synchronisation von Realisierung der Pilot-Bauvorhaben mit der (relativ kurzen) Projektlaufzeit sehr erschwert. Das Ziel von zwei der drei Pilot-Bauvorhaben musste darauf reduziert werden, während der Projektlaufzeit zu einem vollständig ausgearbeiteten Ausführungsprojekt zu kommen, das den Gemeinden übergeben werden konnte. Die Ausführungen der Erneuerungen werden nun ausserhalb der eigentlichen Projektlaufzeit liegen.

5.3 Zuständigkeiten

Am projektverantwortlichen Konsortium waren zu Beginn drei Firmen beteiligt. EBP AG Chile (EBP Chile) war als Antragsteller mit der Federführung und der Projektleitung betraut. Armin Binz (Binz Energie am Bau GmbH) und Andreas Meyer und Christian Stünzi (Nova Energie Basel AG) waren in die Sachbearbeitung eingebunden und sollten Schweizer Expertenwissen einbringen. Aus persönlichen wie aus Kapazitätsgründen musste sich Nova Energie Basel AG schon früh aus dem Projekt zurückziehen und die entsprechenden Aufgaben wurden von EBP Chile übernommen. Dafür ist als neuer zusätzlicher Experte Bernhard Eggen (Belmont Energie Raum GmbH) zum Team gestossen. Das Team der projektleitenden EBP Chile setzte sich zusammen aus Roger Walther (Projektleiter), Franco Morales, Laure LePape und José Antonio Espinoza. Die verantwortlichen Partner des Konsortiums sind sehr gut untereinander vernetzt und eingebunden in das Umfeld in Chile bzw. in der Schweiz und verfügen über ausgewiesene Kompetenzen im Themenbereich Energie am Bau.

Die Stadt Bern stellte dem Projekt Experten aus dem Berner Energiesektor zur Verfügung, die insbesondere die chilenische Delegation während ihres Schweizer Aufenthaltes betreute. Zudem begleiteten zwei Professoren von in Bern domizilierten Hochschulen (Prof. Dr. Stefan Rist, Uni Bern und Prof. Dr. Herbert Binggeli, Rektor der Berner Fachhochschule) die Schweizer Delegation auf ihrer Reise in Chile, um Kooperationsmöglichkeiten mit chilenischen Hochschulen auszuloten. Ebenso war Bruno Liesch (*dipl. Ing. FH / Energieingenieur NDS, Geschäftsleiter vom Wärmeverbund Marzili Bern AG*) Mitglied der Schweizer Delegation, der aktiv an Veranstaltungen in Chile teilnahm.

6. Ausblick und weiteres Vorgehen

6.1 Zielerreichung und Resultate

Die nachstehende Tabelle gibt einen Überblick über die wesentlichen Ziele des Projektes und den Grad der Zielerreichung:

Wesentliche Ziele des Projektes	Zielerreichung
<p>M1: Die Pilotbauvorhaben sind ausgewählt und die Energiekonzepte und die Planung, insbesondere die Ausschreibungen inkl. Devisierung der Erneuerungen sind ausgearbeitet. Die Renovationen sind ausgeführt, in Ausführung oder die Ausführung ist beschlossen.</p> <p><i>Die Erneuerung des Colegio Baquedano ist fertiggestellt. Die Gemeinden Temuco und Coyhaique haben für 2018 finanzielle Mittel für die beiden anderen Pilotprojekte bereitgestellt, die Ausführung aber nochmals um ein Jahr verschoben.</i></p>	<p>Sehr hoch</p>
<p>M2: Die Schulungsunterlagen sind ausgearbeitet und die Ausbildungskurse und Vorträge wurden durchgeführt (siehe oben).</p>	<p>Sehr hoch</p>
<p>M3: Das Konzept für ein Förderprogramm nach dem Muster des schweizerischen Gebäudeprogramms ist erstellt und soll ausgeführt werden.</p> <p><i>Das chilenische Gebäudeprogramm wird nicht zustande kommen, weil (trotz grossem Interesse) keine eigenen Mittel vorhanden sind und eine Fremdfinanzierung nicht gelungen ist.</i></p>	<p>Nicht umgesetzt</p>
<p>M4: Konkrete Massnahmen zur Stärkung der Multiplikation und Replikation (Massnahmen im Ausbildungsbereich und unterstützenden Aktivitäten in Nachbarländern etc.) sind definiert und implementiert.</p> <p><i>Die drei Gebäudesanierungen werden Realität und die Medien berichten darüber. Auf Schweizer und chilenischer Seite waren sehr viele Stakeholder beteiligt. Sie nahmen an den Erneuerungen, an Veranstaltungen oder an Austauschveranstaltungen Schweiz-Chile teil (zB Reisen der Delegationen).</i></p>	<p>Sehr hoch</p>

6.2 Vorbereitung der Multiplikation und Replikation

Das vorliegende Projekt ist einerseits in die Städtepartnerschaft von Bern mit drei chilenischen Städten eingebunden und andererseits im grösseren Kontext des nationalen Programmes *Comuna Energetica* von Chile zu verstehen. Die energetische Verbesserung der kommunalen Bauten ist für Energiestädte ein Handlungsfeld, wo die Gemeinden klar zuständig sind und wo viel zu holen ist. Das Energiestadt-Programm bildet daher auch einen optimalen Rahmen für die Einspeisung und weitere Verbreitung der Erkenntnisse und Erfahrungen dieses Projektes. Diese fliessen denn auch direkt in das Energiestadt-Programm in Kolumbien ein. Das Projektteam hat im Rahmen einer SECO Ausschreibung die Aufgabe erhalten, einerseits das Energiestadt-Programm in Kolumbien aufzubauen, andererseits drei konkrete Pilotprojekte in drei Gemeinden zu realisieren. 2 von 3 Projekten sind Gebäudesanierungen. Das Projektteam in Kolumbien ist dasselbe wie in Chile – Armin Binz, als renommierter Schweizer Experte, ist ebenfalls im Projektteam in Kolumbien.

6.3 Wirkung und Nachhaltigkeit

Die unmittelbarsten Auswirkungen des Projektes spüren die folgenden Personenkreise:

- Schüler und Lehrer des Colegio Baquedano in Coyhaique werden den stark verbesserten thermischen Komfort geniessen, mit allen Auswirkungen auf die Gesundheit wie auf die Qualität von Lehre und Lernerfolg. Die Verringerung der Emissionen ist zwar beachtlich, wird aber für eine merkliche Reduktion der Lufthygieneprobleme Coyhaiques allein nicht reichen.
- Einzelne Teilnehmer von Kursen und Veranstaltungen werden wegen der Konkretheit des Themas und der aufgezeigten Handlungsmöglichkeiten wohl in entsprechenden beruflichen Situationen die Möglichkeiten der energetischen Sanierung in Erwägung ziehen.

Ansonsten steht das Projekt am Anfang eines langen Prozesses. Das Thema Gebäudesanierung ist neu für die Gemeinden. Es fehlt das technische Fachwissen und das notwendige Personal, um eine effiziente Planung der Gebäudesanierungen zu garantieren. In Coyhaique und Temuco musste das Projektteam sehr viel Aufklärungs- und Sensibilisierungsarbeit leisten, aussergewöhnlich detaillierte Ausschreibungsunterlagen mussten erarbeitet werden und lokale Entscheidungsträger für die Finanzierung überzeugt werden. Eine weitere Hürde sind die langen, bürokratischen und öffentlichen Ausschreibungsverfahren. Die wichtigsten erhofften Auswirkungen sind in diesem Projekt langfristiger Natur und schwierig, jetzt bereits abzuschätzen. Es geht um einen Wandel der Baukultur. Die Vorteile eines systematischen Unterhalts und einer Erneuerungspolitik bezüglich des eigenen Bauten-Portfolios soll den Gemeinden bewusst werden. Die aktuellen Indizien diesbezüglich sind immerhin positiv: Gespräche im Juni 2018 zum Projektabschluss mit der am stärksten in das Projekt eingebundenen Gemeinde, Coyhaique, haben gezeigt, dass insbesondere die fertiggestellte Erneuerung des Colegio Baquedano mit den sicht- und spürbaren Resultaten lokal sehr überzeugend wirkt. Aufgrund dieser Erfahrung wird die Gemeinde einerseits die fertig vorbereitete Erneuerung des Centro Cultural 2019 ausführen. Andererseits hat sie interne Richtlinien für den Bau von Schulhäusern beschlossen, die sich an der energietechnischen Qualität des renovierten Colegio Baquedano orientieren.

6.4 Multiplikation und Replikation

Weitere Pilotbauvorhaben sollten realisiert werden, um Erfahrungen im jeweiligen Kontext zu sammeln und um überzeugende Lösungen aufzuzeigen, wie der Gebäudepark für die Bedürfnisse der Zukunft in nachhaltiger Weise fit gemacht werden kann. Dabei ist es wichtig, viele lokale Stakeholder in unterschiedlichsten Funktionen ins Boot zu holen. Was verbessert werden sollte, kann den nachstehenden *Lessons learned* entnommen werden.

In Südamerika bietet sich an, Projekte in der Art des hier Dargestellten in den grösseren Rahmen der Energiestadt-Programme zu stellen. Die energetische Erneuerungen stellen eine Konkretisierung dieses Programmes dar, das sehr klare und unmittelbare Nutzen generiert, eine hohe Visibilität und damit Überzeugungskraft hat und auch in Bezug auf die übergeordneten Ziele (Lufthygiene, Ressourcenschonung, energetische Unabhängigkeit etc.) ein wirksames Mittel ist. Mit dem Energiestadt-Programm in Kolumbien des Projektteams wird genau dieser Weg beschritten.

6.5 Erwartete Wirkung und Nachhaltigkeit

In Chile, wie auch in einigen anderen Ländern zeichnet sich ein weiteres Anwachsen der Mittelschichten ab. Sie werden Bedürfnisse nach besserem Lebensstandard anmelden. Dazu gehört auch die Qualität der Wohnungen und der Arbeitsplätze bezüglich Komfort und Gesundheit. Wenn diese Entwicklung mit herkömmlichen Technologien und der aktuellen Baukultur vorangetrieben wird, werden Lufthygiene in den Städten und Verbrauch aller zur Verfügung stehender Energieträger rasch unerträgliche Folgen haben. Das Problembewusstsein ist bereits heute stark verbreitet. Dass es gute und bewährte Lösungen und verfügbare Technologien gibt, ist aber weniger bekannt und eigentliches Umsetzungswissen ein rares Gut. Wenn die guten Beispiele eine kritische Masse erreichen, werden sie sich durchsetzen und damit einen Prozess auslösen, der in fast allen Gesellschaftsbereichen positive Auswirkungen haben wird.

7. Lessons Learned und Fazit

1. **In der Auswahl des Objektes spielen «weiche Faktoren» eine zentrale Rolle:** Die Gebäudesanierung im Colegio Baquedano konnte erfolgreich realisiert werden, weil die Direktorin der Schule sich mit dem Projekt identifiziert hat, gute Leadership-Fähigkeiten hat und mit Hartnäckigkeit und Ausdauer das Projekt vor Ort geführt hat. Das war einer der Erfolgsfaktoren für die Umsetzung des Projektes. Deshalb ist bei der Auswahl von Pilotprojekten darauf zu achten, dass die lokalen Akteure sich zu 100% mit dem Projekt identifizieren.
2. **Lokale Fachexperten in den Municipios sind im Projektteam einzubeziehen:** Die Pilotprojekte wurden in Coyhaique sowie Temuco realisiert. Diese liegen 1600 km, respektive 700 km im Süden von Santiago. Im Projektteam sind lokale Fachexperten einzubeziehen und nötigenfalls zu schulen, damit einerseits die lokalen Kenntnisse und Eigenheiten in die Projektplanung und -ausführung integriert werden können, andererseits dass lokale Unternehmungen für solche Arbeiten ausgebildet werden können.
3. **Lokale Präsenz des Projektteams ist notwendig, vor allem während den Bauarbeiten:** Die lokale Präsenz, vor allem in der Realisierung / Umsetzung der Arbeiten ist wichtig, damit die Bauarbeiten vor Ort sehr eng begleitet werden können. Das Gebäudesanierungsprojekt in Coyhaique wurde von Luis Gomez begleitet, der die Bauarbeiten zweimal im Monat besucht hat. Das reicht nicht. Die Bauarbeiten müssen täglich begleitet werden, damit auftauchende Fragen sofort beantwortet werden können.
4. **Einbezug der Nutzniesser in einem partizipativen Prozess von Anfang bis Ende des Projektes:** Im Projekt in Temuco wurden die Mitarbeiter im «Edificio Consistorial» bei der Ausarbeitung des Energiekonzeptes einbezogen. Bei der Ausarbeitung der ToR wurden die Resultate nur noch mit dem Bürgermeister besprochen. Dies reicht nicht. Im Colegio Baquedano wurden die Eltern, LehrerInnen und Kinder von Anfang bis Ende des Projektes miteinbezogen.
5. **Die Ausschreibungsunterlagen sollen technische Details beschreiben, um den Baufirmen klare Richtlinien und Grundlagen zur Verfügung zu stellen:** Es fehlt bei den lokalen Baufirmen an Fachwissen, wie Gebäudesanierungen fachgerecht realisiert werden können. Umso wichtiger ist die Ausarbeitung der Ausschreibungsunterlagen, die im Detail ausgearbeitet werden sollen und auch technische Details behandeln sollen. Dies erleichtert danach auch die Bauführung und Begleitung der Bauarbeiten.
6. **Die Gebäudesanierung ist mit Kommunikationsmassnahmen von Anfang bis Ende zu begleiten:** Damit die politischen Entscheidungsträger das Projekt mittel- und langfristig unterstützen, sind die wichtigen, lokalen Akteure für das Projekt zu gewinnen. Dies kann einerseits mit Sensibilisierungsmassnahmen wie Ausbildungen erfolgen, andererseits auch mit einfachen Videos gehandhabt werden. Die Videos können dazu führen, dass der Nutzen der Gebäudesanierung auf einfache Art und Weise aufgezeigt werden kann.

- 7. Politische Entscheidungsträger sind auf Ebene Gemeinde wie Regierung in diese Pilotprojekte einzubeziehen:** Der Nutzen von Gebäudesanierungen ist in Chile noch wenig bekannt. Damit die Projekte erfolgreich realisiert werden können, sind die Entscheidungsträger auf Ebene Gemeinde (Bürgermeister) wie auch auf nationaler Ebene (Umweltministerium, Energieministerium etc.) zu informieren und einzubeziehen. Dies war im Falle des Colegio Baquedano der Fall.
- 8. Öffentliche Schulen sind exzellente Plattformen, um Pilotprojekte zu realisieren:** Gebäudesanierungen an öffentlichen Schulen erlauben nicht nur die Sensibilisierung der SchülerInnen und Lehrer, sondern auch der Eltern. Das Pilotprojekt in Coyhaique ist auf sehr grosses politisches Interesse in Chile gestossen: Das Projekt wurde vom Energie- und Umweltminister unterstützt, besucht und eingeweiht. Mit diesen Anlässen konnte das Projekt national bekannt gemacht werden.
- 9. Finanzierung ist für das gesamte Projekt zusammenzustellen:** Wir konnten nur die Finanzierung der Begleitung des Projektes zur Verfügung stellen. Die gesamte Finanzierung konnte erst mit dem Entscheid der Bürgermeister gesichert werden. Dies erfordert sehr viel Überzeugungsarbeit, Hartnäckigkeit und Ausdauer. Falls möglich, sollten bei der Gebäudesanierung die finanziellen Mitteln bei Projektstart bekannt sein. Es ist sehr schwierig, wenn von Seiten des Projektes "nur" Planungsleistungen erbracht werden, die Umsetzungskosten aber zu 100% von der Gemeinde erbracht werden müssen. Oder umgekehrt: Wenn das Projekt auch Teile der Erneuerung selbst (zB. die Fenster) offerieren kann, bietet das einen grossen Anreiz und auch stark verbesserte Einflussnahmemöglichkeiten (u.a. zur QS).
- 10. Die öffentliche Hand hat eine eigene Logik, Eigenheiten und Geschwindigkeit, Entscheidungen zu treffen:** Politische Entscheidungen werden häufig aufgrund kurzfristigen Eigenheiten gefällt. Dies entspricht nicht einer mittel- und langfristigen Planung. Ebenfalls musste in Coyhaique sowie in Temuco sehr viel Überzeugungsarbeit geleistet werden, bis bestimmte Entscheidungen getroffen wurden. Dies wurde bei Projektstart unterschätzt.

Fazit: Der Ansatz dieses Projektes hat sich bewährt. Projekte dieser Art können auch in Zukunft effektiv mithelfen, die Baukultur in die nötige Richtung zu verbessern. Es ist aber wichtig, die Projekte für die Gemeinden attraktiver zu machen. Erstens sollte mehr geboten werden können, als nur Planungs- und Beratungsleistungen. Zweitens sollten für die Kommunikation (für die Projekt-Stakeholder untereinander, aber auch für eine professionelle Berichterstattung für Fachöffentlichkeit wie Breitenpublikum) erhebliche Mittel im Budget reserviert werden.

8. Referenzen

- [1] Concepto Energético Escuela Baquedano en Coyhaique, EBP Chile
- [2] Renovación del Centro Cultural de Coyhaique – Concepto energética, EBP Chile
- [3] Especificaciones Técnicas Generales Conservación y reacondicionamiento térmico Centro Cultural de Coyhaique, EBP Chile
- [4] Renovación energética del Edificio Consistorial de la Municipalidad de Temuco, EBP Chile
- [5] Especificaciones Técnicas Generales, Conservación y reacondicionamiento térmico Edificio Consistorial de la Municipalidad de Temuco, EBP Chile
- [6] Concepto Energético Centro Cultural de Coyhaique, EBP Chile
- [7] Capacitación Construcción Eficiente en Temuco
- [8] Capacitación Construcción Eficiente en Coyhaique
- [9] Acompañamiento Colegio Baquedano, EBP Chile
- [10] Estudio de factibilidad Solar en el Colegio Baquedano, EBP Chile